TELEGRAFIA — Franc. Télégraphie; ingl. Telegraphy, ted. Telegraphie; spagn. Telegrafia.

Telegrafia (da tele, lontano e da graphein, scrivere) è l'arte per la quale si trasmette rapidamente a distanza il pensiero per mezzo di qualche agente fisico della natura, come il suono, la luce, l'elettricità. Si distingue dalla posta, sebbene abbia lo stesso scopo, perchè questa fa uso di mezzi materiali, come messaggieri, vetture, ferrovie, palloni aereostatici, piccioni viaggiatori, tubi pneumatici, ecc., trasportando lo scritto originale da una località all'altra.

#### I. — CENNI STORICI.

La guerra è stata indubbiamente la causa primitiva che ha fatto sentire il bisogno di trasmettere a distanza e prontamente gli ordini del comandante e le notizie più importanti. La telegrafia primitiva non è che l'arte di segnali acustici ed ottici; quelli con tutta probabilità hanno preceduto questi, essendo la favella il mezzo più facile per esprimere a qualche distanza il pensiero.

Anche oggigiorno alcuni popoli semicivili dell'Africa e dell'Arabia propagano l'allarme nelle loro tribù, se sono minacciati da qualche nemico, emettendo delle grida successivamente da distanza in distanza.

Lo storico Diodoro racconta che con una simile catena di uomini, appostati in determinate alture, il re persiano Dario Istaspe (521-485 av. G. C.) trasmetteva le notizie dalla capitale alle più importanti provincie dell'impero con una celerità 30 volte maggiore di quella di un corriere.

Si narra altresi che Alessandro il Grande (356-333 av. C.) avesse trovato il mezzo di farsi intendere dalla sua armata

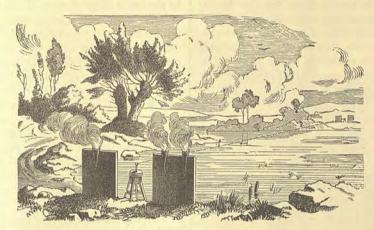


Fig. 722. - Telegrafo a fiaccole.

sino a 18 chilometri di distanza per mezzo di uno speciale portavoce, di cui si conserva la figura nella biblioteca del Vaticano (1).

Afferma inoltre G. Cesare (100-44 av. C.) che i Galli, per mezzo della voce umana, specialmente nel silenzio della notte, chiamavano sotto le armi tutti i loro guerrieri, appena in tre giorni.

I segnali ottici, messi in uso dai popoli dell'antichità, erano formati con fuochi accesi sulle cime delle colline e delle montagne, che per la loro disposizione indicavano cose diverse tanto di giorno che di notte, traendo profitto del fumo e della luce. È noto come la Scrittura narri che quando gli Ebrei fuggirono dall'Egitto (1645 av. C.) Mosè servendosi di colonne di fuoco e di fumo, li guidasse attraverso il deserto.

Dalla più alta antichità nelle Indie e nella Cina, i segnali si effettuavano colla combustione di sostanze resinose ed infiammabili, che producevano dei fuochi così vivi e persistenti, che erano visibili eziandio attraverso la nebbia, e nè la pioggia, nè il vento potevano spegnerli. Con tali fuochi accesi di tratto in tratto sulla sommità della grande muraglia (214 av. G. C.) i Cinesi davano l'allarme a tutta la frontiera che li separava dai Mongoli, quando erano minacciati da qualche orda di questo popolo.

Anche i Persiani, secondo quanto afferma Aristotile (384-322 av. G. C.), avevano organizzato un sistema di corri-

spondenza per mezzo di torce accese e così bene ordinato, che il re poteva venire a cognizione, nello stesso giorno, di tutto ciò che era avvenuto di nuovo nell'impero (fig. 722).

Leggendo gli autori greci si apprende eziandio che il popolo greco, primo in Europa, ha fatto uso di fari e di fuochi destinati a segnalare certi avvenimenti.

Omero (900 av. C.) allude spesso nei suoi scritti a segnali di fuoco impiegati nella guerra di Troja.

Il poeta tragico Eschilo (525-456 av. G. C.) descrive nettamente questo sistema di telegrafia rudimentale nella sua tragedia Agamennone. Senza voler rintracciare se ai tempi eroici della Grecia, cui si riferiscono gli autori, fosse noto tale mezzo di segnalare a distanza, possiamo ritenere senz'altro che al tempo loro il popolo greco poneva ogni cura per perfezionarsi in quest'arte, dalla quale traeva tanti ed importanti servizi, e segnatamente durante la guerra. Fa fede di ciò anche lo storico Tucidide (450-400 av. G. C.) (Guerra del Peloponneso).

Oltre ai segnali con fuochi accesi, gli antichi facevano pure uso di specchi riflettenti la luce del sole. Si narra che la flotta di Alessandro il Grande, reduce dalla conquista delle Indie, fosse guidata in tal modo nel Golfo Persico (330 av. G. C.).

Enea il Tattico, uno dei più antichi autori che abbiano scritto sull'arte militare, vissuto nel IV secolo av. G. C., descrive un mezzo di corrispondenza, che va notato come un notevole progresso nel sistema dei fanali, poichè invece di avere essi un significato proprio, servivano per precisare

<sup>(1)</sup> Secreta Aristotelis ad Alexandrum Magnum,

un determinato istante, il quale per l'osservatore aveva un significato piuttosto che un altro, secondo una convenzione prestabilita.

Il sistema descritto da Enea e che si ritiene inventato dai Cartaginesi verso l'anno 400 av. G. C., racchiude il germe degli attuali sistemi telegrafici a sincronismo, che tanta utilità hanno apportato ai nostri giorni all'arte della telegrafia (fig. 723). L'apparecchio consisteva in un vaso di terra cilindrico ripieno di acqua, ove era immerso un galleggiante portante un bastoncino, diviso in parti eguali, in ciascuna delle quali venivano tracciati i fatti che più comunemente avvengono nella guerra. Da un foro praticato nella parte inferiore del vaso si poteva fare sgorgare il liquido, producendone l'abbassamento del livello e conseguentemente l'abbassamento del galleggiante e del bastoncino. Con due apparecchi perfettamente eguali, situati tra due località lontane, la corrispondenza si effettuava come segue:

La stazione trasmittente sollevava un fanale, aspettando che l'altra facesse altrettanto, quindi contemporaneamente entrambi i fanali venivano riabbassati e nello stesso tempo venivano aperti gli orifici dei vasi. Quando l'iscrizione che

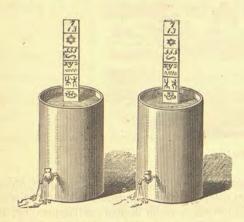


Fig. 723. - Telegrafo idraulico.

si voleva trasmettere giungeva, per l'abbassamento del galleggiante, all'altezza dell'orlo del vaso, si sollevava un nuovo fanale. L'osservatore corrispondente allora leggeva sul bastone l'iscrizione che trovavasi eziandio al livello dell'orlo superiore del proprio vaso.

È evidente che i recipienti essendo identici ed i fori di eguale grandezza, i galleggianti scendevano simultaneamente per una eguale quantità, sicchè la lettura sul bastone corrispondeva a quella che la prima stazione voleva trasmettere.

Dagli storici greci si apprende altresi che nell'arte della telegrafia quel popolo faceva uso di bandiere durante il giorno e che, altra cosa importantissima, sapeva comporre dei segnali alfabetici, i quali permettevano di poter trasmettere a distanza qualsiasi notizia senza che fosse preventivamente convenuta.

Tali sistemi di segnalazione erano assai rudimentali, poichè esigevano non meno di 25 a 30 segnali per ogni parola. Secondo Polibio (205-125 av. G. C.) l'alfabeto veniva diviso in 5 gruppi di lettere ciascuno. Con due segnali elementari, ripetuti sino a 5 volte, s'indicava prima il gruppo, poi la lettera,

Gli storici latini, specialmente Plinio e Tito Livio, ci fanno conoscere che Annibale utilizzò un gran numero di torri esistenti in Africa ed in Spagna per trasmettere dei segnali con fuochi e con bandiere, che rappresentavano intiere frasi.

Anche i Romani, come si deduce dai Commentari di Giulio Cesare, utilizzarono frequentemente i segnali di fuoco e le bandiere nella guerra dei Galli e secondo il biografo Svetone Tranquillo (70-120 di C.), Tiberio dall'allo delle rocce di Capri osservava egli stesso i segnali che gli apportavano le notizie da tutti i punti del suo vasto impero.

Secondo Vegezio, scrivano militare latino vissuto nel IV secolo, sembra che i Romani facessero pure uso più tardi di ali mobili in sostituzione dei fuochi, a somiglianza di ciò che si riscontra nella telegrafia ottica moderna, che ha per tipo il telegrafo aereo di Chappe.

Dalla caduta dell'Impero Romano, sino alla scoperta dell'America, non si riscontrano più miglioramenti nell'arte della corrispondenza a distanza e anzi, come tutte le altre cose, anche la telegrafia venne trascurata; ma nei tempi successivi, col progredire delle scienze, essa ha fatto passi così rapidi, che sarebbe impossibile il volerla seguire in tutte le sue fasi e sarebbe incompatibile la mole del lavoro che ne risulterebbe colle modeste pretese di questo articolo.

Ci accontenteremo pertanto di accennare per sommi capi alcune invenzioni che segnano i punti più importanti della storia della telegrafia, attenendoci all'ordine cronologico delle invenzioni stesse, raggruppandole in varie classi a seconda dell'agente fisico che serve alla trasmissione del pensiero a distanza.

Telegrafi acustici. Trasmissione di suoni inarticolati. -Kircher nel 1550 e Schwenter nel 1636 pubblicarono dei trattati sui suoni e proposero di tradurre le lettere dell'alfabeto in note musicali.

In America ed in Inghilterra si sono molto occupati e si occupano tuttora della trasmissione dei suoni per avvertire le navi, quando per la nebbia esse non possono scorgere i fari. Enormi campane, trombe a vapore, colpi di cannone, esplosioni di sostanze infiammabili servono per attirare l'attenzione dei naviganti. Tyndall ha proposto per la marina un codice completo di tali segnalazioni. È noto come anche oggigiorno si faccia uso del fischio del vapore per le manovre ferroviarie, del rullo del tamburo e dello squillo delle trombe per i comandi militari.

Trasmissione della parola. — Nel 1667 Roberto Hooke ideò il telegrafo parlante, conosciuto oggidi col nome di telefono a funicella. Semplice apparecchio, che giustamente apprezzato avrebbe potuto servire utilmente all'umanità.

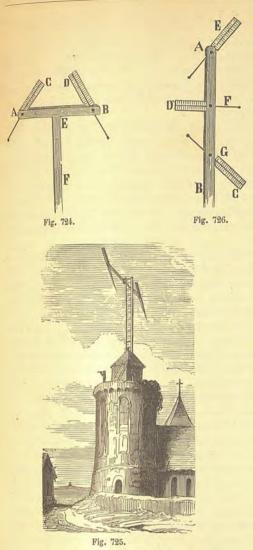
Nel 1670 il cav. De Morland in Inghilterra fa uso di un corno acustico e di un portavoce per parlare a distanza ed esegue degli esperimenti anche a 5 chilometri.

Il monaco Dom. Gautey nel 1782 si serve allo stesso scopo di tubi della conduttura dell'acqua della pompa di Chaillot

presso Parigi.

Biot e Regnault anch'essi fecero delle importanti esperienze sulla propagazione del suono e della parola nei tubi, ed anche oggigiorno, sebbene vi sia il telefono elettrico, tali tubi vengono ancora adoperati e rendono utilissimi servizi nell'interno degli stabilimenti e delle fabbriche.

Recentemente Edison ha ideato il Megafono, che consiste in un portavoce ed in un corno acustico di grandi dimensioni;



Telegrafo di Chappe (fig. 724 e 725).



rig. 121.

Telegrafo di Chappe in Italia (fig. 726 e 727).

ma tale apparecchio è a ritenersi una variazione di cose simili, che si conoscevano fino dai più remoti tempi, piuttostochè una nuova invenzione.

Telegrafi ottici - Telegrafia aerea. — Alla fine del secolo XVII il fisico Guglielmo Amontons applicò pel primo i cannocchiali all'osservazione dei segnali ottici che rappresentavano le lettere dell'alfabeto e ripetendo le segnalazioni a successive stazioni, otteneva di corrispondere tra due località lontane.

Nel 1702 Marcel, commissario della marina ad Arles, e nel 1778 Francesco Dupuis presentarono al Governo francese dei progetti di telegrafia alfabetica, che però non furono presi in considerazione.

In Germania è degno di ricordo Bergstrasser, appassionato cultore della telegrafia, che esperimentò tutti i mezzi fino allora conosciuti, ed altri da esso concepiti. Provò persino nel 1787 il telegrafo vivente, addestrando un reggimento prussiano alla trasmissione dei segnali con svariati movimenti delle braccia; i risultati che ne ottenne però non furono presi in seria considerazione.

Tentò la corrispondenza mediante la luce riflessa da

uno specchio su di un oggetto situato all'ombra, permettendo così la telegrafia ottica tra due punti coperti. Rese infine importanti servizi alla telegrafia anche per i calcoli esattissimi che fece sulla combinazione delle cifre rappresentative delle parole, adottando l'aritmetica binaria e quaternaria.

Tra coloro che si sono occupati di telegrafia ottica va anche accennato il giornalista Linguet ed il fisico Monge, però nessuno di essi o dei loro predecessori era riuscito a rendere pratica la propria idea e a sormontare le difficoltà, che ne impedivano un'estesa applicazione.

Era serbato al fisico Claudio Chappe, dopo parecchi tentativi infruttuosi, di riuscire a stabilire, insieme ai fratelli, in modo definitivo il telegrafo ottico e con risultati corrispondenti alle esigenze dei tempi.

Fu il 22 maggio del 1792 che Claudio Chappe presentò all'Assemblea legislativa francese il suo sistema telegrafico aereo ed il vocabolario segreto delle parole. Il 12 giugno 1793 ne fece un esperimento tra San Martino e Menilmontant, in seguito al quale l'Assemblea adottò officialmente il telegrafo di Chappe.

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 56.

Le segnalazioni si basavano sulle diverse posizioni che potevano prendere tre regoli di legno articolati tra di loro, dei quali quello di mezzo, detto regolatore, era più lungo degli altri e poteva girare sulla sommità di un albero verticale fisso (fig. 724 e 725).

I due regoli laterali, chiamati indicatori od anche ali, descrivendo intorno al pernio un'intera circonferenza, con spostamenti di 45°, potevano prendere 7 posizioni rapporto al regolatore, oltre alla posizione che coincideva collo stesso. Il regolatore poi poteva prendere quattro posizioni diverse, cioè l'orizzontale, la verticale, e l'inclinata a destra o a sinistra. Le combinazioni che si potevano così fare erano 7.7.4 = 196, a ciascuna delle quali corrispondeva un valore convenzionale. Il regolatore e le ali erano fatti a guisa di persiane, con tante tavolette, affinchè fossero leggieri ed impedissero eziandio i cattivi effetti derivanti dalla riflessione della luce. Appositi contrappesi le equilibravano sul punto di rotazione per facilitarne il movimento. Per mezzo di carrucole e corde si mettevano in azione, operando nella parte inferiore dell'albero di sostegno.

Il vocabolario delle parole era di 92 pagine, ciascuna delle quali conteneva 92 parole; si richiedevano quindi due segnali per indicare ogni parola, cioè uno per la pagina e

l'altro per il numero d'ordine della parola.

Più tardi Chappe aggiunse anche il vocabolario delle frasi e allora si richiedevano tre segnali, specificando prima il vocabolario, poi la pagina e quindi la frase. Infine fece

anche un vocabolario geografico.

Le prime due linee costruite furono quelle da Parigi a Lilla e da Parigi a Landau, città prossime al campo d'azione della guerra franco austriaca. Il primo telegramma che annunciava la ripresa di Condè sugli Austriaci, fu trasmesso il 30 novembre 1794 e giunse a Parigi nel momento in cui la Convenzione apriva la seduta, e pochi minuti dopo i soldati vittoriosi ricevettero un glorioso elogio di risposta. L'avvenire della telegrafia aerea era assicurato! Molte altre linee vennero costruite in breve tempo e vari popoli si affrettarono ad adottare il telegrafo ottico di Chappe, tra cui l'Italia (fig. 726 e 727), la Spagna, la Russia, la Turchia, ecc. Altre nazioni, come la Svezia e l'Inghilterra, lo modificarono, rendendolo adatto alle loro condizioni atmosferiche.

Telegrafia ottica navale. — Mentre la telegrafia ottica terrestre prendeva un così largo sviluppo, anche i segnali ottici marittimi venivano prendendo una forma stabile. I primi segnali di tal genere furono adoperati più che altro per dare degli ordini nei combattimenti navali. Ciascun segnale era rappresentato da una bandiera, che differiva dalle altre per forma o per colore ed aveva diverso significato secondo che veniva innalzata nell'uno o nell'altro degli alberi della nave. Con 40 bandiere innalzate su quattro punti diversi della nave si avevano 160 segnali. Nel 1763 Morogues propose di raddoppiare il numero dei segnali, innalzandone uno speciale che indicasse un secondo significato a ciascuno dei primi, e Labordonnais sviluppò questo metodo. aggiungendo perfino quattro fiamme sullo stesso albero.

În seguito Gaspard Schook invento un metodo assai migliore e più semplice facendo uso di tre serie eguali di bandiere, ciascuna delle quali rappresentava le 10 cifre della numerazione. Si ottenevano così 999 segnali.

L'ammiraglio Messiessy nel 1819 formò un codice completo con 20 bandiere quadrate, 4 guidoni, 2 pennelli ed 8 fiamme. Questi 34 segni fondamentali combinati 2 a 2. 3 a 3 davano 37 060 segnali.

Dal 1818 al 1856 vari codici marittimi ebbero la luce in Inghilterra, in Francia ed in America, rendendo sempre più difficile e complicata la corrispondenza fra nave e nave. Fu sentito perciò il bisogno di un codice unico universale che fu adottato nel 1856 da una apposita Commissione Anglo-Francese.

Il codice fu poi modificato a Parigi nel giugno del 1864 e fu stabilito che per le piccole distanze i segnali fossero basati sui colori qualunque fosse la forma e per le grandi distanze sulla forma qualunque fosse il colore.

Il numero dei segnali fondamentali fu fissato a 18 che colle loro combinazioni ne danno 78 642.

Telegrafia ottica semaforica. — I semafori sono il tratto d'unione naturale tra le navi in rotta e la terraferma e sono quindi situati sulle spiaggie e specialmente sulle scogliere e sulle roccie da dove meglio è dato di esplorare l'orizzonte e la superficie del mare.

I primi semafori vennero costruiti in Francia verso l'anno 1864 e rapidamente si estesero nelle altre nazioni. essendo stati riconosciuti utilissimi sia per spiare l'andamento dei bastimenti ostili in tempo di guerra, sia per dare delle istruzioni alle navi che si approssimano alle spiaggie, sia per sorvegliare gli sbarchi clandestini ed i contrabbandi, sia per offrire un mezzo di corrispondenza fra il mare e la terra nell'interesse del commercio, sia infine per segnalare ai bastimenti le previsioni del servizio meteorologico.

In Italia furono impiantati nel tempo della guerra col-

l'Austria, cioè nel 1866.

Per lo scambio dei telegrammi coi bastimenti di tutte le nazioni, i semafori adottano i segnali del codice marittimo commerciale e per le grandi distanze fanno pure uso delle ali del telegrafo aereo.

Telegrafia ottica notturna. — Quasi tutti coloro che si sono occupati di telegrafia ottica aerea, si sono altresi preoccupati del grave inconveniente che coll'apparire delle tenebre, durante la notte, la corrispondenza non poteva più effettuarsi. Si è tentato di vincere tale inconveniente illuminando i telegrafi aerei con luci artificiali che li rendessero visibili anche a distanza, ma con risultati poco soddisfacenti; meglio si è ottenuto l'intento costruendo degli apparecchi speciali con luci artificiali, apparecchi che hanno conservato il loro valore pratico anche dopo la scoperta dei telegrafi elettrici, massime nella milizia ove sono stati riconosciuti di grande utilità.

Le prime traccie di apparecchi di tal genere si riscontrano nel secolo XVII; Francesco Kessler intercettando i raggi luminosi di una lampada a riverbero, un determinato numero di volte, mediante un diaframma, esprimeva le varie lettere dell'alfabeto. Però i telegrafi ottici notturni non hanno preso un vero incremento che da poco tempo.

Dal 1850 al 1861 il Genio militare austriaco fra le fortezze del quadrilatero, aveva stabilito un regolare servizio

di telegrafia ottica diurna e notturna.

Un solo segnale elementare ripetuto al massimo 4 volte era sufficiente per esprimere una segnalazione. Mediante due segnalazioni si potevano esprimere le varie cifre sino a 16, le quali poi rappresentavano le lettere dell'alfabeto raggruppando insieme quelle che hanno un suono somigliante.

Nel 1862 l'impiegato telegrafico dell'Amministrazione Italiana Marco Antonio Pannilini presentava al Ministero della guerra un apparecchio consistente in una lampada Carcel posta al fuoco di una lente che si poteva eclissare con un diaframma mobile. Dalla diversa durata dei raggi luminosi si componeva un alfabeto simile a quello di Morse nella telegrafia elettrica.

Il barone di Ebner, del Genio austriaco, nel 1866 pose in opera in alcune fortezze settentrionali dell'impero, degli apparecchi ottici, nei quali le segnalazioni si effettuavano di giorno con dischi e di notte con fanali situati ai vertici di un triangolo. Le 39 combinazioni che se ne potevano ottenere rendendone visibili ora uno, ora due, ora tre, e combinando i segnali elementari, erano sufficienti per rappresentare le lettere dell'alfabeto e le cifre della numerazione.

Nella guerra franco-prussiana (1870) molti sistemi sono stati messi in opera, ma tra tutti è notevole quello del colonnello Mangin che può servire anche di giorno colla luce solare riflessa da appositi specchi.

In Italia va notato ancora, tra coloro che si sono occupati di telegrafia ottica notturna, l'ufficiale telegrafico Alfonso Contello (1873) che impiegava 5 fanali di luce bianca, i quali potevano comparire su due allineamenti, e rappresentavano i punti o i tratti dell'alfabeto Morse secondochè si trovavano sulla linea superiore o su quella inferiore.

L'ispettore telegrafico Giuseppe Cacopardo (1884) ha pure presentato un sistema ottico notturno e come il barone d'Ebner faceva uso di tre fanali disposti ai vertici di un triangolo; però le segnalazioni venivano fatte in modo diverso. Una delle fiaccole, la superiore, serviva di guida, l'inferiore di sinistra rappresentava il punto Morse e quella di destra la linea.

Nel Genio militare italiano si fa uso di apparati a lenti conosciuti col nome di apparati diottrici ideati dal colonnello Faini, mediante i quali, con lampade a petrolio, con luce ossidrica ed anche con luce elettrica, nelle notti serene si può corrispondere anche alla distanza di 200 chilometri.

Altri sistemi ottici notturni sono basati su luci colorate, con appositi vetri che s'interpongono innanzi alla lampada, altri sull'accensione di polveri infiammabili, altri sull'illuminazione di una tela bianca o di un getto di vapore che si rischiarano di una luce brillante e visibile a grandi distanze.

Telegrafia solare. Eliografi. — Nel 1831 il prof. Gauss di Göttingen propose di applicare l'immagine riflessa del sole per le triangolazioni geodetiche, dimostrando che uno specchio di pochi pollici quadrati di superficie può projettare i raggi solari anche a 30 chilometri di distanza. Nel 1849 furono fatti degli esperimenti telegrafici mediante la luce riflessa del sole tra Berlino e Potsdam.

Colui però che ha ottenuto pratici risultati per corrispondere a distanza colla luce del sole è stato Giulio Leseurre durante la guerra in Algeria, cioè nel 1855.

L'apparecchio prese il nome di *eliografo*, il quale essenzialmente consisteva in due specchi, dei quali uno raccoglieva i raggi solari facendoli cadere sul secondo che li inviava poi nella direzione voluta, cioè verso la stazione corrispondente.

Un paraluce a forma di persiana, colle traverse mobili, mediante una manovella regolava le emissioni luminose ora brevi ora lunghe, riproducendo l'alfabeto Morse. Appositi cannocchiali completavano il sistema, sia per puntare l'apparecchio nella direzione del corrispondente, sia per leggere i segnali a maggiori distanze.

Enrico Mance, nel golfo Persico, invece di fare uso del paraluce a persiane e del manubrio che ne sposta le traverse, ha reso mobile il secondo specchio su di un asse orizzontale. Abbassando un tasto o manipolatore, lo specchio ruota sul suo asse ed i raggi da esso riflessi vengono deviati sull'orizzonte per cui il corrispondente osserva mancanza di luce.

L'apparecchio notturno del colonnello Mangin come sopra si è accennato può servire altresì come eliografo; basta aggiungervi un *eliostata* che seguendo automaticamente il movimento apparente del sole dispensa di correggere continuamente e di regolare la posizione dell'apparecchio.

Nel Genio militare italiano si fa pure uso dell'eliografo a specchi, però alquanto modificato, specialmente per quanto riguarda il modo di eseguire il *puntamento*.

Si è pure fatto uso di un eliografo a lenti nel quale una prima lente raccoglieva i raggi solari che venivano deviati in basso da un prisma a rifrazione totale; per mezzo di un altro prisma posto al foco di una seconda lente, erano poi inviati verso il corrispondente. Nella direzione dell'asse di questa seconda lente trovavasi il cannocchiale col quale si effettuava anche il puntamento. Sono stati abbandonati per le difficoltà che si incontravano nel regolare la luce.

Gli eliografi hanno tutti i requisiti necessari per la telegrafia ottica, cioè:

1º L'intensità luminosa è grandissima;

2º Il raggio riflesso forma un cono di soli 43" (diametro apparente del sole) e quindi è atto a vincere le più grandi distanze;

3º È difficilissimo a persone estranee di penetrare nell'interno del cono luminoso e di sorprendere la corrispondenza.

Gli eliografi possono anche servire di notte o di giorno quando il sole è coperto, a minore distanza, per mezzo di luci artificiali projettate sugli specchi.

Telegrafi elettrici. — L'elettricità prodotta collo sfregamento era conosciuta sino da 600 anni av. C., ma non fu che nel 1746 che Winckler di Lipsia (Germania) ne studiò la proprietà per la quale si trasmette attraverso i fili metallici.

Qualche anno dopo Watson e Franklin fecero degli esperimenti trasmettendo la scintilla elettrica a distanza ed infiammando anche dell'alcool.

Lomond, fisico parigino, pensò nel 1757 di applicare l'elettricità alla trasmissione del pensiero basandosi sulle attrazioni e ripulsioni dei corpi elettrizzati. Giuseppe Bozolo, professore di filosofia nel Seminario romano, eseguiva degli esperimenti di telegrafia facendo scoccare la scintilla elettrica di una bottiglia di Leyda tra le estremità lontane di un conduttore isolato. Lo riferisce Mariano Partenio che pubblicava nel 1767 un volume in versi descrivendo tutti i fenomeni allora conosciuti di elettricità; è a ritenersi perciò che gli esperimenti del Bozolo rimontino ai tempi del Lomond, se non prima.

Giorgio Luigi Lesage di Ginevra nel 1774 costrui il suo telegrafo servendosi di 24 fili metallici (uno per ogni lettera), isolati fra di loro e in comunicazione ciascuno con un elettrometro a foglie d'oro o a pendolini di sambuco.

Bettancourt di Madrid nel 1787 fece degli esperimenti di telegrafia su di una linea di 26 miglia, producendo i se-

gnali con le scariche di una bottiglia di Leyda.

Reisser in Germania nel 1794 con 74 fili, 2 per ogni lettera, e con striscie di stagnola della forma delle lettere dell'alfabeto, distese su di una lastra di vetro in modo simile al quadro di Franklin, componeva il suo telegrafo. Le scintille prodotte da una macchina elettrica rendevano visibile momentaneamente la lettera che si voleva indicare al corrispondente.

Tiberio Cavallo, illustre fisico, nato a Napoli, fece nel 1795 a Londra degli esperimenti di telegrafia, con risultati più manifesti dei suoi predecessori, avendo fatto uso di batterie di bottiglie di Leyda accendendo sostanze combustibili

e detonanti.

Finalmente accenniamo anche a Francesco Salva, medico catalano che nel 1796 propose un telegrafo poco dissimile

da quello di Reisser.

Tutti questi tentativi però non approdavano a risultati pratici, non erano che esperienze da gabinetto; non servivano che per appagare la curiosità di pochi e solo svelavano il grande desiderio che gli uomini sentivano di trovare un mezzo per potere corrispondere celeremente tra di loro a grandi distanze e in ogni istante.

Verso la fine del XVIII secolo, Alessandro Volta inventa la pila elettrica, il meraviglioso apparato pel quale si ot-

tenne l'elettricità dinamica.

Tosto gli scienziati si affrettarono ad investigarne le proprietà e nell'anno istesso dell'invenzione della pila, due fisici inglesi Carlisle e Nicholson decomposero l'acqua colla corrente elettrica.

Basandosi su questo fenomeno, Soêmering nel 1809 espose all'Accademia di Monaco un apparecchio telegrafico; egli si serviva di 35 conduttori e di altrettanti voltametri, per cui praticamente il suo sistema presentava numerose difficoltà ed era sopratutto dispendioso e poco sollecito. In ogni modo segnò un passo importante nel progresso della telegrafia elettrica.

L'inventore, nel descriverlo, bene intravvide tutti i vantaggi che il telegrafo elettrodinamico aveva su quelli elettro-

statici e su quello ottico di Chappe.

Nel 1802, poco tempo dopo dell'invenzione della pila, il Romagnosi scopriva che accostando un polo della pila di Volta ad un ago calamitato sospeso, questo si spostava e nel 1819 Oersted di Copenaghen trovava che l'ago si spostava se trovavasi in presenza di un filo percorso dalla corrente elettrica.

Schweigger di Halle e Poggendorf di Berlino l'anno seguente (1820) moltiplicarono l'effetto della corrente sull'ago avvolgendovi attorno il filo molte volte e costruirono il

galvanometro.

Tutte queste scoperte fatte nello studio dell'elettricità portarono nuovo materiale per la costruzione dei telegrafi. Oersted propose nel 1820 di sostituire ai voltametri nel telegrafo di Soêmering, degli aghi calamitati situati a piccola distanza parallelamente ai fili conduttori. Ampère e Laplace nel 1821 lo migliorarono applicandovi dei galvanometri.

ll barone russo Schilling lo semplificava proponendo di fare uso di un solo galvanometro, traendo profitto delle deviazioni che l'ago poteva fare a destra o a sinistra della scala per comporre l'alfabeto.

Nel 1837 Alexander di Edimburgo modificava anch'egli il telegrafo di Ampère in guisa che per la deviazione degli aghi calamitati, si scopriva la lettera che si voleva segnalare.

È manifesto frattanto che eccetto il telegrafo progettato da Schilling, tutti gli altri avevano il gravissimo inconveniente di richiedere un gran numero di fili metallici, la qual cosa li rendeva dispendiosi ed inattuabili.

Gauss e Weber nel 1834 furono i primi che riuscirono ad impiantare un telegrafo elettrico pratico, seguendo l'idea proposta dal barone Schilling. Invece di un ago però, fecero uso di una potente calamita diritta sospesa nel suo mezzo ed attorniata nel senso longitudinale da un filo moltiplicatore collegato con i due conduttori che riunivano l'osservatorio astronomico di Göttinga coll'osservatorio magnetico, località distanti circa 3 chilometri.

Per ottenere le deviazioni della calamita essi si servivano di correnti indotte che producevano spostando rapidamente a mano una calamita nell'interno di un rocchetto. Le deviazioni del magnete ricevente, sebbene piccolissime, si osservavano esattamente per mezzo di un cannocchiale e di un raggio di luce che veniva riflesso su di una scala da uno specchietto fisso al magnete stesso.

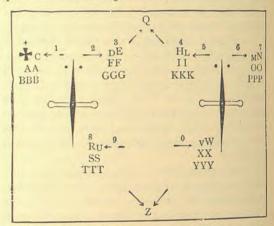


Fig. 728. - Segnali del telegrafo a due aghi di Wheatstone e Cooke.

Risoluto così praticamente il grande problema della telegrafia elettrica, seguirono tosto altre invenzioni tendenti a migliorarlo o a completarlo. Steinheil, allievo di Gauss, nel 1837 fece uso per la trasmissione dei segnali di una potente macchina elettromagnetica, e pel ricevimento, di un sistema di calamite invece di una sola. Utilizzando i movimenti di due calamite mobili, produceva dei suoni su due campanelle di tonalità diversa, ovvero tracciava dei segnali permanenti formati da punti disposti su due file in una striscia di carta che si avanzava lentamente per l'azione di un sistema di orologeria.

Questo telegrafo fu impiantato nel luglio del 1837 su tre diversi tratti di linea, di cui il maggiore era di 40 chilometri circa e con esso si otteneva una velocità di trasmis-

sione di 6 parole al minuto.

Poco tempo dopo che Steinheil mise in funzione tale apparecchio, fece l'importante scoperta che la terra potera servire come filo di ritorno, la qual cosa rese possibile l'impianto della telegrafia elettrica per mezzo di un sol filo.

In Italia il prof. Luigi Magrini si occupava anch'eglinel 1837 di telegrafia elettrica. Otteneva le segnalazioni per mezzo degli spostamenti di tre aghi magnetici.

Karl Wheatstone, illustre fisico nato nel 1802 a Gloucester e morto il 2 ottobre 1875, essendosi occupato nel 1834 della velocità di propagazione della corrente elettrica sui fili conduttori, concepi l'idea di convertire l'apparato col quale eseguiva tali esperimenti, in un telegrafo elettrico da servire specialmente lungo le ferrovie che in quel tempo si venivano costruendo.

È al Wheatstone che la telegrafia, come vedremo, va de-

bitrice di tante altre importantissime invenzioni.

Unitamente a Cooke egli fece un telegrafo con 5 fili condutori e 5 aghi calamitati, di cui i movimenti combinati tra di loro producevano 31 segnali. In seguito ridusse il numero degli aghi a 2 (fig. 728), ed infine ad un solo componendo l'alfabeto colle due posizioni che l'ago poteva prendere e col vario numero delle oscillazioni, rendendolo semplicissimo ed applicabile su lunghe linee.

Mentre i telegrafi ad ago facevano tanti progressi, altre proprietà dell'elettricità dinamica venivano meglio conosciute e studiate. Mojon, celebre chimico genovese, aveva scoperto e pubblicato fin dal 1802 che gli aghi d'acciajo acquistano le proprietà magnetiche coll'azione della corrente, scoperta che nel 1820 si attribuisce ad Arago e ad Ampère, ai quali spetta però il merito di avere meglio studiato il fenomeno stabilendone le leggi e fondando la teoria elettromagnetica.

William Sturgeon nel 1825 costrui le calamite temporanee e nel 1827 il prof. Dana esibi nell'ateneo di New York l'elettro-calamita di Sturgeon dimostrando che coll'aprire e col chiudere il circuito della corrente, l'armatura cadeva o si sollevava. Alla conferenza trovavasi presente il professore Morse, inventore dell'apparecchio telegrafico che porta il suo nome, apparecchio che, malgrado le tante scoperte meravigliose fatte in seguito, è ancora universalmente adoperato. Secondo quanto afferma Morse stesso, l'invenzione del suo telegrafo rimonta al 19 ottobre 1832 quando era a bordo del battello il Sully ritornando da Havre a New York, ma non fu che il 2 settembre del 1837, cioè tre anni dopo la scoperta del Gauss, che egli ne fece il suo primo esperimento pubblico; il 10 settembre dell'anno seguente lo fece funzionare dinanzi all'Accademia delle Scienze di Parigi e solo il 27 maggio del 1844 l'apparato fu attivato sulla linea Washington-Baltimora.

In questo frattempo, Wheatstone in Inghilterra, oltre allo avere migliorati i suoi sistemi telegrafici ad ago, aveva costruito anche una suoneria elettro-magnetica (1837) ed un telegrafo a quadrante con sistema d'orologeria a scappa-

mento elettro-magnetico (1841).

Nel 1838 Edward Davy prendeva la privativa per un lelegrafo a segnali chimici, ove s'impiegavano delle striscie di mussolina umettata di joduro di potassio. Nel dicembre del 1846, Bain otteneva la patente pel suo sistema elettrochimico, e per il primo indicava di preparare i telegrammi sopra di una carta perforata per effettuarne la trasmissione automaticamente, cosa che in seguito ha contribuito immensamente per accrescere la capacità di lavoro delle linee telegrafiche.

Mentre il telegrafo elettrico si estendeva in tutte le nazioni civili, in Francia ove il telegrafo aereo di Chappe dava soddisfacenti risultati, trovava ostacolo ad introdursi; perfino Puillet lo dichiarò una spiritosa utopia. Ma per opera di Arago e di Foy, capo dell'Amministrazione telegrafica, ed in seguito a dissidi avvenuti con Wheatstone a cui era

stato dato l'incarico d'impiantare una linea telegrafica elettrica, fu costruito da Breguet un telegrafo elettrico ad aghi che eseguiva i segnali ordinari del telegrafo di Chappe. Nel dicembre del 1844, il telegrafo Foy-Breguet fu messo in attività; si richiedevano due fili di linea, e con tutto ciò i due aghi non potevano riprodurre che la metà dei segnali del telegrafo di Chappe; inoltre si verificavano tanti inconvenienti che si dovette abbandonare e trasformare in un altro sul genere di quello a quadrante di Wheatstone, che poi fu adottato anche in Italia, lungo le ferrovie della Toscana.

In America, House nel 1846 prendeva un brevetto d'invenzione di un sistema telegrafico stampante e contuttochė pruducesse un lavoro inferiore a quello degli apparati Morse

e Bain, fu attivato su qualche linea.

Gli apparecchi che sono stati inventati in seguito, sono tali e tanti che sarebbe impossibile il volerli tutti rammenare. Ci contenteremo perciò di indicare semplicemente quelli che in qualche modo hanno un interesse speciale dal lato storico, estendendoci maggiormente nei sistemi telegrafici che per il loro valore pratico sono maggiormente in uso.

#### II. — INTRODUZIONE.

In ogni sistema di telegrafia elettrica si richiede:

1º Una sorgente di elettricità od elettro-motore;

2º Un apparecchio detto trasmettitore atto ad aprire e chiudere il circuito dell'elettro-motore in guisa che sia possibile di variare il numero o la durata delle emissioni di corrente, o l'intervallo che separa una emissione dall'altra, o la direzione o l'intensità della corrente stessa;

3º Un apparecchio che renda manifeste le dette varia-

zioni e che prende il nome di ricevitore;

4º Uno o più conduttori che colleghino le due stazioni lontane tra le quali vogliasi effettuare la corrispondenza, detti fili di linea od anche semplicemente linee.

Elettromotori. — In telegrafia il requisito essenziale della sorgente elettrica è che la corrente che percorre la linea sia sempre d'intensità costante e che rapidamente si manifesti alla stazione lontana.

In generale esso è costituito da una pila primaria ed oggigiorno nei grandi uffici si va estendendo anche l'uso di pile secondarie od accumulatori. In casi eccezionali si potrebbe

fare uso direttamente anche di dinamo.

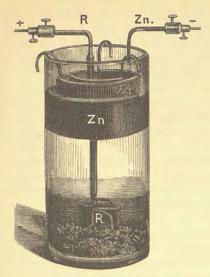
Le pile a solfato di rame derivate dal tipo Daniel, sono quelle che generalmente vengono adoperate in telegrafia per la costanza della corrente elettrica da esse sviluppata, per la facilità di manutenzione e per il poco costo delle sostanze che le compongono; tali sono la pila Meidinger, quella Calland (fig. 729) e la pila italiana (fig. 730) a strozzatura.

Tutte queste pile hanno una forza elettromotrice di circa 1 volt e una resistenza interna variabile a seconda del tipo

e del modo come sono costruite.

Chiudendo i poli di una pila direttamente tra di loro, la quantità di corrente che essa può dare in un determinato tempo dipende entro certi limiti dalla sua resistenza interna e tal fatto ha una stretta relazione colla maggiore o minore rapidità colla quale la corrente si manifesta alla estremità lontana di una linea telegrafica.

Nei sistemi telegrafici ad emissioni rapide si richieggono perciò pile di piccola resistenza interna e di grande forza



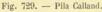




Fig. 730. — Pila Italiana.

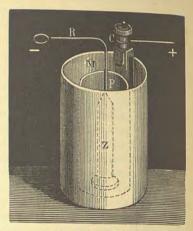


Fig. 731. - Pila Fuller.

elettromotrice, come ad es.: la pila Fuller (fig. 731), che a preferenza delle altre è adoperata in Inghilterra ed in casi speciali anche in Italia.

Nella telegrafia militare, ove si richiede che la pila sia facilmente trasportabile, si fa uso di una pila a bisolfato di mercurio ossia di una pila Marié Davy, modificata dal colonnello Conti e dall'ingegnere Girardi. Essa non contiene dei liquidi che facilmente si verserebbero nel trasporto, ma per mezzo di una spugna bagnata se ne mantengono umide le sostanze che la compongono. Dello stesso genere sono anche le pile trasportabili di Siemens, che sono utilissime in casi particolari agli ispettori telegrafici per esperimenti o per misurazioni elettriche da farsi sulle linee.

La pila Leclanché anch'essa può servire utilmente in telegrafia, specialmente in quelle linee dove il lavoro telegrafico non essendo continuo, l'elettromotore rimane per molte ore del giorno inoperoso. In questo tempo la pila Leclanchè non si consuma inutilmente, come avviene delle altre pile, ed è perciò raccomandabile dal lato economico.

Circuito. — Quando i poli di una pila siano collegati mediante corpi buoni conduttori, si stabilisce, secondo la legge di Ohm, la corrente elettrica che circola per essi dal polo positivo al negativo, e per la pila stessa dal negativo al positivo. L'insieme di tutti i corpi percorsi dalla corrente elettrica costituisce il circuito di cui generalmente fa parte anche la terra. Si distingue il circuito interno dal circuito esterno, riferendosi il primo all'elettromotore e l'altro ai conduttori che ne riuniscono i poli.

Se tra i conduttori per i quali passa la corrente vi sia compreso un filo metallico che si estenda tra due località distanti, si ha un circuito di linea; se invece i corpi attraversati dalla corrente si trovano tutti nel luogo stesso dove risiede la pila, si ha un circuito locale.

Inoltre i circuiti telegrafici si distinguono anche in circuiti ordinari e circuiti a corrente continua. I primi sono quelli nei quali ogni stazione telegrafica effettua la trasmissione chiudendo il circuito della propria pila, i secondi sono quelli dove si ha corrente anche quando tutte le stazioni sono allo stato di riposo, per cui è sufficiente una sola batteria che risieda in un punto qualunque del circuito per

effettuare la corrispondenza tra tutte le stazioni incluse nel medesimo.

Segni convenzionali. — Per rappresentare graficamente una pila si suole fare uso del diagramma seguente che la origine dalla projezione orizzontale della pila Wollaston

In Inghilterra pertanto ed in America il segno grosso rappresenta lo zinco (—) e quello sottile il rame (+). In Francia ed in Italia invece, i segni delle polarità sono inver-

grosso e corto volesse rappresentare il carbone che è l'elettrodo positivo di talune pile, ed il segno sottile e lungo, lo zinco.

Aggruppamento degli elementi. — Stabilito il tipo della pila che si voglia adottare su di un circuito, interessa grandemente in pratica di sapere quale disposizione convenga meglio di dare agli elementi per avere da essi il migliore risultato, cioè quale sia il minor numero di elementi richiesti per ottenere una determinata intensità di corrente.

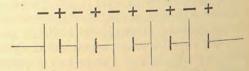


Fig. 732. - Elementi di pila in serie.

Per i circuiti di grande resistenza, la disposizione che più conviene è quella in serie (fig. 732), che consiste nel riunire il polo positivo del primo elemento col negativo del secondo, il positivo di questo col negativo del terzo e così di seguito.

Le forze elettromotrici dei singoli elementi vengono per tal modo sommate e sino a che la resistenza interna della pila non raggiunga quella del circuito esterno, si ha sempre un vantaggio conveniente nell'intensità della corrente, essendo noto che il massimo effetto utile di una pila si ha quando la resistenza interna eguaglia quella esterna.

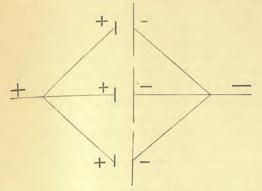


Fig. 733. - Elementi di pila in quantità.

Per i circuiti invece di piccolissima resistenza, gli elementi si riuniscono in quantità o in superficie (fig. 733), che consiste nel riunire da un lato tutti i poli negativi degli elementi tra di loro e dall'altro tutti i poli positivi. Questa disposizione equivale all'avere un elemento solo di grandi dimensioni, cioè di superficie multipla e quindi di resistenza

Fig. 734. - Pila a doppia superficie.

interna altrettante volte minore. Tra queste due disposizioni vi sono poi gli aggruppamenti *misti* o in *serie multiple*; così, due serie parallele che abbiano i poli omonimi collegati tra di loro diconsi disposte a *doppia* superficie (fig. 734),

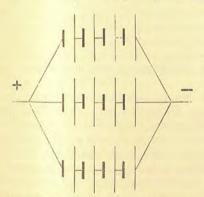


Fig. 735. — Pila a tripla superficie.

se le serie parallele fossero tre, direbbesi a tripla superficie (fig. 735), ecc. La forza elettromotrice di queste batterie risulterebbe eguale a quella di una delle serie degli elementi, e la resistenza interna sarebbe eguale alla metà, al lerzo, ecc. In telegrafia si fa pure uso di un aggruppamento speciale conosciuto col nome di *pila a scaglioni* (fig. 736), che consiste in un aggruppamento misto nel quale le serie sono composte di un numero decrescente di elementi, per cui la batteria risultante viene ad essere formata da gruppi di elementi di superficie sempre più piccola.

Facendo uso di elementi italiani che colla strozzatura di 7 cm. di diametro hanno approssimativamente le costanti 4 volt 6 ohm, la disposizione in serie conviene per i circuiti di

linea esercitati con sistemi che non richieggono una rapida propagazione di corrente; gli aggruppamenti a doppia, a tripla superficie ossia in serie multiple sono da adottarsi per i circuiti locali, per le diramazioni contemporanee dei medesimi segnali su più circuiti di linea, nei sistemi rapidi ove le emissioni di corrente hanno una durata brevissima e in generale in tutti i casi nei quali si richiede di abbreviare la durata dello stato variabile della corrente.

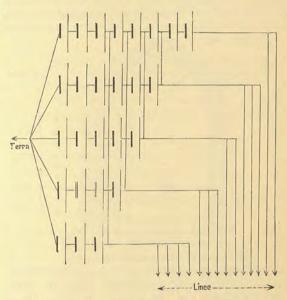


Fig. 736. - Pila a scaglioni.

L'aggruppamento a scaglioni serve poi per fornire la corrente ad un grande numero di circuiti di linea di diversa resistenza, colla stessa pila, realizzando un notevole risparmio di elementi. Giova notare però che con questa disposizione l'intensità della corrente emessa nei singoli circuiti varia col numero eventuale dei circuiti stessi che si trovano contemporaneamente ad essere percorsi dalla corrente, per cui non è applicabile che in quei sistemi nei quali sono compatibili le suddette variazioni, le quali sono sempre più piccole quanto più piccole sono le resistenze interne dei gruppi di elementi associati in tensione.

La pila Calland, grande modello, che ha una resistenza interna di circa metà della pila italiana (3 ohm), dà degli eccellenti risultati colla disposizione in serie, in tutti i casi in cui colla pila italiana sarebbe richiesta la disposizione a doppia superficie.

La pila Fuller, che oltre all'avere una piccola resistenza interna (da 2 a 3 ohm) ha eziandio una forza elettromotrice doppia della pila a solfato di rame, colla disposizione in serie può servire in quasi tutti i casi suaccennati, però per le variazioni che subiscono le sue costanti e per la rapidità colla quale deperiscono le soluzioni, laboriosa e costosa ne riesce la manutenzione, cosicchè in Italia si evita di farne uso per quanto è possibile.

La pila Leclanchė, quantunque si polarizzi facilmente, sarebbe da raccomandarsi nei piccoli uffici inclusi nei circuiti omnibus, sia per la poca manutenzione che richiede, sia perchè non si consuma quando è a circuito aperto.

Accumulatori. — Di fronte ai vantaggi che offrono le diverse pile opportunamente usate nei vari circuiti, non bisogna però perdere di mira i vantaggi che si potrebbero avere dall'unificazione del materiale, per cui sono da lodarsi tutti quei tentativi che mirano a raggiungere questo scopo, che sperasi si potra realizzare coll'uso delle pile secondarie od accumulatori, i quali vanno acquistando un'importanza sempre maggiore non solo in telegrafia, ma anche nelle altre applicazioni industriali elettriche.

Gli accumulatori che meglio degli altri si prestano in telegrafia sono quelli del tipo Gandini a diaframma poroso, perchè sono di grande durata, di facilissima manutenzione e pochissimo soggetti a guasti.

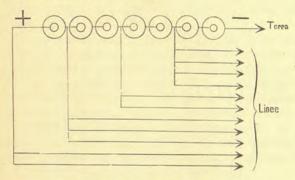


Fig. 737. — Distribuzione diretta delle correnti derivate direttamente dagli accumulatori.

Gli accumulatori si possono aggruppare nella stessa maniera delle pile primarie e una stessa batteria può servire a qualsiasi numero di circuiti quand'anche abbiano diversa resistenza.

Le batterie comuni a più circuiti formate con pile o con accumulatori devono avere uno dei poli a terra e le prese della corrente si fanno a voltaggi proporzionati alle resistenze stesse dei circuiti. Facendo uso di accumulatori si ha il vantaggio però che la resistenza interna essendo piccolissima (qualche centesimo di ohm) e la forza elettromotrice media durante il periodo utile della scarica essendo di circa 2 volt, le variazioni che subiscono le correnti derivate dalla batteria sono praticamente insensibili; gli accumulatori possono perciò servire sia per i circuiti con apparati ordinari, sia per quelli con apparati ad emissioni rapide, sia infine per quelli con apparati a sincronismo; anzi si ottengono dei risultati migliori di quelli che si otterrebbero se si facesse uso di tante batterie voltaiche separate, quanti sono i circuiti.

Disponendo gli accumulatori in serie (fig. 737) e facendo le prese delle correnti nel modo anzidetto, avviene che gli elementi situati verso il polo a terra si scaricano prima degli altri ed occorre di ricaricarli quando l'altra parte della batteria non ne avrebbe di bisogno.

Invece di derivare le correnti direttamente dagli accumulatori, si potrebbero fare le prese al di fuori della batteria lungo un conduttore che ne congiungesse i poli, dei quali però uno dovrebbe comunicare sempre colla terra (fig. 738). Lungo questo conduttore il potenziale avrebbe dei valori decrescenti dal massimo disponibile nella batteria allo zero, e tutti gli elementi si consumerebbero egualmente. Si avrebbe però una fortissima perdita di energia elettrica attraverso il conduttore stesso, il quale non potrebbe essere molto resistente senza produrre delle notevoli variazioni nell'intensità delle correnti inviate nei circuiti.

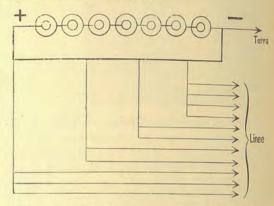


Fig. 738. — Distribuzione delle correnti derivate dal circuito esterno degli accumulatori.

Per distribuire il potenziale al di fuori della batteria degli accumulatori, Picard di Parigi ha recentemente proposto di sostituire al conduttore esterno, delle controforze elettromotrici date da piccoli accumulatori o semplici voltametri che costituiscono la così detta batteria di distribuzione del potenziale (fig. 739).

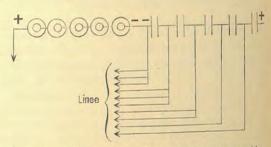


Fig. 739. - Accumulatori con batteria di distribuzione del potenziale.

Questa speciale batteria si congiunge con un polo in opposizione alla batteria degli accumulatori lasciandone l'altro polo isolato; in tal modo essa è percorsa soltanto dalla corrente utile che alimenta le varie prese dei circuiti telegrafici ed inoltre è sottoposta ad una carica continua, per cui non fa bisogno che abbia grande capacità, ciò che permette di costruirne gli elementi di piccole dimensioni edi grande semplicità. Questa disposizione è notevole anche perchè vi ha un sol filo tra la batteria che fornisce la corrente e quella di distribuzione, quindi riesce facilissima la carica della prima ed anche la sostituzione di essa con una dinamo che fosse a notevole distanza.

Laddove non si abbia disponibile una dinamo per la carica degli accumulatori, si può supplire con una batteria di elementi primari realizzando un'economia del 70 all'80 % circa

sul numero degli elementi di pila che occorrerebbero se fossero adoperati direttamente sui circuiti.

Quantunque la carica degli accumulatori avvenga lentamente per mezzo delle pile, pure lasciandoli permanentemente in carica essi mantengono sempre elevata la loro forza elettromotrice e durante la notte in cui riposano, riacquistano con facilità tutto quello che perdono lungo la giornata.

Nell'uso degli accumulatori in telegrafia, bisogna avere l'avvertenza di impedire i corti circuiti sia negli apparati che nelle comunicazioni, quindi bisogna opportunamente modificare gli apparati stessi ed in pari tempo proteggerli con valvole di sicurezza o con resistenze moderatrici delle correnti se si vogliono preservare dai danni cui sarebbero esposti per possibili fulminazioni.

S'intende che una sola batteria di accumulatori non può dare sui circuiti che correnti di una sola direzione. Per i sistemi a correnti invertite si richiedono perciò due separate hatterie delle quali una serve per le correnti dirette e l'altra

per quelle inverse.

Intensità delle correnti telegrafiche. - L'intensità della corrente che si richiede nei circuiti telegrafici varia a seconda degli apparati. Per le macchine Morse ed Hughes è stabilita tra 10 e 15 milliampère calcolandola come se l'isolamento delle linee fosse perfetto.

Per i sistemi ad emissioni rapide come in quello di Wheatstone o di Baudot si fa uso di correnti comprese tra

20 a 25 milliampère.

Le correnti telegrafiche misurate presso l'elettromotore risultano sempre di maggiore intensità di quelle calcolate, e presso il ricevitore sono sempre minori a causa delle dispersioni cui vanno soggetti i circuiti telegrafici per quante cure si abbiano nell'isolarli dal suolo. Quando la corrente che circola nel ricevitore non è che di 1/4 o di 1/5 di quella inviata dal trasmettitore, essa è ancora sufficiente per il regolare funzionamento dei sistemi telegrafici oggidi generalmente adottati, alla condizione però che sia costante.

Nei circuiti locali le correnti sono di svariatissima intensità secondo l'apparecchio che devono far funzionare; in taluni casi occorre persino che nello stato permanente della corrente l'intensità sia anche di un quarto od un quinto di ampère, affinchè nelle emissioni di brevissima durata, la quantità di corrente circolante nel filo magnetizzante degli elettromagneti, sia sufficiente per produrre il lavoro che si richiede dai medesimi.

La determinazione del numero degli elementi occorrenti per formare le batterie si esegue applicando la legge di Ohm e tenendo presenti le considerazioni sopra accennate circa

l'aggruppamento degli elementi.

Altre volte si fa uso di formole empiriche per le quali si ottiene di compensare con un maggior numero di elementi gli effetti prodotti dalle dispersioni o perdite che si verificano sulle linee; perdite che aumentano in un rapporto maggiore delle lunghezze effettive delle linee stesse.

Dicesi corrente media una corrente continua di intensità tale che nelle 24 ore della giornata farebbe lo stesso lavoro chimico delle correnti telegrafiche emesse in un dato circuito telegrafico; si può ritenere che sia di 1 a 2 milliampère nei circuiti di linea e di 40 a 20 milliampère nei circuiti locali.

#### III. — APPARATI.

Mentre nei sistemi telegrafici ottici ed acustici, la luce od il suono impressionano direttamente la vista o l'udito, nei sistemi telegrafici elettrici invece, non vengono utilizzati gli effetti fisiologici dell'elettricità. I nostri sensi non ne ricevono l'impressione che indirettamente per mezzo di un effetto qualsiasi prodotto da qualche altra proprietà della corrente elettrica.

Una divisione principale degli apparecchi telegrafici si basa perciò su quelle proprietà della corrente elettrica sulle quali sono costruiti gli apparecchi stessi; si hanno così due grandi categorie, cioè i telegrafi elettrochimici e quelli elettromagnetici. Questa categoria si suddivide poi in sistemi telegrafici che producono segnali fugaci o permanenti, mentre i sistemi elettrochimici sono sempre a segnali per-

I sistemi a segnali fugaci si distinguono ancora in telegrafi ottici ed acustici e quelli a segnali permanenti in telegrafi scriventi, stampanti ed autografici.

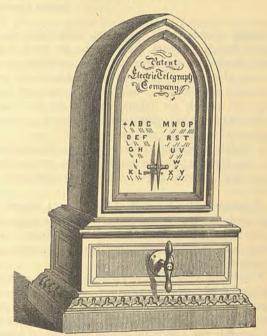


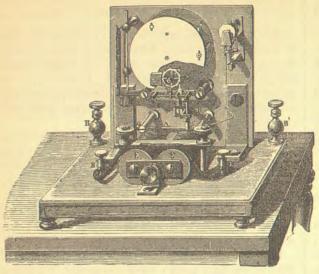
Fig. 740. - Telegrafo ad un ago di Wheatstone e Cooke.

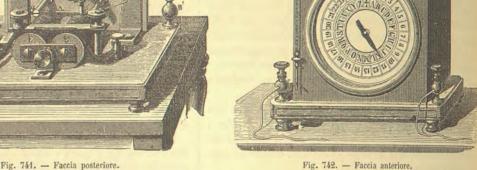
Inoltre si hanno altre classi di apparati i quali sono aggruppati insieme per qualche loro carattere o proprietà speciale, come ad esempio i telegrafi automatici e quelli multipli noti anche col nome di apparati celeri, perchè col loro mezzo si ottiene dalle linee il massimo rendimento.

## Telegrafi elettromagnetici a segnali fugaci.

a) A segnali fugaci ottici. - In questa classe di apparecchi vi sono compresi quelli ad ago e quelli a quadrante.

Telegrafo ad ago di Wheatstone. — Tra gli apparecchi ad ago abbiamo accennato nella storia della telegrafia a quello di Wheatstone e Cooke (fig. 740). A complemento di quelle notizie possiamo qui aggiungere che il trasmettitore consisteva in una chiave con manubrio per mezzo della quale si potevano inviare sulla linea correnti voltaiche di diversa





Telegrafo a quadrante Breguet (fig. 741 e 742).

direzione secondo che lo spostamento della chiave veniva fatto a destra o a sinistra. Ciò si otteneva per mezzo di due molle che sfregavano su apposite lastrine metalliche situate ottorno ad un asse. Il ricevitore poi consisteva in un galvanometro con sistema di aghi astatici, mantenuti nella posizione verticale per differenza di peso dei due bracci. Nello stato di riposo la chiave assicurava altresi la comunicazione della linea col ricevitore.

L'alfabeto si componeva colle combinazioni dei movimenti dell'ago, movimenti che per ogni lettera non erano mai più di quattro. Appositi arresti di avorio ne limitavano le deviazioni.

Telegrafo a riflessione di W. Thomson. - I telegrafi ad ago, per la loro grande sensibilità, hanno anche oggigiorno il loro valore pratico e anzi sono i soli che risolvono il problema della corrispondenza attraverso i lunghissimi cavi subacquei.

Il ricevitore a riflessione di Thomson, che è una modificazione del galvanometro a riflessione, è quello appunto che serve a questo scopo. L'apparecchio si compone di un rocchetto di filo e di un sistema di aghi calamitati incollati sul di dietro di uno specchietto sospeso ad un filo di bozzolo cortissimo e rinchiuso in un tubo di rame che si introduce nell'asse del rocchetto. Si riconduce l'ago nella posizione normale per mezzo di una calamita permanente semicilindrica che abbraccia la parte superiore del rocchetto e che può spostarsi su di un asse verticale, o per mezzo di due calamite laterali che penetrano nel tubo.

Un raggio luminoso proveniente da una lampada a petrolio, dopo di avere attraversato una fessura praticata in uno schermo, è raccolto da una lente, e viene riflesso dallo specchietto su di un diaframma di carta bianca, sorretto da un piede, e che si sposta opportunamente per ricevere l'immagine luminosa. Un movimento della striscia luminosa verso la sinistra indica un punto dell'alfabeto Morse, un movimento a destra la linea. Questi segnali si producono invertendo le correnti all'estremità da cui si trasmette, per mezzo di un tasto a doppia corrente come quello dell'apparato ad un ago.

È da notare che in questo apparecchio lo zero del raggio riflesso è variabile, ossia che i movimenti della striscia luminosa non sono a destra e a sinistra del punto che coincide colla posizione di riposo dell'immagine riflessa, ma sono relativi alla posizione da essa presa per effetto delle correnti precedenti, ciò che permette nei cavi la coesistenza di più onde elettriche che si susseguono, raggiungendosi in tal modo nella corrispondenza una velocità molto maggiore di quella che si otterrebbe se si dovesse attendere che il cavo si scaricasse completamente, prima di inviare un nuovo segnale. La velocità massima che si ottiene così nei cavi transatlantici è di 110 lettere al minuto, pari a 22 parole inglesi, contuttochė vi si faccia uso di pochissimi elementi di pila a solfato di rame.

Apparecchi a quadrante - Telegrafo Breguet. — Gli apparecchi a quadrante consistono essenzialmente in un sistema di orologieria, nel quale il bilanciere che regola lo scappamento è rimpiazzato dall'armatura di un'elettro-calamita. Con una serie di movimenti dell'armatura stessa, prodotti da un corrispondente numero di correnti elettriche, l'indice dell'orologio ripeterà sul quadrante tutte le fasi dei movimenti e potrà arrestarsi in punti determinati della circonferenza, indicando col suo arresto o l'una o l'altra delle lettere dell'alfabeto tracciate sul quadrante stesso.

Il primo apparecchio di tal genere è il telegrafo Breguet (fig. 741 e 742), derivato dall'altro a segnali convenzionali di Chappe-Foy. La ruota di scappamento era formata da due ruote eguali accoppiate insieme in guisa che i denti dell'una corrispondevano coi vuoti dell'altra. Ogni ruota era formata di 13 denti, per cui con 13 segnali elettrici il sistema di scappamento faceva un giro completo e l'indice, eseguendo 26 spostamenti, poteva condursi ed arrestarsi di fronte ad una lettera qualunque. Il trasmettitore (fig. 743) consisteva in un apparecchio atto a trasformare il movimento di rotazione di una manovella mobile intorno al centro di un quadrante, in un movimento alternato di va-e-vieni di una leva. Sull'asse di rotazione della manovella si trovava perciò una ruota, che presso la periferia e lateralmente aveva un incavo sinusoidale con 13 sporgenze e 13 rientranze. Un'appendice della leva era impegnata in detto incavo o gola ed eseguiva perciò 13 movimenti completi di va-e-vieni per ogni giro intero della manovella. L'estremità libera della leva finiva a molla e risiedeva tra due viti di contrasto, delle quali una comunicava colla pila e l'altra coll'elettro-magnete del ricevitore. La leva era collegata colla linea.

Si comprende che l'indice del quadrante doveva essere sempre d'accordo colla posizione della manovella, per cui era necessario un punto di partenza, sul quale si conduceva l'ago alla fine di ogni telegramma ed anche durante la trasmissione, tutte le volte che si perdeva il richiesto accordo.

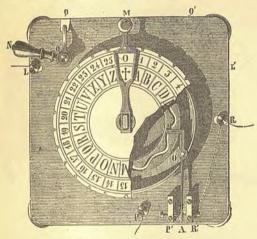


Fig. 743. - Trasmettitore Breguet.

Principali modificazioni apportate al telegrafo Breguet. — Nel telegrafo a quadrante di Breguet il ritorno dell'armatura dell'elettro-calamita nella posizione di riposo avveniva per mezzo di una molla antagonista, la quale bisognava che fosse opportunamente regolata in conformità dell'intensità della corrente. Invertendo il senso della corrente a ciascuna emissione e facendo uso nel ricevitore di un elettro-magnete polarizzato, si può fare a meno della molla antagonista, migliorando altresi il funzionamento del sistema. In tal caso nel trasmettitore si hanno due leve, che facendo contatto colle viti di arresto, invertono la direzione della corrente quando l'appendice passa da una sporgenza ad una rientranza e viceversa.

Era così il telegrafo a quadrante di Digney e quello di Lippens.

Un altro inconveniente del telegrafo di Breguet si manifestava quando girando il manubrio del trasmettitore con troppa velocità, l'armatura dell'elettro-magnete del ricevitore non effettuava più regolarmente le sue oscillazioni, e girandolo troppo lentamente si perdeva del tempo utile nella corrispondenza. Si è pensato perciò di fare girare automaticamente il manubrio per mezzo di un sistema di orologieria, con velocità conveniente, arrestandone il movimento di fronte alla lettera da trasmettersi; tale arresto nel telegrafo di Froment, come in quello di Drescher, si faceva mediante una tastiera; abbassando uno dei tasti, si metteva in moto il manubrio e si preparava l'arresto nel punto corrispondente alla lettera da trasmettersi.

Le emissioni della corrente venivano effettuate per mezzo di una ruota, di cui la periferia era formata da segmenti metallici isolati tra di loro, sui quali sfregavano apposite

Nei telegrafi a quadrante si è cercato anche di utilizzare la rotazione della manovella per produrre delle correnti di induzione in modo da evitare l'impiego delle pile. Per raggiungere tale scopo, la manovella nel passare da una lettera alla seguente, faceva muovere una bobina elettro-magnetica di fronte ad una calamita fissa o viceversa. Tali erano, ad esempio, gli apparecchi di Siemens ed Hasler, che sono stati per lungo tempo adoperati in Germania anche su linee di 500 chilometri, e quello di Wheatstone del 1860, che fu applicato a Londra per la telegrafia domestica.

b) Telegrafi a segnali fugaci acustici. — Anche questi apparecchi sono di due qualità, cioè gli uni hanno per segni elementari due suoni di diversa tonalità o di diverso timbro, che colle loro combinazioni rappresentano l'alfabeto; in essi i segnali che compongono una lettera si susseguono a tempi eguali. Gli altri dànno un suono solo, però i segnali elementari si differenziano per la durata dei suoni stessi, rappresentata dal tempo maggiore o minore che passa tra un segno elementare e l'altro.

È del primo genere l'apparecchio di Steinheil che accennammo nella storia della telegrafia, come pure quello di Bain, il quale faceva uso di due calamite in forma di semicerchio, con i poli omonimi in presenza l'uno dell'altro, in guisa da formare come un cerchio oscillante intorno al centro, interrotto nei punti ove trovavansi i poli delle calamite. Le oscillazioni del cerchio ora in un senso ora nell'altro, erano provocate da due elettro-magneti che avvolgevano le accennate polarità. Una freccia collegata col sistema oscillante batteva ora sull'uno, ora sull'altro di due piccoli campanelli laterali di suono diverso, per cui l'orecchio poteva discernere se la deviazione della freccia era avvenuta a destra o a sinistra.

Il trasmettitore era formato da due leve, le quali abbassate successivamente, invertivano la direzione della corrente e lasciate nella posizione di riposo stabilivano la comunicazione della linea col ricevitore. Questo telegrafo fu adottato in Austria e in Germania specialmente per le corrispondenze delle strade ferrate.

Sono del secondo genere quegli apparecchi conosciuti col nome di *risuonatori* (sounders degli Inglesi, parleurs dei Francesi).

Questi apparecchi consistono in una elettro-calamita, che al passaggio della corrente attira a sè l'armatura, vincendo la resistenza di una molla antagonista, la quale al cessare della corrente riconduce l'armatura stessa nella posizione di riposo. Due viti di contrasto, suscettibili di regolazione, limitano i movimenti di una leva solidale coll'armatura, ed i colpi della leva sulle viti producono dei suoni che rappresentano i segnali Morse. Affinchè questi apparecchi di estrema semplicità nella costruzione, producano dei colpi più sonori, sono montati su di una piccola base di legno, che fa l'effetto di cassa armonica, rinforzandone il suono; altre volte hanno l'armatura ripiegata a libretto o a guisa di cilindro. Migliori risultati per rinforzare il suono si ottengono però fissando all'estremità della leva oscillante un piccolo imbuto di carta, conosciuto col nome di cornetto Cominoli. La trasmissione si effettua con un tasto o manipolatore Morse.

L'uso dei sounders è assai generalizzato in America ed in Inghilterra.

# Telegrafi elettro-magnetici a segnali permanenti.

a) Telegrafi scriventi. — Sino dai primi tempi in cui si impiantava il telegrafo elettrico a servizio del pubblico, si lamentò la mancanza di un controllo nei sistemi a segnali fugaci. Da questa preoccupazione sono venuti tutti i sistemi a segnali permanenti, che sono veramente apparecchi industriali. In generale si riscontra che molti di tali apparecchi hanno la loro origine in quelli stessi a segnali fugaci, di cui conservano sovente anche il principio sul quale si basano.

Siphon recorder. — La trasformazione del telegrafo a riflessione di sir W. Thomson ha generato il Siphon recorder, che oggi si adopera su quasi tutti i cavi sottomarini di qualche importanza.

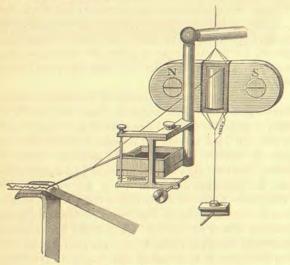
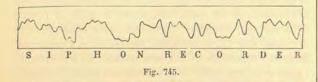


Fig. 744. - Siphon recorder.

Esso è stato immaginato nel 1867 e d'allora in poi ha subito varie ed importanti modificazioni (fig. 744).

Presentemente si compone di un leggerissimo rocchetto di filo, delicatamente sospeso tra i due poli di una potente elettro-calamita e suscettibile di girare attorno ad un asse verticale. Allorchè una corrente circola nel filo del rocchetto questo gira da un lato o dall'altro secondo il senso della corrente. Il movimento del rocchetto è trasmesso ad un sifone di vetro estremamente fino, mobile attorno ad un asse



verticale. Una delle estremità di questo sifone pesca in una vaschetta d'inchiostro all'anilina, fluidissimo, e l'altro si trova vicinissimo ad una striscia di carta che si svolge con un movimento uniforme. Si ha così sulla carta una linea continua rettilinea quando il rocchetto è nella posizione di riposo, e sinuosa quando le sue spire sono percorse dalle correnti.

Le deviazioni al di sopra della linea mediana corrispondono al *punto*, e quelle al di sotto alla *linea* dell'alfabeto Morse (fig. 745); però siccome i segnali rappresentano esattamente la curva d'arrivo delle correnti, così anche questo apparecchio, come quello a riflessione, ha lo zero variabile e per leggere i segnali conviene tenere maggior conto della loro forma che della loro posizione rispetto alla linea mediana.

Il trasmettitore è quello stesso adoperato col ricevitore a riflessione, cioè è un inversore di correnti a due leve.

Apparato Morse. — Il principio fondamentale su cui si basa l'apparato Morse si è di utilizzare i movimenti meccanici che può produrre l'armatura di un elettromagnete per tracciare su di una striscia di carta dei segnali brevi o lunghi.

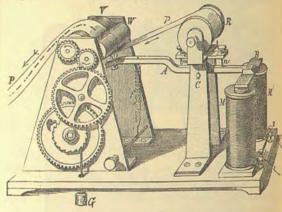


Fig. 746. - Ricevitore Morse, tipo primitivo.

Il ricevitore si compone perciò di due parti principali, una elettrica e l'altra meccanica; la prima, come quella dei sounders, consiste in un'elettrocalamita a ferro di cavallo, la cui armatura è tenuta a distanza dalle espansioni polari

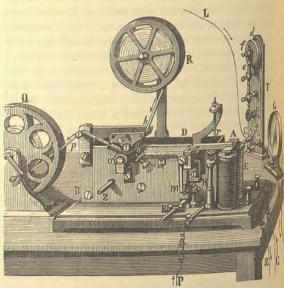
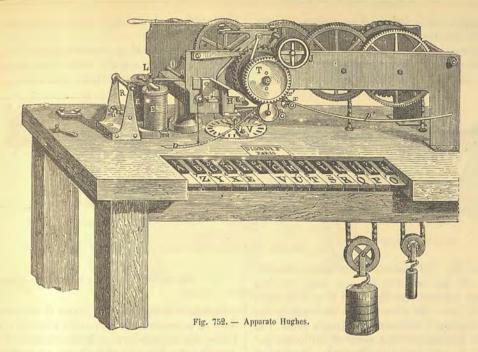


Fig. 747. — Ricevitore Morse a secco, tipo Breguet.

dei suoi nuclei per mezzo di una molla di richiamo: la seconda ha lo scopo di fare svolgere la carta in striscia con un movimento uniforme e consiste in un sistema d'orologieria, messo in azione da un motore a peso o a molla; con appositi ingranaggi di ruote, si trasporta il movimento a due cilindri laminatoi, che per trazione svolgono la carta situata su di un apposito sostegno (avvolgicarta).



possono essere prodotte anche dai ricevitori stessi, le cui armature funzionano allora a vibrazione (trembleur), come avviene nell'apparato Siemens e in quello d'Arlincourt.

Tutti questi apparati formano una classe conosciuta col nome di apparati imprimenti a scappamento e sono caratterizzati dal gran numero di emissioni di corrente che si richiedono per ciascuna lettera, cosa che porta lentezza nella corrispondenza, resa ancora più lenta dall'arresto della ruota dei tipi durante l'impressione.

La soluzione dei telegrafi stampanti fu cercata anche seguendo un'altra via, che già era stata indicata da Vail sin dal 1837. Egli si basava sul sincronismo, cioè sulla eguale velocità di rotazione delle due ruote dei tipi degli apparecchi corrispondenti. Il movimento del ruotismo veniva regolato da un pendolo di ferro, che oscillava tra due elettro-calamite. Per mezzo della corrente elettrica si arrestavano i pendoli nel momento che le masse di ferro si avvicinavano alle elettro-calamite stesse e contemporaneamente la medesima corrente passando per una elettro-calamita speciale metteva in funzione il martello imprimente. La trasmissione sieffettuava per mezzo di una tastiera circolare; un asse verticale girando nel centro trascinava un braccio orizzontale, che andava ad incontrare un arresto corrispondente alla lettera da trasmettersi.

Theiler raggiunse lo stesso risultato, inviando due emissioni per ogni lettera: la prima per liberare e mettere in moto la ruota dei tipi e la seconda per arrestarla e per eseguire l'impressione della lettera; avvenuta l'impressione, la ruota compiva il suo giro e ritornava nella sua primitiva posizione.

Invece di variare l'intervallo di tempo che separa le due emissioni, Donnier pensò di fare variare la durata di una emissione sola. Il principio della corrente produceva l'ingranaggio della ruota dei tipi col ruotismo motore, e l'interruzione (fine della corrente) ne arrestava il movimento, chiudendo eziandio il circuito di una pila locale che determinava il funzionamento del martello imprimente.

In tal modo il problema dei telegrafi stampanti si avvicinava ad una soluzione pratica; col sincronismo non erano più necessarie tante emissioni di corrente, ma rimaneva pur tuttavia il grave inconveniente dell'arresto della ruota dei tipi, che impediva di ottenere una grande velocità nella corrispondenza.

Apparato imprimente Hughes. — Fu nel 1855 che il prof. D. Edoardo Hughes presentò in America un apparato a sincronismo e a movimento continuo (fig. 752), realizzando uno degli apparati più completi e di maggiore importanza per la telegrafia, tantochè oggigiorno esso è adottato su di un grandissimo numero di linee della rete telegrafica del mondo.

Il concetto fondamentale del sistema Hughes si è di stampare una determinata lettera dell'alfabeto, facendo avanzare la carta contro la ruota dei tipi (che gira con moto continuo ed uniforme) quando il tipo della lettera che si vuole stampare trovasi precisamente innanzi alla carta. La corrente elettrica ha il solo ufficio di liberare un congegno, che colla sua azione produce poi meccanicamente il lavoro dell'impressione.

Per inviare la corrente nel momento voluto è necessario un trasmettitore circolare sul genere di quelli a quadrante, ove il manubrio però è sostituito da un carretto, che ruota automaticamente sul centro con eguale velocità della ruota dei tipi. Mediante una tastiera si provoca l'emissione della corrente quando il carretto trovasi in un punto piuttosto che in un altro della circonferenza, corrispondentemente alle lettere marcate nei tasti.

Per realizzare tale concetto occorre:

- 1º Un sistema di orologieria;
- 2º Una ruota dei tipi;
- 3º L'elettro-magnete;
- 4º Il sistema imprimente;
- 5º Il trasmettitore.

Il sistema di orologieria con motore a peso e a catena continua ha un regolatore che permette di variarne la velocità allo scopo di potere stabilire il sincronismo tra i due apparecchi corrispondenti, ed ha inoltre un *freno* ed un *volano* per compensare e rendere meno sentite le variazioni delle resistenze dovute al sistema imprimente che partecipa al movimento solo ad intervalli irregolari.

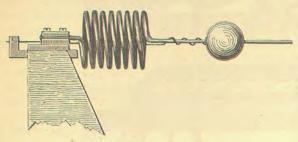


Fig. 753. - Regolatore Hughes.

Il regolatore (fig. 753) consiste in una lamina elicoidale che termina alle due estremità con una parte rettilinea nella direzione dell'asse. Quella che si fissa al sostegno dicesi calcio e l'altra che s'introduce in un occhiello del freno da cui acquista il movimento è chiamata punta. Una palla metallica detta cursore, per mezzo di un tirante può scorrere lungo la parte rettilinea della punta e modifica la velocità dell'apparato, aumentandola se il cursore si avvicina al punto d'incastro e diminuendola nel caso contrario.

La ruota dei tipi dovendo trovarsi sempre d'accordo col trasmettitore, occorre che oltre all'avere una velocità angolare eguale a quella del trasmettitore, si metta in moto partendo da un determinato punto, ossia è necessario che la ruota si possa arrestare e condurre ad una posizione determinata senza dover fermare tutto il sistema d'orologieria. Da ciò ne segue che la ruota dei tipi non è fissa in un modo stabile all'asse su cui risiede, ma partecipa al movimento solo quando si opera un innesto tra un nottolino solidale con essa ed i denti di una ruota detta a sfregamento, mossa dal ruotismo.

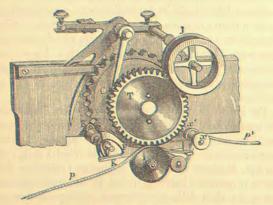


Fig. 754. - Arresto e disarresto della ruota dei tipi.

Per mezzo di una leva e di una molla d'arresto si può impedire che il nottolino faccia presa sui denti della ruota di sfregamento ed allora la ruota dei tipi si arresta, pronta a rimettersi in moto non si tosto venga spostata la leva d'arresto (fig. 754).

Elettromagnete. — Nell'elettromagnete Hughes l'armatura funziona in un modo tutto speciale, per cui invece di essere attratta al passaggio della corrente, ne è respinta (fig. 755).

Ciò avviene perchè la corrente elettrica sviluppa delle polarità eteronime a quelle indotte per contatto, da una calamita permanente, sui cilindri di ferro dolce dei rocchetti

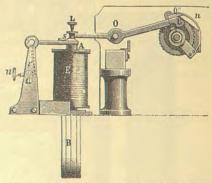


Fig. 755. - Elettromagnete Hughes e leva di scatto.

e l'armatura assoggettata alla spinta di due molle che tendono ad imprimerle un movimento contrario alla forza attrattiva del magnete, trovasi in una condizione di equilibrio instabile ed obbedisce perciò alla più piccola differenza che esista tra le due forze. È facile intendere che per tale disposizione, una corrente anche debolissima sarà sufficiente per produrre il distacco dell'armatura, potendosi opportunamente regolare la tensione delle molle antagoniste in guisa che la differenza delle forze in contrasto sia estremamente piccola. Inoltre si può variare anche l'intensità del campo magnetico dove risiede l'armatura, sia chiudendo il circuito magnetico della calamita con un ferro tagliato a sghembo, sia frapponendo una striscia di carta più o meno spessa tra l'armatura e le espansioni polari dell'elettromagnete, impedendo così anche l'adesione che ne seguirebbe a scapito del pronto distacco.

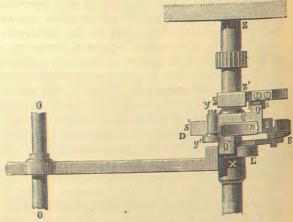


Fig. 756. - Innesto dell'asse degli eccentrici coll'asse del volano.

Il lavoro che può produrre l'armatura nell'allontanarsi dalle espansioni polari è in ragione della tensione delle molle antagoniste ed è indipendente dalla intensità delle correnti che ne provocano il distacco. Questa disposizione però fa sì che l'armatura per ritornare nella posizione di riposo bisogna che vi sia ricondotta da una forza estranea che vinca la resistenza delle molle antagoniste, ciò che per

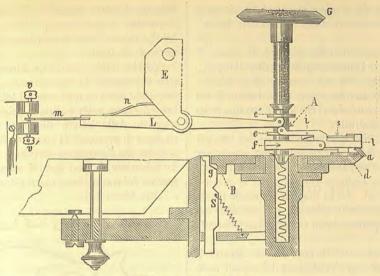


Fig. 757. - Trasmettitore Hughes.

L, Lancina di trasmissione - S, Salterello - fl, Carretto.

l'appunto nell'apparato Hughes si ottiene a spese della forza che anima il sistema di orologeria, nel modo che vedremo più sotto.

Il rapido movimento dell'armatura che si distacca dai poli dell'elettromagnete si utilizza per produrre l'innesto dell'ultimo asse del sistema d'orologeria, con un altro asse speciale (asse degli eccentrici) che così viene a partecipare del moto del primo. L'organo intermediario tra l'armatura che si solleva e l'innesto dei due assi chiamasi leva di scatto (fig. 755). Anche qui, come si disse per la ruota dei tipi, l'innesto si opera per mezzo di un nottolino situato su di una espansione dell'asse degli eccentrici (piastra di scappamento, fig. 756) ed un ruotino a denti fini che risiede all'estremità dell'asse del volano.

Quest'asse al termine di ogni giro si arresta perchè il nottolino si solleva automaticamente per l'incontro di due piani inclinati dei quali uno è fisso e l'altro fa parte del nottolino stesso, ed una sporgenza della leva di scatto già ritornata nella posizione normale, ne impedisce l'avanzamento. Per un nuovo movimento di questa leva l'ostacolo è tolto e l'asse degli eccentrici compie un altro giro e così di seguito.

In tal guisa si vede che il movimento rettilineo dell'armatura che scatta, si converte in un movimento di rotazione rapidissimo dell'asse degli eccentrici, animato da una forza meccanica che può essere utilizzata per la stampa della lettera e per tutte le altre funzioni richieste pel conseguimento dello scopo dell'apparato.

Eccentrici. — Cinque sono gli eccentrici: il primo, così detto eccentrico di riporto, ha l'incarico di sollevare l'estremità interna della leva di scatto, affinche l'estremità esterna spinga in basso l'armatura, riportandola a contatto delle espansioni polari dello elettromagnete come è richiesto; la sua forma è quasi semicircolare.

Il secondo è l'eccentrico del disarresto della ruota dei tipi; esso agisce sulla leva d'arresto, e serve per stabilire l'accordo tra il trasmettitore e la detta ruota, che incomincia così il movimento quando viene inviata la prima emissione di corrente.

Il terzo è l'eccentrico correttore che ha l'incarico di fare avanzare od indietreggiare la ruota dei tipi per correggere le piccole differenze di velocità che possano esistere tra essa ed il trasmettitore in guisa che la detta ruota, e conseguentemente la lettera da stamparsi, viene ricondotta nella giusta posizione di fronte alla carta. Questo eccentrico non opera direttamente sulla ruota dei tipi, bensi su di un'altra ruota che è appajata con essa e che chiamasi ruota correttrice.

L'eccentrico correttore che ha la forma di un coltello, nella sua rapida rivoluzione, entra liberamente in uno dei vani della ruota correttrice, se non esiste differenza tra l'istante in cui ha luogo la rotazione dell'eccentrico e la giusta posizione della lettera di fronte alla carta; ma se vi è una qualche differenza urta nei denti che formano quel vano spingendo così la ruota correttrice e quella dei tipi in avanti o all'indietro, senza che il ruotismo subisca tali variazioni, cosa che è resa possibile dalla ruota a sfregamento.

Il quarto ed il quinto eccentrico mettono in azione il sistema imprimente, cioè producono il rapido sollevamento di un tamburello contro la ruota dei tipi e un piccolo movimento di rotazione del medesimo sul proprio asse. Siccome la striscia di carta risiede sopra a tale tamburello, così si produce l'impressione della lettera, ed anche l'avanzamento della carta, preparando lo spazio necessario per l'impressione della lettera successiva. Le basi del tamburello sono costituite a tale effetto dai due dischetti a piccoli denti che fanno presa sulla carta stessa.

Il quarto eccentrico, che è quello del trasporto della carta, agisce sulla leva omonima producendo l'abbassamento di un gancio che fa girare il tamburello; ed il quinto, l'eccentrico d'impressione, agisce sulla leva relativa sulla quale trovasi il tamburello, sollevandolo.

Trasmettitore (fig. 757). — Il trasmettitore si compone di due parti principali, l'una fissa rappresentata da una scatola circolare contenente 28 salterelli, i quali possono sporgere fuori, attraverso altrettanti fori quando siano spinte in alto le leve che costituiscono la tastiera, e l'altra

mobile consistente in un congegno conosciuto col nome di carretto girevole intorno al centro della scatola dei salterelli.

Quando questi sono tutti nella posizione di riposo, il carretto gira a vuoto; se la testa di qualche salterello sporge dalla scatola, il carretto nella sua rotazione vi si imbatte, vi monta sopra e in ciò fare determina il movimento di una leva speciale (*leva di trasmissione*) che finisce con una molla situata fra due viti di contrasto.

Si utilizzano i contatti di questa molla colle due viti, per provocare l'emissione della corrente sulla linea, ovvero per far comunicare la linea coll'elettromagnete di ricevimento.

Abbassando un tasto piuttosto che un altro, si prepara l'emissione della corrente che ha luogo solo quando il carretto passa sopra il salterello sollevato, e l'emissione avviene in un istante piuttosto che in un altro in conformità del tasto abbassato.

Per controllare l'esattezza della trasmissione, occorre di avere nel sistema Hughes la riproduzione dei segnali e ciò si può ottenere in due modi diversi, cioè:

1º Includendo l'elettromagnete dell'apparato trasmittente nel circuito, in guisa che l'armatura scatti come quella dell'apparato ricevente, tenendo presente che la direzione della corrente deve essere sempre la stessa, per cui si effettua la corrispondenza con poli eteronimi.

2º Per mezzo di uno scatto meccanico, utilizzando il movimento che subisce il carretto quando monta su di un salterello; il movimento si trasporta con un tirante all'asse della leva di scatto, la quale per l'urto che ne riceve fa una oscillazione come se venisse urtata dall'armatura dell'elettromagnete.

Nelle prime macchine presentate da Hughes, non si stampavano che lettere; per le cifre si era convenuto che ogni lettera preceduta e susseguita dalla D dovesse rappresentare una cifra. Da ciò seguiva il grave inconveniente di dovere trascrivere i telegrammi come nei telegrafi a segnali convenzionali

Non potevasi togliere tale inconveniente raddoppiando il numero dei tasti del trasmettitore, poichè ne sarebbe derivata lentezza nella corrispondenza, cosa che avrebbe costituito un difetto anche maggiore del primo. Hughes concepi invece un'ardita disposizione consistente nello spostamento della ruota dei tipi, relativamente alla ruota correttrice, senza arrestarne il movimento. Questo spostamento chiamasi trasporto (fig. 758).

Alterando la posizione della ruota dei tipi rispetto alla ruota correttrice della metà di <sup>1</sup>/<sub>28</sub> della circonferenza, è evidente che quando si avanza il tamburello su cui trovasi la carta, verso la ruota dei tipi, esso coinciderà con una posizione intermedia tra due tipi, e nessuna lettera verrà più impressa; si possono perciò aggiungere altrettanti tipi nella ruota, intercalandoli con quelli già esistenti, ed allora questi soltanto lascieranno traccia di loro per lo spostamento che ha subito la ruota.

Riconducendo questa nella posizione di prima, i tipi della prima serie (lettere) verranno impressi nuovamente; mentre non lo saranno più quelli della seconda serie (cifre e segni d'interpunzione).

Tale spostamento della ruota dei tipi è effettuato dall'eccentrico correttore quando esso entra nell'incavo di uno dei denti della ruota correttrice otturato da un organo speciale che si chiama bilanciere; l'eccentrico fa indietreggiare l'otturatore il quale comunica il suo movimento alla ruota dei tipi che ha l'asse in relazione col bilanciere stesso per mezzo di un indice.

Spostato il bilanciere, è un altro vano della ruota correttrice che rimane da esso otturato, per cui se l'eccentrico correttore entra in quel vano, il bilanciere e la ruota dei tipi ritornano nella posizione primitiva. Per produrre il trasporto dalle lettere alle cifre e viceversa, si tratta adunque di provocare la rotazione dell'asse degli eccentrici in guisa che l'eccentrico correttore entri nel vano otturato dal bilanciere, la qual cosa si ottiene mediante due tasti speciali del trasmettitore che si chiamano uno bianco lettere e l'altro bianco cifre.

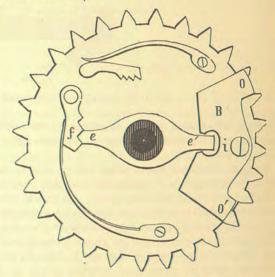


Fig. 758. — Trasporto dalle lettere alle cifre e viceversa.
B, Bilanciere — 0 0', Otturatori — e e', Indice — f, Nottolino.

Siccome la velocità di rotazione dell'asse degli eccentrici rispetto a quella della ruota dei tipi è 7 volte maggiore, così il tempo necessario perchè compia una rotazione è rappresentato da 4/28, il che significherebbe che si potrebbero stampare sino a 7 lettere per giro, ma sulla considerazione che l'asse degli eccentrici deve arrestarsi un istante prima di incominciare il nuovo giro, così per la stampa di ogni lettera occorrono 5/28 ed il massimo numero delle lettere che si possono stampare per ogni giro della ruota dei tipi sarà di 5 + 3/28. Praticamente però le combinazioni che si presentano nelle lettere che formano le parole non dànno in media che 3 lettere ogni due giri, ossia 165 lettere in un minuto, se la velocità della ruota dei tipi è di 110 giri al minuto.

Per ottenere che l'apparato Hugues possa funzionare anche sui cavi subacquei e sottomarini, sono stati escogitati vari mezzi tendenti a diminuire gli effetti della capacità dei conduttori. Primo fra gli altri quello di fare uso di correnti invertite permanenti con qualche disposizione che permetta l'interruzione della corrispondenza; interruzione che è necessaria nei casi in cui avvenga lo svio dell'apparato. Secondo, di fare uso di correnti invertite istantanee, cosicchè ogni corrente di lavoro sia preceduta o susseguita da una corrente invertita di scarica, la quale è inviata per mezzo di un contatto che si effettua nella rotazione dell'asse degli eccentrici

(Borel), ovvero per mezzo di un carretto speciale a doppio labbro che passando sopra un salterello invia prima una corrente in un senso e poi un'altra in senso inverso. Finalmente allo stesso scopo si possono inviare delle correnti invertite di una durata corrispondente all'intervallo compreso tra un sollevamento e l'altro del labbro del carretto che monta sopra ai salterelli, traendo partito por lo scatto dell'armatura del passaggio a zero delle correnti nel momento che s'invertono (Ferranti).

Con quest'ultima disposizione le correnti hanno una durata assai maggiore di quelle ordinarie; è duplicata nelle combinazioni più sfavorevoli (doppie vicine) ed è quattordici volte maggiore nel caso in cui la stessa lettera sia tras-

messa due volte di seguito.

Apparati autografici. — Con questi apparati si riproducono a distanza per mezzo di un lapis o di una penna che striscia su di un foglio di carta tutti i movimenti che può fare un punto in un piano, tracciando così dei caratteri ordinari, dei disegni, ecc. Essi si basano sulla considerazione che il movimento di un punto su di un piano può essere decomposto in due movimenti elementari rettilinei per mezzo di più fili conduttori; comunicando ad una penna o matita gli stessi movimenti elementari che vengono impressi alla penna trasmittente, si comprende che potrassi effettuare la telegrafia autografica.

Nell'apparato di Cowper la penna scrivente risiede nell'incrociamento degli aghi calamitati di due galvanometri

inclusi su due fili di linea.

Le deviazioni sono proporzionali alle intensità delle correnti, le quali variano a seconda degli spostamenti della penna trasmittente, essendochè questa nei suoi movimenti introduce o esclude dal circuito delle resistenze.

In altre disposizioni l'apparato è analogo ai pantografi. La penna trasmittente è collegata con due sistemi di leve snodate e fa girare due ruote ora in un senso ora nell'altro; per ogni dente che si avanza od indietreggia s'invia una corrente positiva o negativa. Nell'ufficio ricevente con disposizioni analoghe a quelle dei telegrafi a quadrante vengono riprodotti gli stessi movimenti da altre due ruote, le quali poi lo comunicano alle leve che portano la matita o la penna scrivente.

Per ottenere l'interruzione dei segnali, occorre un terzo filo di linea che faccia funzionare un'elettrocalamita speciale in modo da sollevare la penna dalla carta quando un eguale movimento venga fatto dalla penna trasmittente, ovvero si provoca l'emissione di una corrente di maggiore intensità per la quale si ottiene il funzionamento di una elettrocalamita regolata in guisa che rimanga inerte colle correnti più deboli. L'apparato dell'abate Cerebotani esperimentato recentemente in Roma, con risultati poco soddisfacenti, si basa su questi principii che sono anche la base degli apparati Garceau e Lacoine già noti da tanto tempo.

Anche il telautografo di Elisha Gray immaginato sin dal 1886 e che, perfezionato, figurava nella recente Esposizione di Chicago, è un apparecchio di tal genere nel quale la penna trasmittente è collegata con due cordoncini di seta ad angolo retto tra loro, avvolti sopra due cilindri muniti di contatti metallici sui quali strisciano appositi sfregatori; il numero delle emissioni dipende dall'angolo di rotazione del cilindro, cioè dal movimento della penna nella direzione della relativa componente. Nel ricevitore ogni linea fa capo

a diverse elettrocalamite che con ruote dentate a scappamento imprimono il movimento ad un tamburo che a sua volta lo trasforma in un movimento rettilineo avente la stessa velocità e la stessa direzione del movimento componente eseguito dal trasmettitore, mediante due aste riunite ad angolo retto; la penna scrivente collocata al loro vertice riproduce tutti i movimenti di traslazione della penna trasmittente.

Questi apparecchi hanno il grave inconveniente che mentre richiedono due ed anche tre fili di linea, non dànno che un piccolo rendimento il quale al massimo non può essere maggiore di quello della scrittura a mano.

## Apparati elettrochimici.

Pantelegrafi. — È dovuto a Backwell nel 1851 il primo apparato di tal genere. Il suo scopo era di riprodurre su di una carta preparata chimicamente un fac-simile di una scrittura o di un disegno preventivamente tracciato su di una lastra metallica con inchiostro isolante. Per comprendere il principio su cui egli si basava, s'immagini uno stilo metallico che strisci sulla lastra e comunichi col filo della linea, mentre la lastra è collegata colla pila. Nella stazione corrispondente la carta preparata sia distesa su di un piatto metallico in comunicazione colla terra.

Facendo muovere contemporaneamente e con eguale velocità i due stili mediante appositi meccanismi di orologeria, in guisa che percorrano una linea retta da un estremo all'altro delle lastre, e facendo avanzare lateralmente le due lastre di una piccola quantità, gli stili descriveranno tante linee parallele e la corrente passerà dalla prima lastra metallica al conduttore e da questo, attraverso la carta preparata, alla seconda lastra che comunica colla terra.

Il sale metallico (cianuro di potassio) col quale è stata preparata la carta, sotto l'azione della corrente forma un cianuro doppio di ferro e di potassio (bleu di Prussia) e lo stilo lascierà una traccia azzurra sulla carta.

Quando però il primo stilo incontrerà l'inchiostro isolante, sarà interrotto il circuito della corrente e rimarrà interrotta altresì la linea azzurra sulla carta preparata, per cui quando l'intiera superficie delle lastre sarà percorsa dai due stili, si otterrà in bianco su fondo azzurro la riproduzione di ciò che sarà stato tracciato nella prima lastra coll'inchiostro isolante.

Backwell tentò di realizzare la sua idea avvolgendo la carta preparata e la lastra metallica su cui trovasi la scrittura isolante su due cilindri di rame identici che giravano sul proprio asse con movimento sincrono, mentre gli stili si spostavano lungo la generatrice dei cilindri stessi descrivendo delle spire vicinissime.

In questo apparecchio si lamentava che le brevi interruzioni della corrente corrispondenti al passaggio dello stile sull'inchiostro isolante, non erano sufficienti perchè il filo si scaricasse completamente e invece di avere delle interruzioni nette nei segnali non si avevano che semplici indebolimenti della tinta, per cui la scrittura era poco leggibile. Inoltre il sincronismo non si otteneva che approssimativamente, mentre in simili apparecchi è della massima importanza che esso sia perfetto.

Pantelegrafo Caselli. — Risultati molto migliori furono ottenuti dall'abate Caselli, che vi giunse sormontando numerose difficoltà, dopo dieci anni di studio e di prove.

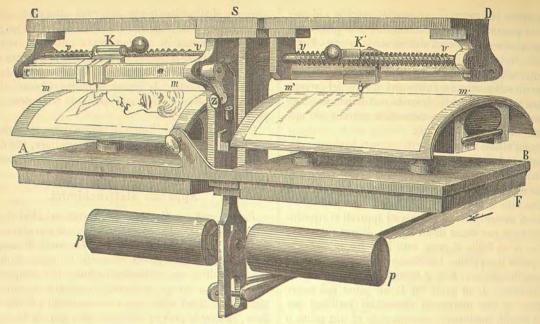


Fig. 759. - Particolari del meccanismo grafico'del pantelegrafo

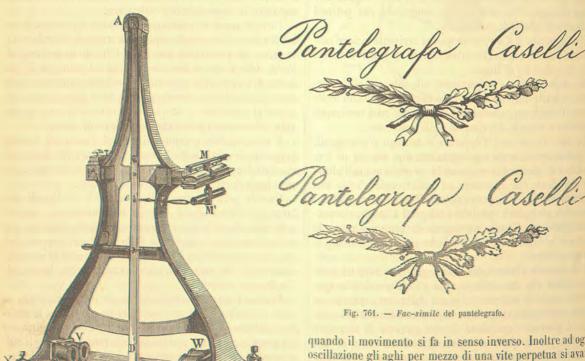


Fig. 760. - Pantelegrafo Caselli.

Le principali disposizioni delle varie parti che compongono il sistema Caselli sono le seguenti:

Un grosso pendolo lungo 2 metri (fig. 760), oscillando spinge una leva per mezzo di un braccio e fa muovere due stili od aghi di ferro che oscillano al disopra del braccio stesso, e strisciano l'uno sulla lastra metallica quando il movimento si fa in un senso e l'altro sulla carta preparata

quando il movimento si fa in senso inverso. Inoltre ad ogni oscillazione gli aghi per mezzo di una vite perpetua si avanzano leggermente nel senso laterale (fig. 759).

Nelle due stazioni la lastra metallica ed il foglio di carta preparata, sono situate su due superficie semicilindriche; le punte percorrendo tali superfici, descrivono una serie di archi paralleli.

Per ottenere il sincronismo dei pendoli situati nelle stazioni corrispondenti, si trae partito della regolarità dei movimenti di un secondo pendolo di piccole dimensioni, mosso da un meccanismo di orologieria a peso. Il pendolo regolatore nelle sue oscillazioni fa contatto con una molletta suscettibile di regolazione.

Il pendolo principale o pendolo motore, oscilla tra due elettrocalamite che sono percorse da una corrente locale un istante prima che esso compia ogni oscillazione semplice. L'asta del pendolo che termina in una massa di ferro, viene così mantenuta in quella posizione estrema, sino a che il circuito sia interrotto. Tale interruzione è operata dal pendolo regolatore che fa contatto colla molletta alla fine di ogni doppia oscillazione, cosicchè la massa di ferro non abbandona la sua posizione estrema che al momento in cui il regolatore termina la sua doppia oscillazione.

Si stabilisce il sincronismo, modificando la velocità del

pendolo regolatore.

Per produrre sulla linea l'emissione della corrente quando lo stilo passa sull'inchiostro isolante e l'interruzione quando tocca il metallo, contrariamente a quanto avviene nel sistema di Backwell, la pila è collegata allo stilo invece che alla lastra metallica e questa comunica colla terra. Si ha perciò un arco doppio di cui la corrente percorre ora un ramo ora l'altro a seconda che lo stilo fa contatto o no colla piastra metallica.

La fig. 761 rappresenta un fac-simile del Pantelegrafo

Caselli.

Nell'Esposizione di Parigi del 1881 figurava un pantelografo elettrochimico di Edison che si può ritenere del genere di quello di Backwell.

La trasmissione si effettuava però in un modo diverso, cioè per mezzo di un cartoncino bianco su cui venivano incisi, più che tracciati, gli scritti, con una matita dura.

La carta si disponeva sul cilindro di trasmissione ed una punta metallica vi si appoggiava leggermente. Nel movimento di rotazione del cilindro, la punta descrivendo un'elica a strette spire incontrava le depressioni prodotte dalla matita sul cartoncino ed eseguiva un piccolo movimento sufficiente per chiudere il circuito della pila inviando così le correnti sulla linea.

Pantelegrafi elettromagnetici. — La carta elettrochimica sensibile alle correnti le più rapide, ha anche essa degli inconvenienti, dovuti specialmente alla difficoltà di mantenerla a quel grado di umidità che è richiesto pel suo migliore funzionamento; si è cercato perciò di sostituirla con carta ordinaria tracciandovi i segnali con inchiostro comune.

Nell'apparato di Lenoir un'elettrocalamita al passaggio della corrente faceva avanzare una penna contro un cilindro su cui era avvolto un foglio di carta comune. Il pendolo motore del Caselli era sostituito da una piccola macchina magnetoelettrica che funzionava per mezzo di correnti inviate dal pendolo di un orologio regolatore; si aveva così un movimento di rotazione invece di un movimento di va-evieni, senza che i risultati fossero però migliori.

Meyer ha rimpiazzato la punta di ferro con un'elica in rilievo su di un cilindro, avente un passo eguale alla lunghezza del cilindro stesso. Questo cilindro ruotava sul suo asse e l'elica sfregava in una stazione contro il foglio metallico su cui era scritto il testo da trasmettersi e nell'altra stazione contro un tampone che la inchiostrava.

Nel ricevitore di fronte all'elica trovavasi a piccolissima distanza un foglio di carta bianca. Le due eliche così disposte non possono fare contatto colla lastra metallica o colla carta che in un punto solo, il quale per la rotazione dei cilindri si trasporta successivamente da un estremo all'altro delle eliche; se i movimenti dei due cilindri sono identici, i due punti si trovano sempre nella stessa posizione.

La trasmissione della corrente si effettuava tutte le volte che l'elica toccava l'inchiostro della scrittura ed era interrotta quando toccava la lastra metallica.

Nel ricevimento la corrente metteva in azione l'armatura di un'elettrocalamita che spingeva la carta contro l'elica

bagnata d'inchiostro.

L'uniformità dei movimenti si otteneva per mezzo di un pendolo conico assoggettato anche alle oscillazioni circolari di una lamina, ed il sincronismo era mantenuto entro certi limiti da un sistema di correzione delle piccole differenze di velocità.

Tipotelegrafi. — Per aumentare il rendimento degli apparecchi autografici che varia da 20 a 30 telegrammi all'ora, Bonelli ha osservato che i caratteri manoscritti non avendo delle dimensioni uniformi, lo stilo deve percorrere la maggior parte dello spazio infruttuosamente sopra una superficie bianca e che si guadagnerebbe in velocità se tutte le lettere fossero comprese tra due linee parallele tra le quali soltanto lo stilo dovesse muoversi. Queste considerazioni hanno dato origine al tipotelegrafo.

Per mezzo di caratteri da stampa si compone prima ciò che devesi trasmettere; cinque punte metalliche situate all'estremità di cinque fili di linea possono scorrere al di

sopra dei tipi nel senso della riga composta.

All'altra estremità dei conduttori, altre cinque punte metalliche toccano una striscia di carta elettrochimica che scorre con moto continuo. Le punte che formano il primo pettine inviano una corrente su ciascun filo ogni volta che toccano il rilievo di una lettera che viene perciò riprodotta sulla carta da cinque serie di tratti sufficienti perchè la lettera sia leggibile.

Questo sistema è indipendente dal sincronismo; le differenze di velocità non producono che variazioni nella larghezza delle lettere, però ha il grave inconveniente di richiedere 5 fili di linea, per cui non ha dei vantaggi pratici, quantunque sia possibile con esso di trasmettere due telegrammi di 25 a 30 parole in 15 o 20 secondi.

Tra gli apparecchi tipotelegrafici accenneremo anche a quello di Vavin e Fribourg per l'originalità del sistema col quale vengono rappresentate le lettere; sistema che attuato in modo diverso può essere fecondo di qualche utile applicazione, poichè con un numero limitato di unità di tempo (11) si può formare, come vedremo, qualsiasi lettera dell'alfabeto (nella Hugues le unità di tempo sono 28).

Per comprendere la cosa, si consideri che sopprimendo

un certo numero di tratti di un tipo cosi formato si hanno le seguenti rappresentazioni grafiche delle lettere dell'alfabeto:

Il tipo è costituito da tante laminette metalliche isolate tra di loro e comunicanti con altrettante lastrine disposte su di un disco circolare sul quale sfrega uno spazzolino metallico collegato colla linea.

Facendo comunicare colla pila le laminette che rappresentano la lettera che si vuol trasmettere, lo sfregatore passando sulle lastrine corrispondenti emetterà sulla linea delle correnti che passeranno per le omologhe lastrine dell'apparecchio ricevente se i due sfregatori saranno sincroni tra di loro e se saranno partiti da uno stesso punto. Una carta preparata chimicamente che sia premuta contro il tipo dello apparecchio ricevente da una lastra metallica in comunicazione colla terra, sarà allora attraversata dalle correnti che successivamente arrivano su talune delle undici laminette del tipo, e la lettera sarà marcata.

Ciò che si è detto per una lettera, gl'inventori intendevano ripeterlo per tutte quelle che entrano nella formazione di un telegramma; però si comprende che coll'aumentare il numero delle lettere da trasmettersi si complica sempre più l'impianto, tanto da renderlo inattuabile.

## Sistemi telegrafici celeri.

Dalla proprietà che ha la corrente elettrica di manifestarsi all'estremità di una linea telegrafica in un tempo relativamente breve, rispetto a quello che occorre ad un operatore per inviare un'emissione, sono nati i sistemi telegrafici celeri per mezzo dei quali si ottiene di aumentare grandemente il rendimento di una linea, concentrando su di essa il lavoro di più operatori. I sistemi celeri si distinguono in automatici e multipli.

a) Sistemi automatici. — Si dicono sistemi automatici quelli nei quali la trasmissione dei segnali si effettua per mezzo di un congegno meccanico che funziona in seguito ad un lavoro preventivamente eseguito e preparato da uno o

più operatori.

La velocità della trasmissione allora non dipende più dall'abilità e dalla rapidità dei movimenti eseguiti dagli operatori stessi ma dipende dalla velocità del meccanismo che a piacere può essere aumentata sino al punto che si vuole. Si comprende quindi che il limite della velocità dipende esclusivamente dal tempo che impiega la corrente per manifestarsi all'estremità lontana della linea e dalla sensibilità e perfezione dei meccanismi che devono funzionare per l'azione della corrente stessa.

La preparazione della trasmissione automatica si può fare sia con laminette metalliche disposte le une vicino alle altre in un piano o sulla superficie di un cilindro, sia scrivendo con inchiostro isolante su di una lastra metallica, sia componendo con dei tipi il telegramma da trasmettersi, sia infine perforando una striscia di carta con dei fori che differiscano tra di loro per dimensioni o per forma o per posizione relativa.

A tutto rigore, i pantelegrafi ed i tipotelegrafi potrebbero considerarsi come apparecchi automatici, però stante il loro limitato rendimento, sono esclusi dalla categoria degli apparati celeri.

Il mezzo più conveniente e maggiormente usato per la trasmissione automatica è quello della perforazione di una striscia di carta, mezzo praticato già dal Bain nel suo telegrafo elettrochimico sin dal 1843. I segnali convenzionali Morse erano tracciati da una punta o stiletto di ferro che sfregava su di una carta imbevuta di soluzione di prussiato di potassa, leggermente acidulata. La carta per mezzo di un congegno meccanico si avanzava con moto uniforme e continuo.

La striscia di trasmissione si preparava con dei fori brevi e lunghi che rappresentavano il telegramma da trasmettersi e si disponeva sopra un disco metallico contro il quale era premuta da una molla. Ruotando il disco, la carta si avanzava per attrito e la molla ne chiudeva il circuito della pila quando attraverso ai fori veniva a fare contatto col disco. Con questa semplice disposizione si poteva ottenere una velocità nominale di trasmissione di cira 1000 lettere al minuto.

L'apparato automatico di Bain fu adoperato con successo in Inghilterra ed in America, ma molto tempo dopo della sua invenzione, cioè solo quando si senti la necessità della telegrafia a grande velocità per il progressivo incremento della corrispondenza.

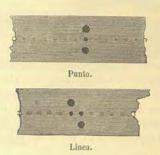


Fig. 762. - Perforazione Wheatstone.

Sistema Wheatstone. — Fu Wheatstone nel 1868 che togliendo dall'oblio l'idea di Bain, realizzava uno dei sistemi automatici di maggiore rendimento che al giorno d'oggi si conosca. Esso è grandemente usato sulle grandi linee dell'Inghilterra e su molte linee di altre nazioni tra le quali va annoverata l'Italia, ove il sistema Wheatstone ha avuto altresì una larga applicazione per il servizio speciale delle diramazioni contemporanee che dalla capitale vengono fatte a tutti i capiluogo di provincia.

Gli apparati essenziali del sistema Wheatstone sono:

1º Il perforatore:

2º Il trasmettitore automatico;

3º Il ricevitore.

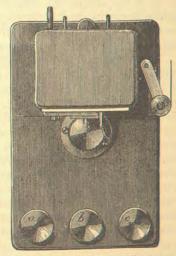


Fig. 763. - Perforatore visto di sopra.

Perforatore. — I segnali elementari dell'alfabeto Morse, punto e linea, vengono rappresentati nella zona perforata Wheatstone con due fori, nei quali la linea che ne congiunge i centri è normale alla lunghezza della carta per i vunti, ed è inclinata da sinistra a destra e dall'alto in basso per le linee (fig. 762).

Nel mezzo poi della striscia si trova una serie di piccoli fori che servono per fare avanzare la carta sia nel perforatore che nel trasmettitore automatico.

La perforazione è prodotta da cinque punzoni che si spingono innanzi per mezzo di tre leve sulle quali l'operatore batte con due pistoni (fig. 763).

La leva di sinistra (punto) fa avanzare i punzoni 1, 2 e 3 (fig. 764); quella di destra (linea) i punzoni 1, 2, 4 e 5, e quella di mezzo (spazio) il solo punzone 2.

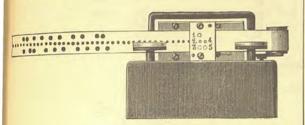


Fig. 764. - Perforatore visto di faccia.

I punzoni avanzandosi, incontrano la striscia di carta che trovasi tra due lastrine metalliche e ne asportano dei pezzetti circolari della grandezza dei punzoni stessi.

Mentre ha luogo la perforazione della carta, vengono messe in azione altre leve (fig. 765) che fanno girare un

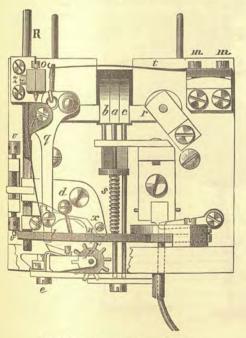


Fig. 765. - Meccanismo del perforatore.

motino a raggi il quale ingrana nei forellini della linea mediana della carta, e girando su se stesso ne determina l'avanzamento per una quantità corrispondente alla distanza compresa tra due forellini della linea mediana nei casi del *punto* e dello *spazio*, e corrispondente ad una distanza doppia nel caso della *linea*.

Trasmettitore. — Il trasmettitore automatico si compone di un inversore che cambia alternativamente di posizione per effetto di un bilanciere mosso da un congegno di oro-

logieria (fig. 766, 767, 768). L'inversore, mobile intorno ad un centro, è formato di due segmenti metallici, comunicanti uno colla linea e l'altro colla terra; due leve toccano alternativamente due coppiglie portate dai segmenti stessi e sono collegate con i poli della pila. La trasmissione dei movimenti tra il bilanciere e l'inversore è effettuata da due leve e da due propulsori; le leve per mezzo di molle seguono il movimento del bilanciere dal basso in alto, mentre il bilanciere vincendo la resistenza delle molle porta le leve dall'alto in basso. Quando le leve accompagnano il bilanciere dal basso in alto, determinano mediante i propulsori il cambiamento di posizione dell'inversore, mentre questo mantiene la posizione presa se si impedisce alle leve di seguire il bilanciere; siccome le leve portano due aghi che colle loro estremità superiori sporgono da due fori praticati in una piattaforma, arrestando il movimento ascendente di questi aghi s'impedisce il movimento alle leve e conseguentemente si ottiene l'arresto dell'inversore.

Ciò posto, si comprende che facendo scorrere la carta perforata sulla piattaforma, avverrà che quando gli aghi penetrano nei fori, le leve possono seguire il movimento del bilanciere e l'inversore cambia di posizione, mandando sulla linea delle emissioni brevi, ma se si impedisce all'uno o all'altro degli aghi di salire liberamente, allora anche la leva corrispondente non può accompagnare il bilanciere e l'inversore rimane nella posizione presa, cosa che avviene precisamente quando la punta degli aghi incontra il pieno della carta, e vi rimane sino a che nei movimenti successivi il medesimo ago non incontri un foro che gli permetta di salire. In tal caso si hanno delle emissioni lunghe che hanno durata tripla di quelle brevi.

Il sistema d'orologieria che per mezzo di una biella muove il bilanciere serve anche per far girare un ruotino a raggi simile a quello del perforatore, il quale ingranando nei forellini mediani della carta la trasporta in avanti.

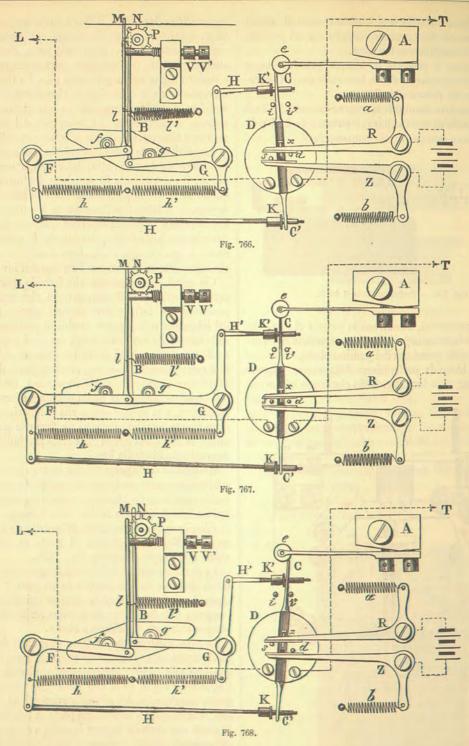
Ricevitore. — Il ricevitore Wheatstone può definirsi un apparato Morse perfezionato al punto da poter tracciare anche 400 parole al minuto (fig. 769).

La parte meccanica del ricevitore consiste in un rotismo, messo in moto da una molla o da un peso, e non ha altro scopo che di fare svolgere la carta su cui devonsi tracciare i segnali e di far girare la rotellina scrivente affinche sia sempre imbevuta d'inchiostro oleoso.

La parte elettrica consta di un sistema di due elettromagneti diritti colle armature influenzate da una calamita permanente (fig. 770); queste armature hanno la forma di linguette, trovansi su di uno stesso asse verticale ed oscillando determinano dei piccoli movimenti ad un braccetto (fig. 771) e quindi all'asse che porta la rotellina scrivente, la quale così arriva a toccare la carta o se ne allontana. A differenza di ciò che si riscontra nel ricevitore Morse in cui la carta è trasportata contro la rotellina scrivente, nel ricevitore Wheatstone è la rotellina che va contro la carta.

Le forze elettromagnetiche di attrazione e di repulsione che si sviluppano nelle espansioni polari e nelle armature, sono concomitanti per produrre la rotazione dell'asse nello stesso senso; cambiando la direzione della corrente nei fili magnetizzanti, s'inverte il senso del movimento.

I fili magnetizzanti sono due per ogni elettrocalamita e si possono disporre in serie, in arco doppio, od in arco quadruplo: la resistenza del ricevitore è corrispondentemente



Congegno elettrico dell'automatico (fig. 766, 767 e 768).

D, Inversore — R.Z, Leve dell'inversore — H.H', Propulsori — B, Bilanciere — F.G, Leve del Bilanciere — M.N, Aghi — P, Ruotino a raggi.

di 1200, di 300 e di 75 ohm. La sua velocità di funzionamento è sempre maggiore colle minori resistenze, però esso perde in sensibilità, ragione per cui si fa uso di una disposizione piuttosto che di un'altra a seconda dell'intensità della corrente ricevuta.

Tanto nel trasmettitore automatico che nel ricevitore si può variare la velocità del congegno di orologieria entro limiti grandissimi per mezzo di un sistema di ruote a sfregamento (fig. 772 e 773) delle quali una essendo mobile, col suo spostamento varia il rapporto tra le periferie dei dischi che si comunicano il movimento.

Sistema di Foote. — Un altro apparecchio rapidissimo, a segnali convenzionali, è quello di Foote che in America è generalmente adottato.

La specialità di questo sistema consiste in ciò che i segnali vengono tracciati alternativamente su due file parallele (fig. 774), cosicchè si guadagna tutto il tempo che nell'alfabeto Morse va perduto tra un segno elementare e l'altro.

Per ottenere questo risultato occorrono due rotelline scriventi di cui una funziona colle correnti di un dato senso e l'altra con correnti di senso inverso; la separazione delle lettere e delle parole tra di loro corrisponde all'assenza della corrente nel circuito.

Altri inventori per aumentare il rendimento dei loro sistemi automatici hanno pensato di fare uso soltanto dei punti, disposti su due file parallele, ovvero disposti nella stessa fila ma differenti per colore, ecc., ovvero anche rappresentandoli con una linea continua sinuosa a somiglianza di quelli del Siphon recorder (Ericsson).

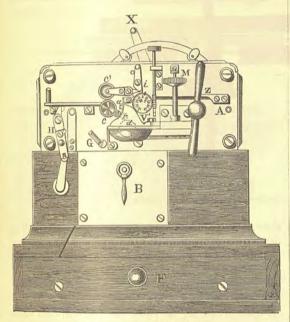


Fig. 769. - Ricevitore Wheatstone.

Apparato Olsen (1879). — Allo scopo di aumentare il rendimento del sistema Hughes, Olsen ha costruito un apparato a trasmissione automatica nel quale la velocità dell'asse degli eccentrici è 10 volte maggiore di quella della ruota dei tipi, cosicchè in un medesimo giro di questa ruota si possono imprimere sino a 7 lettere, mentre nella Hughes non se ne possono imprimere che 5. Inoltre l'apparecchio permette di funzionare con una velocità di 180 a 190 giri al minuto.

Questo risultato è stato ottenuto per la costruzione speciale degli organi e sopratutto per avere l'inventore trovato il modo di aumentare quasi del doppio l'angolo utile della correzione.

A tale effetto la ruota correttrice invece di avere 28 denti non ne ha che 15 e nei vani di questa ruota possono agire due eccentrici di correzione in luogo di uno solo.

Un'elettro-calamita polarizzata, di costruzione speciale, ha due armature, delle quali una funziona colle correnti positive e l'altra con quelle negative. A seconda che funziona o l'una o l'altra delle due armature, entra in azione o il

primo o il secondo dei due eccentrici; siccome questi eccentrici si trovano spostati l'uno rispetto all'altro di un angolo

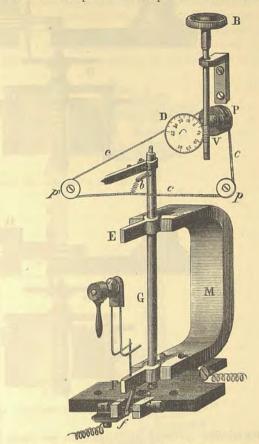


Fig. 770. — Armatura degli elettro-magneti e regolatore dei segnali. E F, Armature — M, Magnete — G, Albero delle armature.

corrispondente all'avanzamento di un trentesimo della ruota dei tipi, ne consegue che ad ogni vano della ruota correttrice corrispondono due tipi, dei quali viene impresso il

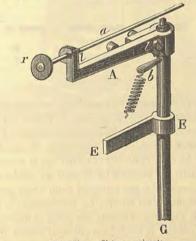


Fig. 771. — Sistema scrivente. A, Braccio della rotellina scrivente — a, Asse della rotellina — r, Rotellina.

primo o il secondo in conformità dell'eccentrico impegnatosi colla ruota correttrice stessa.

Tutti i tasti delle lettere di ordine dispari inviano correnti positive e quelli di ordine pari, le negative.

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 59.

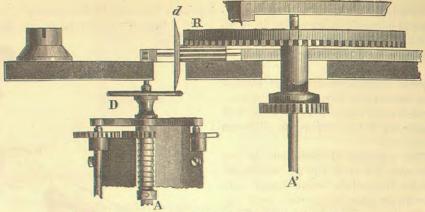


Fig. 772. - Regolatore della velocità nella macchina ricevente (massima).

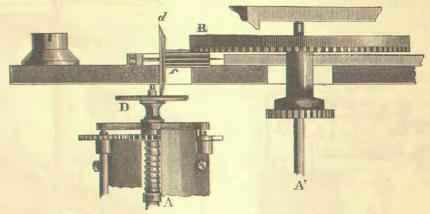


Fig. 773. - Regolatore della velocità nella macchina ricevente Wheatstone (minima).

La trasmissione si effettua automaticamente per mezzo di una striscia di carta perforata, non essendo possibile di fare a mano tutte le combinazioni che si presentano nella successione delle lettere, specialmente colla velocità di 180 a 190 giri al minuto della ruota dei tipi.

Dello stesso genere di quello di Olsen è altresi l'apparato stampante automatico di Rouvier.

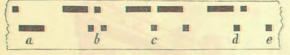


Fig. 774. - Segnali Foote.

Apparato Ostrogowich. — Quest'apparato stampante automatico ha figurato nell'Esposizione di Torino del 1884 e fu quindi esperimentato anche in linea tra Roma e Firenze; esso poteva dare un rendimento quasi triplo di una Hughes. L'inventore ha conservato alla ruota dei tipi la velocità normale, però nella sua periferia ha disposti tre alfabeti invece di uno solo, cosicchè si può stampare nello stesso giro anche tre volte una medesima lettera. La trasmissione si effettua per mezzo di una zona perforata che passa al disotto di un pettine a 7 denti; si richiedono per ogni lettera due fori situati normalmente alla lunghezza della striscia di carta, e le varie combinazioni dei 7 fori presi 2 a 2 rappresentano tutte le lettere dell'alfabeto.

Questo apparecchio, bellissimo nei suoi dettagli, non ha dato risultati soddisfacenti nella pratica per la facilità colla quale avvengono gli svii, conseguenza della suddivisione della ruota dei tipi in un numero troppo grande di parti, cosicche il tempo riservato alla corrente per produrre utilmente l'effetto suo non è che di 1/3 di quello che si ha nella Hughes.

Anche Lucchesini ha costruito un apparecchio automatico che per le stesse ragioni e malgrado tante modificazioni apportatevi non ha, nè potrà mai funzionare con quella sicurezza che è il requisito principale dei sistemi telegrafici veramente pratici.

b) Sistemi multipli. — Abbiamo già detto, che per mezzo dei sistemi automatici le striscie perforate da più operatori servono per trasmettere successivamente delle serie di telegrammi con quella rapidità massima comportabile dalla linea

e dagli apparati di ricevimento.

Quando il servizio fosse organizzato nel miglior modo possibile, dovrebbe verificarsi che mentre un operatore perfora una serie, l'apparato automatico dovrebbe trasmettere le altre serie già perforate dagli altri operatori, in guisa che tra due serie di uno stesso perforante siano comprese quelle di tutti gli altri. Ciò equivale a dire che la linea serve per trasmettere prima il lavoro preparato dal primo operatore, poi quello del secondo, ecc., ossia che il tempo necessario per preparare una serie è diviso in tante parti eguali quanti sono gli operatori ed ognuna di queste frazioni di tempo è occupata per la trasmissione del lavoro preparato da ognuno di essi. Abbiamo dunque una divisione di tempo e di lavoro che corrisponde ad una distribuzione successiva della linea ai vari operatori. Ma tale divisione può farsi anche per intervalli assai più brevi, cioè per ogni telegramma preparato,

invece che per ogni serie di 5 telegrammi, ovvero anche per ogni lettera, per ogni segno elementare che entra nella formazione della lettera, ed infine anche per una piccolissima unità di tempo che non rappresenti se non 1/10 od 1/20 di un segno elementare, cosicchè per la formazione di un punto Morse, per esempio, la linea sia posseduta da ogni operatore dieci o venti volte.

Sino a che si tratti di distribuire la linea per serie di telegrammi, od anche semplicemente per telegrammi, non fa bisogno di nessun congegno meccanico e può bastare un accorto dirigente del servizio per mantenere la continuità del lavoro nel trasmettitore automatico senza perdite eccessive di tempo, ma quando si tratti di distribuire la linea per lettere, o per segni elementari, o per frazioni dei segni elementari, si comprende che non è più possibile di ottenere la cosa senza un congegno speciale, che si chiama appunto distributore e che è l'organo caratteristico dei sistemi multipli.

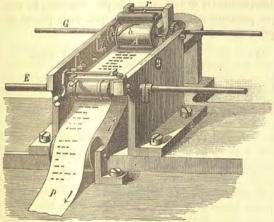


Fig. 775. - Ricevitore Meyer.

Il distributore adunque raccoglie da una parte della linea il lavoro preparato da più operatori e lo ripartisce all'altra estremità ad altrettanti ricevitori.

Esso si compone sempre di due parti; l'una fissa che può essere un anello, un disco, un cilindro, ecc., diviso in più sezioni, e l'altra mobile consistente in un braccio munito di sfregatore che gira attorno ad un centro e striscia successivamente sulle varie sezioni della parte fissa.

Il primo che abbia avuto l'idea di un sistema telegrafico multiplo è stato il Rouvier (1860), il quale intercalava tra due emissioni successive di corrente di uno stesso trasmittente quelle di tutti gli altri.

Meyer nel 1870 pensò di suddividere il lavoro per lettere, servendosi come apparecchio ricevente del suo pantelegrafo opportunamente modificato, realizzando un sistema multiplo a caratteri convenzionali che differivano di poco da quelli dell'alfabeto Morse.

Riferendoci a quanto abbiamo detto nel pantelegrafo di Meyer ove i segnali erano tracciati da una nervatura elicoidale quando la carta arrivava a toccarla per l'azione delle correnti ricevute, si comprende che suddividendo il passo dell'elica in più parti e suddividendo anche la carta in altrettante striscie di larghezza eguale alle frazioni dell'elica, si hanno altrettanti ricevitori separati, in ciascuno dei quali si possono tracciare dei segnali brevi o lunghi e comporre un alfabeto convenzionale nel quale abbia il suo valore anche la posizione relativa dei segni elementari (fig. 775).

La trasmissione su ciascun settore si effettuava per mezzo di 8 tasti disposti su due file, dei quali 4 servivano per inviare i segnali brevi e gli altri 4 i segnali lunghi. Abbassando i tasti per eseguire le varie combinazioni richieste nella trasmissione, si metteva in comunicazione la pila con

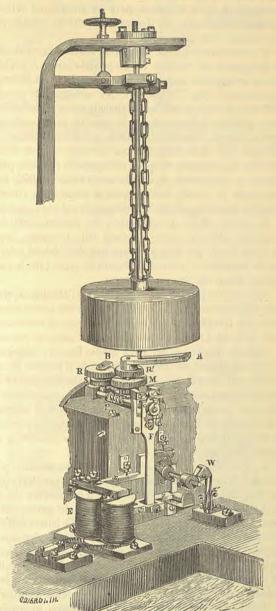


Fig. 776. — Regolatore Meyer e sistema di correzione.

alcune lastrine metalliche del distributore, e così al passaggio dello sfregatore su di esse, venivano emesse delle correnti brevi o lunghe e in un momento piuttosto che in un altro a seconda della posizione che le lastrine occupavano sul distributore stesso.

Il tipo dell'apparecchio multiplo Meyer che ha funzionato in Italia era a quattro trasmissioni; la lunghezza del punto era di <sup>1</sup>/<sub>49</sub> della circonferenza ed il rapporto tra la lunghezza dei segni brevi e quelli lunghi era di 7 a 16, mentre

nel sistema Morse è di 1 a 3, ragione per cui la lettura dei segnali era più difficoltosa.

La velocità di rotazione dello sfregatore del distributore era di 80 ad 85 giri al minuto, ed altrettante lettere potevano perciò essere trasmesse da ogni settore.

Il tempo in cui ciascun operatore possedeva la linea era indicato da un metronomo che colle sue battute indicava il momento in cui lo sfregatore stava per entrare nel settore relativo; l'abbassamento dei tasti si faceva in cadenza col metronomo stesso.

Il sincronismo tra i due distributori si otteneva regolando il movimento del ruotismo con un pendolo conico di grande massa assoggettata anche all'azione di una lamina oscillante circolarmente (fig. 776). Inoltre, per correggere le piccole differenze di velocità che inevitabilmente sommandosi avrebbero prodotto il disaccordo degli apparati corrispondenti, veniva emessa automaticamente da uno dei distributori e ad ogni giro dello sfregatore una corrente speciale detta corrente di correzione, la quale nell'apparato ricevente produceva lo spostamento di un sistema di ruote satelliti, aumentando la velocità dell'apparato se trovavasi in ritardo rispetto al corrispondente o diminuendola nel caso opposto.

Il sistema Meyer che prometteva dei risultati soddisfacenti per i bisogni ognora crescenti della telegrafia, dopo di avere lottato per qualche tempo con altri sistemi celeri, ne fu sopraffatto e venne abbandonato da quasi tutte le amministrazioni che l'avevano adottato.

Tra le varie cause che ne determinarono l'abbandono, non ultima certamente fu quella dovuta al laborioso lavoro occorrente per la traduzione e trascrizione dei segnali convenzionali, cosicche il rendimento era limitato e l'esercizio costoso.

Sistema Baudot. — Nel 1872 Emilio Baudot, impiegato dell'Amministrazione telegrafica francese, si propose di costruire un apparecchio multiplo stampante e fu nel 1875 che potè sperimentarlo in linea con soddisfacenti risultati. Da quel tempo in poi egli non ha cessato mai di migliorarlo, tanto che oggi si può affermare che esso rappresenti la sintesi di tutti i progressi fatti nel campo elettrico e in quello della meccanica.

Le difficoltà che il Baudot ha dovuto sormontare per ottenere la moltiplicità delle trasmissioni con caratteri tipografici, sono state grandissime. Basti il considerare che se egli avesse fatto uso di apparecchi riceventi del genere delle macchine Hughes, ove la stampa di una delle lettere dell'alfabeto è determinata dal momento in cui l'organo elettromagnetico è messo in azione dalla corrente, colla moltiplicità delle trasmissioni avrebbe dovuto ridurre di altrettante volte il tempo utile in cui la corrente produce l'effetto suo e a dismisura sarebbero perciò aumentate le probabilità degli svii.

Infatti, indipendentemente dal sincronismo meccanico degli apparati corrispondenti tra di loro, è noto che sono molteplici le cause (inerenti alle condizioni elettriche delle linee telegrafiche) per le quali si modificano le correnti di trasmissione in guisa da provocare il funzionamento dello elettro-magnete di ricevimento in anticipo od in ritardo.

Il criterio che giustamente ha seguito il Baudot nel costruire il suo ricevitore è stato quello d'ingrandire anzichè di restringere il tempo utile per produrre l'effetto richiesto dalla corrente, la qual cosa è possibile soltanto limitando le unità di tempo necessarie per produrre la stampa di qualsiasi lettera dell'alfabeto. Mentre nell'apparato Hughes le unità di tempo in cui si divide il periodo che abbraccia tutto l'alfabeto sono 28, in quello di Baudot non sono che 5.

Una corrente emessa in una anzichè in un'altra unità di tempo non potrebbe però dare che cinque segnali, ma utilizzando anche le combinazioni che si possono fare con 5 quantità, il numero totale dei segnali semplici e composti è di 31.

Evidentemente i segnali sono separati da intervalli o spazi, i quali pure possono occupare da 1 a 5 unità di tempo.

Il sistema Baudot, come tutti i sistemi celeri, funziona a correnti invertite, però questa condizione non è essenziale e nel concetto fondamentale del sistema dobbiamo considerare che esso funzioni soltanto colle correnti di lavoro.

Il massimo numero delle *emissioni di lavoro* che si possono effettuare nelle cinque unità di tempo non è che di tre in un caso solo (lettera T), altre 15 lettere si compongono con due emissioni e le altre 15 con una sola.

Nell'alfabeto Baudot i segnali che compongono le lettere differiscono tra di loro, non solo per lunghezza, ma anche per posizione relativa, ed ecco in qual modo possono rappresentarsi graficamente:

1a	2a	3a	<b>4</b> a	5a	Unità	di	tempo
1a	2a	3a	40	5a	A E Y Bia	1 2 3 ncc ncc & 2 8	tempo  cifre clettere (segno di correzione)
					O F R D	N5 F= - 0 N % 4 7	2
					S J X ± H Z L V C C	; 6 , . H : : = , 9	
		•			K Q M W T	( / ) ? !	

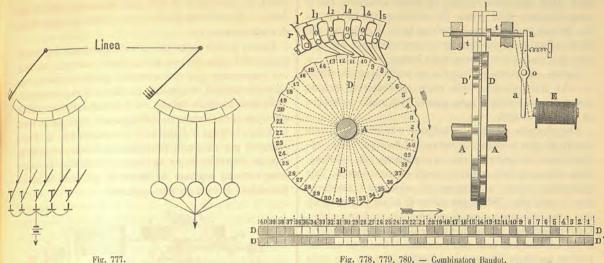


Fig. 778, 779, 780. — Combinatore Baudot. D D', Dischi del combinatore —  $l_1$   $l_2$   $l_3$   $l_4$   $l_5$ , Cercatori.

Queste correnti sono destinate a fare funzionare in ogni ricevitore cinque elettro-magneti; ogni emissione che occupa una sola unità di tempo fa funzionare un solo elettromagnete; se è della lunghezza di due unità ne fa funzionare due consecutivi, se di tre, tre, ecc.

Supponendo ora due distributori divisi in tanti settori quante sono le trasmissioni multiple che si vogliono effettuare e supponendo che ogni settore sia formato con 5 lastrine metalliche o contatti collegati nell'ufficio trasmittente a 5 tasti e nel ricevente a 5 elettro-magneti (figura 777), si comprende che al passaggio degli sfregatori sulle lastrine si effettueranno delle emissioni di corrente sulla linea che provocheranno il funzionamento degli elettro-magneti corrispondenti; le armature di questi riprodurranno la combinazione effettuata con i tasti nell'ufficio trasmittente, se gli sfregatori saranno animati da eguale velocità di rotazione e se saranno partiti da un medesimo punto.

È evidente che un attento osservatore potrebbe leggere i segnali ricevuti, traducendo le combinazioni stesse riprodotte dalle armature, ma è evidente del pari che la traduzione sarebbe difficilissima. Ciò che caratterizza maggiormente l'invenzione di Baudot è appunto il modo col quale si ottiene la stampa delle lettere corrispondenti ai detti segnali per mezzo di un organo speciale che dicesi combinatore.

In vari modi ha costruito Baudot il combinatore; nella forma attuale (fig. 778, 779, 780) vi si riscontrano:

4° Due dischi di acciajo situati su di un medesimo asse di rotazione e frastagliati alla periferia in guisa che i vuoti ed i pieni di ogni disco presi su cinque divisioni successive raffigurano tutte le combinazioni che si possono fare con 5 quantità. Questi dischi però non sono eguali, bensì ai vuoti dell'uno corrispondono i pieni dell'altro;

2º Cinque leve a martelletto chiamate *cercatori*, *che* Possono girare intorno ai rispettivi assi, mentre questi possono spostarsi nel senso longitudinale.

Le teste dei cercatori si toccano tutte fra di loro ed un martelletto per mezzo di una molla spinge costantemente il primo di essi. Le codette dei cercatori strisciano sulla periferia del disco posteriore del combinatore, il quale girando non presenta mai al disotto di esse cinque vuoti consecutivi; ne segue che i cercatori non possono mai girare sul proprio asse, ossia non possono obbedire mai alla spinta del martelletto che si trova sotto l'azione della molla; ma se tutti i

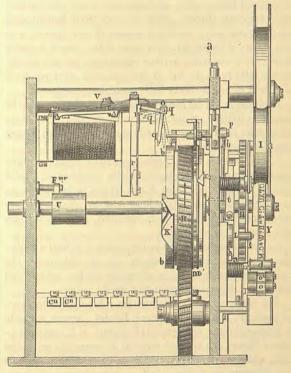


Fig. 781. — Traduttore Baudot. K, Eccentrico a spola — q, Leva di scambio.

cercatori trovassero un vuoto al disotto di loro, allora tutti eseguirebbero un piccolo movimento di rotazione insieme al martelletto e ciò avviene appunto quando qualche cercatore dal disco posteriore si faccia passare su quello anteriore, poiche allora in un momento della rotazione delle ruote combinatrici avverra che taluni cercatori troveranno il vuoto nella ruota posteriore ed altri in quella anteriore, che è complementare della prima. Si utilizza questo movimento per mettere in libertà mediante una biella il congegno che produce l'avanzamento della carta contro la ruota dei tipi, ossia per produrre la stampa della lettera.

Questo movimento ha luogo in un punto piuttosto che in un altro della rotazione delle ruote combinatrici, secondo quanti e quali cercatori sono passati dalla ruota posteriore

su quella anteriore.

Per produrre adunque la stampa di una lettera piuttosto che di un'altra bisogna trasportare dal disco posteriore sull'anteriore quei cercatori che corrispondono alla combinazione effettuata dalle armature degli elettro-magneti. Tale
trasporto si ottiene meccanicamente per mezzo di un eccentrico a spola (fig. 784) e per mezzo di taluni organi di attesa, che si chiamano leve di scambio. Queste leve mobilissime sul loro asse, ricevendo un piccolo urto dalle armature,
si portano con una delle loro estremità di fronte all'asse del
relativo cercatore ed occupano l'orbita di rotazione della
spola, la quale sopraggiungendo spinge con forza la leva
verso il cercatore, obbligandolo a passare dal disco posteriore sull'anteriore del combinatore.

Anche qui, come nel sistema Hughes, una delle combinazioni rappresenta il bianco lettere, che provoca l'avanzamento della carta contro la ruota dei tipi in un punto della periferia sprovvisto di tipi, ed un'altra combinazione rappresenta il bianco cifre; analogamente a ciò che succede nella macchiua Hughes, anche nel ricevitore Baudot ogni combinazione può produrre la stampa di una lettera o di una cifra; il passaggio dalla serie delle lettere a quella delle cifre e viceversa, avviene egualmente per uno spostamento della ruota dei tipi di una quantità corrispondente alla metà di una divisione delle ruote combinatrici.

L'istante in cui ha luogo la stampa della lettera non ha nessuna relazione col tempo in cui fu eseguita la trasmissione delle correnti, ma dipende soltanto da quanti e quali cercatori furono spostati.

L'indipendenza tra gli organi elettrici e quelli meccanici permette appunto la moltiplicità delle trasmissioni, poichè mentre ha luogo la stampa di una lettera in un ricevitore, le correnti provenienti dalla linea possono attivare gli elettro-magneti di tutti gli altri ricevitori, cosicchè la linea non rimane mai inutilizzata.

La trasmissione si effettua per mezzo di 5 tasti a molla, che vengono abbassati in cadenza con un metronomo che indica il momento in cui lo sfregatore sta per entrare nel settore del distributore relativo a quella tastiera.

Per mantenere il sincronismo tra i due distributori corrispondenti, oltre al regolatore Baudot, ovvero a quello a lamina vibrante compensata (Ferranti), vi è, come nel sistema Meyer, una speciale corrente di correzione per mezzo della quale si ritarda la velocità dell'asse degli sfregatori dell'apparato che la riceve tutte le volte che precede il movimento dell'apparato che la invia.

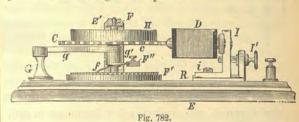
Anche i traduttori devono essere sincroni col relativo distributore, che a tal uopo invia ad ogni giro su ciascuno di essi una corrente locale, la quale fa funzionare un apposito elettro-freno; questo modera la velocità del traduttore, impedendo che avanzi su quella del distributore.

Il sistema Baudot, adottato in Italia, è a due trasmissioni o a quattro, secondo l'importanza della linea su cui è eser-

citato. La velocità è di 165 giri al minuto per cui può dare un rendimento di altrettante lettere per ogni settore di trasmissione (1).

Esso si presta anche per la corrispondenza dei circuiti semi-diretti, per cui con un impianto quadruplo una località importante può corrispondere permanentemente con altre due località, assegnando a ciascuna di esse due settori.

Sistema multiplo Delany. — Nel sistema Delany (1884), che è un perfezionamento dell'apparato multiplo di Paolo La Cour, la linea è distribuita successivamente ai diversi operatori per intervalli brevissimi di tempo, cosicchè un segnale trasmesso da un operatore è costituito da brevissime correnti separate da intervalli, nei quali la linea è possseduta da tutti gli altri operatori.



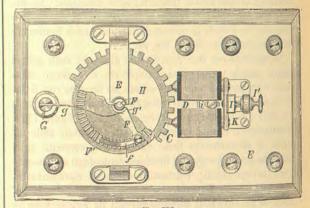


Fig. 783. Sistema multiplo Delany (fig. 782 e 783).

F', Distributore — F f, Sfregatore — C, Corona con denti in ferro (ruota fonica)
D, Elettro-magnete — H, Volano.

Il distributore è costituito da 84 lastrine metalliche (fig. 782 e 783), che si aggruppano in diverso modo secondo il numero delle trasmissioni che si vogliono effettuare; 72 di dette lastrine servono per le trasmissioni telegrafiche e 12 per mantenere il sincronismo degli sfregatori degli apparati corrispondenti. Tutte le lastrine sono alternate con altrettanti denti di una corona metallica che comunica colla terra per facilitare la scarica del filo di linea.

In un impianto sestuplo la circonferenza si divide in sei settori principali, di cui ciascuno comprende 12 lastrine di trasmissione. Tutte le lastrine che corrispondono ai numeri 1 e 7 di tutti i settori sono collegate tra di loro e finiscono ad un morsetto, così pure sono riunite tra di loro tutte le lastrine 2 ed 8, 3 e 9, ....., 6 e 12. Collegando a tali morsetti dei gruppi Morse, e ponendo in comunicazione i due sfregatori per mezzo di una linea telegrafica.

In questi ultimi tempi la velocità è stata spinta a 180 giri al minuto.

se gli sfregatori saranno partiti da un medesimo punto e saranno animati da movimenti sincroni, i segnali emessi per mezzo di uno dei trasmettitori saranno ricevuti alla stazione lontana nel ricevitore relativo, e così si potranno effettuare sei trasmissioni, come se vi fossero tra le due località sei circuiti distinti.

Si comprende però che in tal modo i segnali ricevuti sarebbero formati da una serie di piccolissimi punti; per avere la continuità dei segnali le correnti di ricevimento non fanno funzionare direttamente la macchina Morse, bensi un soccorritore sensibilissimo, regolato e costruito in guisa che sia alquanto pigro nei suoi movimenti; quando l'armatura di questo soccorritore è attratta, interrompe il circuito locale di un secondo soccorritore, l'armatura del quale distaccandosi dalla vite di riposo determina il passaggio della corrente dovuta ad un'altra pila locale attraverso la macchina Morse.

Il sincronismo degli sfregatori si ottiene per mezzo della ruota fonica di La Cour, la quale ha dei denti in ferro, che passando successivamente innanzi ai poli di un'elettro-calamita, possono considerarsi come un'armatura mobile della medesima. Inviando una serie di correnti elettriche nel filo magnetizzante dell'elettro-magnete, la ruota viene messa in moto e si avanza di un dente per ogni emissione. Si ha perciò una specie di motorino elettrico, ove le correnti vengono inviate da un diapason (La Cour) o da una lamina vibrante (Delany), la quale colle sue oscillazioni chiude ed interrompe il circuito di una pila locale. Al tempo stesso, per mezzo delle stesse oscillazioni, si inviano altrettante correnti locali in un secondo elettro-magnete che mantiene in vibrazione la lamina, cosicchè la ruota fonica, sotto gli impulsi uniformi che riceve, prende un moto di rotazione regolarissimo e rapido, facendo girare lo sfregatore colla velocità di tre giri al secondo.

Per mezzo di un peso che si fa scorrere lungo la lamina vibrante, si varia il numero delle oscillazioni e quindi la velocità della ruota fonica, e così è possibile di regolare il sincronismo tra i due apparecchi corrispondenti.

Per quanto perfetto sia tale movimento di rotazione, si comprende però che dopo qualche tempo, sommandosi le piccole differenze di velocità, non vi sarebbe più l'accordo richiesto tra i due sfregatori. Per mantenere il sincronismo vi sono perciò tra i sei settori di trasmissione due lastrine di correzione, distinte col nome di contatto di lavoro e contatto ausiliario. I contatti di lavoro 1º, 3º e 5º sono collegati tra di loro e comunicano stabilmente colla pila di linea; gli altri (2º, 4º e 6º) comunicano con un soccorritore speciale, detto soccorritore della correzione.

Quando esiste il sincronismo tra i due distributori, le correnti di correzione cadono sui contatti ausiliari ed il soccorritore della correzione rimane inattivo; ma se le correnti di correzione arrivano in anticipo, il soccorritore è percorso da quelle correnti e chiude il circuito locale di un elettro-magnete, tra le espansioni polari del quale si trova l'estremità della lamina vibrante. Per il campo magnetico che si sviluppa, la lamina essendo attratta al termine di ogni vibrazione, ne ritarda il periodo, la ruota fonica diminuisce la velocità di rotazione ed il sincronismo viene così

Questo sistema multiplo ha il grande vantaggio che gli operatori non devono seguire alcuna cadenza nell'effettuare la trasmissione dei proprii segnali ; ne debbono trasmettere con una velocità determinata; inoltre la velocità delle trasmissioni si può effettuare con qualsiasi apparato a segnali lunghi e si possono attivare promiscuamente apparati diversi: Morse, Sounder, Hughes, ecc.; si hanno insomma tutti i vantaggi che si potrebbero avere se vi fossero altrettanti fili di linea distinti.

In tale sistema di corrispondenza multipla si lamenta però che a causa delle piccolissime emissioni di corrente inviate sulla linea (1/500 di secondo), esso non funziona che su circuiti brevi e che a causa delle deformazioni che subiscono le correnti di trasmissione per effetto delle correnti naturali della linea, facilmente i segnali si ricevono confusi ed alterati, cosicchè gli apparecchi a sincronismo, come quelli di Hughes, non vi funzionano regolarmente neanche se la moltiplicità delle trasmissioni si voglia effettuare soltanto su brevi linee.

## Apparati accessorii.

Soccorritori (Relais). — L'idea dei soccorritori è dovuta a Wheatstone nel 1837; essi avevano lo scopo di trasformare le correnti deboli ricevute all'estremità di una linea, in correnti forti atte a produrre il lavoro che si richiedeva dall'organo elettro-magnetico di un ricevitore. Presentemente essi servono anche per altri usi, come vedremo allorche tratteremo del collegamento delle stazioni tra di loro.

Il soccorritore si compone generalmente di un'elettrocalamita, di cui l'armatura determina l'oscillazione di una leva metallica tra due viti di contrasto, in guisa che chiude il circuito di una pila locale quando l'elettro-calamita è percorsa da una corrente.

Nel circuito della pila locale è incluso l'apparato che

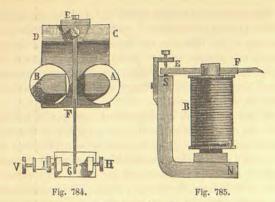
produce i segnali telegrafici.

Il soccorritore di Wheatstone è stato in seguito modificato da Morse, da Digney, da Froment, da Halscke, da Hipp, ecc. Nei soccorritori di tal genere l'armatura è ricondotta nella posizione di riposo da una molla antagonista e si chiamano soccorritori ordinari.

Altri soccorritori diconsi polarizzati perchè i nuclei delle elettro-calamite o le armature sono magnetizzate per contatto o per induzione da una calamita permanente. In questi soccorritori occorre che la corrente abbia una determinata direzione, affinchè l'armatura faccia contatto colla vite di lavoro; essi possono funzionare sia per mezzo di correnti ordinarie intermittenti, sia per mezzo di correnti invertite. Nel primo caso la forza di attrazione o di repulsione della calamita permanente deve ricondurre l'armatura nella posizione di riposo in luogo della molla antagonista, cosa che si ottiene regolando la posizione dell'armatura rispetto alle espansioni polari, in guisa che vi sia una preponderanza di forze attrattive dalla parte della vite di riposo.

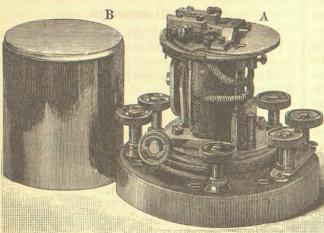
Nel secondo caso l'armatura si deve regolare in modo che sia indifferente dalle due parti e allora ubbidisce egualmente tanto alle correnti dirette come a quelle inverse, producendo dei contatti alternativi nelle due viti di contrasto.

Tra i soccorritori polarizzati daremo un'idea di quello di Siemens (fig. 784 e 785), di cui l'uso è molto esteso malgrado che oggigiorno vi siano molti altri soccorritori di maggiore sensibilità e di maggiore rapidità di funzionamento.



Soccorritore Siemens.

DC, Calamita permanente - AB, Elettro-calamita - F, Armatura.



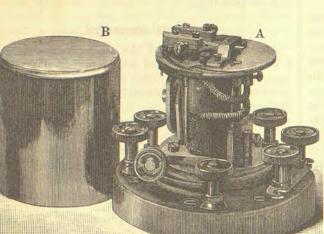
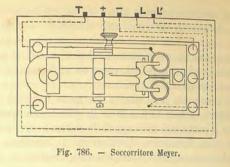


Fig. 787. - Soccorritore Wheatstone.



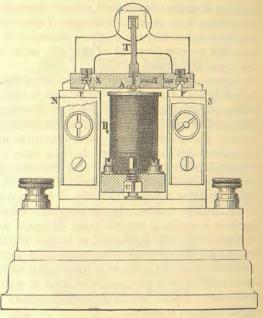


Fig. 788. - Soccorritore Baudot.

Esso si compone di una calamita permanente ripiegata a squadra e di una elettro-calamita verticale a due rocchetti, i di cui nuclei sono congiunti inferiormente da una spranghetta di ferro che è serrata a vite all'estremità orizzontale della calamita ove risiede il polo nord. All'estremità verticale della stessa (polo sud) è imperniata una linguetta di ferro dolce che partecipa perciò della polarità sud della calamita permanente. La linguetta oscilla tra due espansioni polari di ferro dolce, che si possono allontanare od avvicinare tra di loro, ed hanno la polarità nord della calamita. Se si ponga la linguetta ad eguale distanza dalle espansioni polari sarà attratta egualmente da entrambe e si troverà in una posizione d'equilibrio, che però perderà facilmente per il suo più piccolo spostamento o per la più leggiera diminuzione di polarità di una delle espansioni polari dell'elettro-calamita. Due viti isolate limitano i movimenti della linguetta e possono spostarsi contemporaneamente per mezzo di un bottone a vite, in guisa che la linguetta si trovi più vicina ad uno dei poli dell'elettro-magnete che all'altro.

Pel passaggio della corrente nel filo magnetizzante si sviluppano dei poli di nome contrario, per cui la linguetta viene ad essere maggiormente attratta dalla parte dove aumenta la polarità e si porterà verso quel polo, conservando la posizione presa anche al cessare della corrente; al passaggio di una corrente di senso inverso la linguetta si porterà nell'altra posizione.

Se si volesse fare funzionare l'apparecchio con correnti di una sola direzione, bisognerebbe spostare le due viti di arresto in modo che la linguetta oltrepassasse la linea di equilibrio dalla parte della vite di riposo.

L'apparecchio è sorretto da uno zoccolo di legno, dal quale sporgono cinque morsetti, dei quali il 1º è collegato internamente colla linguetta metallica, il 2º colla vite di riposo, il 3º colla vite di lavoro, ed il 4º e 5º colle estremità del filo magnetizzante.

Altri soccorritori polarizzati generalmente usati in telegrafia sono quelli di Meyer (fig. 786), di Baudot (fig. 788), di Wheatstone (Standard Relais, fig. 787), ecc., che quantunque diversi di forma, funzionano in modo analogo.

Suonerie. — Sino dai primi tempi della telegrafia, Wheatstone pensò anche al modo di fare dei segnali acustici di chiamata per mezzo di un'elettro-calamita speciale. Questi apparecchi di chiamata presero il nome di suonerie, sveglie, avvisatori od anche allarme.

Le suonerie possono essere di diverso genere. In talune la corrente elettrica non deve fare altro che liberare il movimento di un sistema di orologieria, il quale in moto che sia, produce meccanicamente le oscillazioni di un martello su di una campana. È questo il sistema adottato quando si richiedono suoni molto intensi, come ad esempio negli avvisatori a campana delle ferrovie. In altre il martello è messo direttamente in azione dall'armatura dell'elettro-magnete; in queste suonerie basta di aprire e chiudere rapidamente il circuito della corrente, la qual cosa può essere fatta a mano da colui che chiama, ovvero può essere fatta anche automaticamente per mezzo della corrente. In questo ultimo caso diconsi suonerie vibranti (trembleur) e per la loro semplicità sono quelle che generalmente vengono adoperate. Consistono in un'elettro-calamita, di cui l'armatura interrompe il circuito quando è attratta e per l'interruzione stessa, sotto l'azione di una molla o di un peso, ritorna nella posizione di riposo; ma allora chiude di nuovo il circuito, di nuovo è attratta e così di seguito.

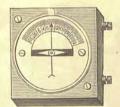


Fig. 789. - Bussola ordinaria.

Bussole e galvanometri. — Dalle scoperte di Romagnosi, Oersted, Schweigger e Poggendorf ebbe origine il galvanometro da cui sono derivate le bussole telegrafiche, che hanno lo scopo di constatare la presenza delle correnti in un circuito, la loro direzione è approssimativamente l'intensità. Esse vengono adoperate negli uffici telegrafici per avere qualche indizio sulle condizioni degli apparati, delle linee e delle pile. La bussola ordinaria adoperata negli uffici italiani è conosciuta col nome di bussola a 32 giri (fig. 789). L'ago calamitato ed il telajetto sono racchiusi in una scatola cilindrica incastrata in un foro circolare di una base quadrata sulla quale può girare. Questa disposizione permette di orientarla senza alterare la posizione dei morsetti che si trovano nella base.

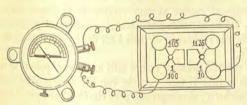


Fig. 790. — Bussola a 1000 giri e reostata di derivazione.

Altre bussole ordinarie sono indipendenti dal magnetismo lerrestre, per cui non fa di bisogno che siano orientate; la posizione dell'ago allora è determinata da una calamita permanente. Altre volte l'ago è disposto verticalmente ed è mantenuto in tal posizione dal maggior peso che ha uno dei suoi bracci rispetto all'altro (detector degli Inglesi).

Negli uffici telegrafici italiani si fa pure uso di una bussola più sensibile e più esatta, conosciuta col nome di bussola a 1000 giri che serve specialmente nelle misurazioni elettriche; se ne modera la sensibilità, quando sia opportuno il farlo, per mezzo di un reostata di derivazione, col quale si riduce l'intensità della corrente che circola pel filo moltiplicatore ad 1/100, ovvero ad 1/100 (fig. 790).

Commutatori. — Occorre talvolta, come nei casi di guasti, di dover variare la disposizione delle comunicazioni tra gli apparati, le linee o le pile. Per eseguire tali variazioni con rapidità si fa uso dei commutatori. Questi apparecchi comprendono gli interruttori, gli inversori ed i commutatori propriamente detti o permutatori.

Gli interruttori servono per stabilire o togliere la comunicazione fra due fili; gli inversori cambiano le comunicazioni di quattro fili, in guisa che il primo comunichi col secondo o col terzo, mentre il quarto comunica col terzo o col secondo. I permutatori servono per eseguire qualsiasi variazione nelle comunicazioni di più fili.

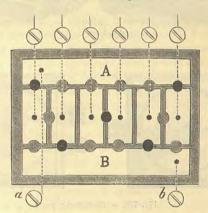


Fig. 791. - Commutatore a lastrine in un piano.

Tanto le interruzioni, quanto le inversioni che le permutazioni si possono eseguire in più modi, cioè o con molle o con bracci sollecitati da molle, che ruotando a guisa di raggio collegano il centro con vari punti della circonferenza descritta, dove si trovano delle piastrine metalliche a cui fanno capo i diversi fili; o con lastrine metalliche isolate tra di loro e disposte su di uno stesso piano, tra le quali si possono conficcare o togliere delle caviglie (fig. 791); o con

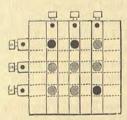


Fig. 792. - Commutatore svizzero.

spranghette metalliche incastrate parallelamente sulle due faccie di una tavoletta quadrata, ma da una parte in un senso e dall'altra in senso normale alle prime; nei punti in cui esse si incrociano, praticando dei fori ed introducendovi delle caviglie si stabilisce la comunicazione tra le lastrine di una delle faccie con quelle dell'altra (Commutatori svizzeri) (fig. 792).

Quando si abbiano molti fili si fa pure uso di commutatori a rosace, che consistono in una tavola circolare di legno, verso la periferia della quale si trovano dei morsetti; nel centro è praticato un foro pel quale entrano i fili che finiscono con un gancio o forchetta numerata, la quale poi si stringe nei morsetti suddetti. In casi simili si fa puro uso

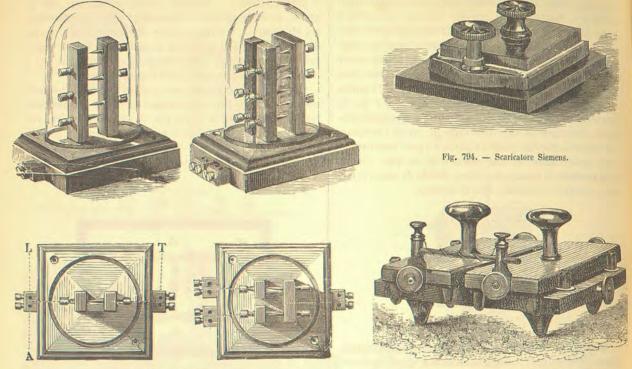


Fig. 793. - Scaricatori a punte.

Fig. 795. - Scaricatore a piastre e a filo preservatore.

di commutatori a fili mobili, per mezzo dei quali si riuniscono dei morsetti disposti su di un tavolo in modo da formare due file parallele.

Quando occorra di eseguire contemporaneamente più commutazioni si fa uso di congegni speciali, conosciuti sotto il nome di commutatori multipli.

Scaricatori. — Per preservare gli apparati ed il personale di esercizio dei medesimi dai funesti effetti delle scariche elettriche atmosferiche, fu pensato di disporre negli uffici telegrafici alcuni strumenti speciali detti scaricatori, che sono modificazioni dei parafulmini di Franklin.

Ciò che da essi si richiede si è che nell'atto della scarica e per effetto della scarica stessa, stabiliscano una comunicazione diretta tra la linea e la terra, ovvero che interrompano la comunicazione tra la linea e gli apparecchi telegrafici.

Gli scaricatori sono formati o con punte metalliche poste di fronte (fig. 793), o con fili ripiegati a zig-zag, o con lastre metalliche striate, che si prospettano a piccolissima distanza o che si sovrappongono con un foglio di carta paraffinata o di seta o di guttaperca che le isola tra di loro (fig. 794). Altri scaricatori si basano sulla proprietà che hanno le scariche elettriche atmosferiche di fondere i fili sottili e diconsi allora scaricatori a filo preservatore (fig. 795), ovvero di bruciare il cotone o la seta che riveste un filo conduttore ravvolto su di un cilindro metallico comunicante colla terra.

Per evitare che dopo una scarica la linea rimanga in comunicazione colla terra anzichè col ricevitore, sono stati ideati degli scaricatori che automaticamente ristabiliscono la comunicazione tra la linea ed il ricevitore stesso tosto che siasi fulminato il primo filo preservativo (Picco, Eggington). Reostati e condensatori. — Tra gli apparecchi accessori di cui si fa uso in telegrafia vanno compresi anche i reostati ed i condensatori.

I primi non sono altro che delle cassette di forma rettangolare o cilindrica, contenenti dei rocchetti di filo metallico (generalmente di argentana).

I capi di questi fili sono collegati a tante piastrine metalliche situate nella parte superiore della cassetta, e per mezzo di caviglie che si conficcano tra una e l'altra di esse o per mezzo di un braccetto metallico a molla girevole attorno al centro si può variare la resistenza complessiva del reostata da zero sino al massimo valore corrispondente alla resistenza di tutti i fili dei rocchetti congiunti in serie.

I reostati possono essere fatti anche con polvere di carbone in tubi di vetro anzichè con fili di argentana avvolti su rocchetti; si comprende però che in tal caso non si hanno delle resistenze precise, nè costanti.

I condensatori impiegati in telegrafia sono costituiti da fogli di stagnola sovrapposti ed isolati tra di loro da un sottilissimo strato di mica o di carta parafinata.

I fogli di stagnola formano due serie distinte. Tutti quelli che corrispondono ai numeri dispari sono collegati tra di loro e formano una delle armature del condensatore, e tutti gli altri (numeri pari), pure comunicanti tra di loro, formano l'altra armatura. Racchiudendo in una medesima cassetta di legno diversi fasci di foglie di stagnola cosi preparati, si può disporre di una serie di capacità, che si sommano conficcando delle caviglie nei fori di appositi blocchi metallici a cui sono collegati, e si escludono togliendo le caviglie stesse.

Le variazioni più piccole sono generalmente di un mezzo microfarad e qualche volta anche di un quarto,

# Elettro-calamite degli apparecchi telegrafici.

Resistenze delle elettro-calamite. — Mentre dal calcolo si deduce che in un elettro-magnete si ha il massimo effetto quando la resistenza dello avvolgimento sta a quella del resto del circuito come il diametro del filo di rame nudo sta a quello del filo rivestito, in telegrafia gli elettro-magneti hanno delle resistenze che generalmente non corrispondono a quelle che darebbero il massimo effetto magnetizzante.

Una prima ragione di questa differenza è dovuta alle diverse resistenze dei circuiti nei quali si devono includere gli apparecchi, secondariamente è dovuta alla circostanza che spesse volte su di un medesimo circuito si devono in-

cludere più ricevitori.

Si è procurato perciò di unificare il tipo degli elettromagneti secondo il sistema a cui appartengono, in modo che possano servire sufficientemente bene su qualsiasi circuito, tenendo presente anche il numero degli elettromagneti che vi si possono includere.

Per le macchine Morse è stata stabilita la resistenza di 600 ohm, colla quale si ottiene un regolare funzionamento dell'apparecchio, sia nei circuiti diretti, sia nei circuiti

omnibus.

Quando gli apparecchi inclusi siano molti è buona regola di munire i ricevitori di una derivazione tra i due morsetti dell'elettro-magnete (Shunt), poichè regolandone opportunamente la resistenza si ottiene la diminuzione di quella totale del circuito, facendo così passare pel filo magnetizzante dei ricevitori solamente quella quantità di corrente che è richiesta per il loro regolare funzionamento. In tal modo si evita altresi di dovere variare la tensione della molla antagonista o la distanza dell'armatura dalle espansioni polari, cosa che è della massima importanza quando gli apparecchi siano affidati a mani poco esperte nel regolarli.

Nell'apparato Hughes, che si suole quasi sempre adoperare nei circuiti diretti, la resistenza dell'elettro-magnete

e di 1200 ohm

Nei ricevitori Wheatstone, col motore a molla, la resistenza complessiva degli avvolgimenti è pure di 1200 ohm, e in quelli di ultimo modello col motore a peso la resistenza complessiva è di 800 ohm.

Siccome negli apparecchi rapidi non è il massimo effetto magnetizzante quello che interessa, effetto che ha relazione colla sensibilità dell'apparecchio, ma è l'azione deformatrice dei segnali dovuta all'auto-induzione del ricevitore che bisogna procurare di rendere minima, così le spire magnetizzanti si dispongono ad arco doppio o ad arco quadruplo, diminuendo la resistenza del ricevitore sino al punto che le forze magnetizzanti siano solamente sufficienti aprodurre il lavoro che si richiede dal movimento delle armature, ottenendosi per tal modo di diminuire, ed in un rapporto molto maggiore, anche la contro-forza elettromotrice che genera l'auto-induzione.

Per queste ragioni il *relais* Meyer non ha che la resistenza di 220 ohm, quello di Baudot di 200, e lo *standard* relais di 400, che può ridursi ad un quarto o ad un sedi-

cesimo secondo i casi.

Gli elettro-magneti dei circuiti locali si fanno di resistenze molto minori, che variano pure secondo la velocità colla quale devono funzionare. Così i sounders destinati a riprodurre dei segnali Morse, come quelli che si riscontrano nei gruppi Wheatstone, hanno la resistenza di 20 ohm; gli elettro-magneti dei circuiti locali del sistema Baudot ne hanno da 50 a 60, ecc.

Portata di un elettro-magnete. — Quando un elettro-magnete sia regolato colle correnti le più deboli, aumentando l'intensità delle medesime si arriva ad un punto in cui il funzionamento diventa irregolare, perchè le forze magnetiche sviluppate non sono più equilibrate dalle forze antagoniste che devono ricondurre l'armatura nella posizione di riposo e perchè l'auto-induzione che si sviluppa, aumentando in proporzione delle correnti, sempre più deforma i segnali.

Il rapporto tra la massima e la minima intensità delle correnti che percorrono le spire magnetizzanti di un elettromagnete senza impedirne il regolare funzionamento e senza doverne variare la regolazione dicesi *portata* (scala di me-

rito o scala d'azione di Schwendler).

Gli apparecchi polarizzati che funzionano a correnti invertite sono quelli che hanno una portata maggiore, poichè le armature essendo neutre, nei loro movimenti non sono soggette all'equilibrio che si richiede tra le forze magnetiche e quelle antagoniste come nel caso dei ricevitori percorsi da correnti intermittenti di una sola direzione. Inoltre la portata è una funzione decrescente della rapidità dei segnali, poichè per ottenere il funzionamento del ricevitore in minor tempo (frazione della durata dello stato variabile della corrente), bisogna aumentare la forza elettro-motrice del circuito; nelle emissioni lunghe (linee rispetto ai punti) l'intensità della corrente sale anche più rapidamente ad un valore maggiore di quello che si raggiungerebbe con una forza elettro-motrice minore e l'auto-induzione deformatrice dei segnali raggiunge prima quel limite, oltre il quale l'elettro-magnete non funziona più regolarmente.

#### IV. — COLLEGAMENTO DEGLI APPARATI.

Nel collegare tra di loro gli apparati di un gruppo telegrafico, si presentano due casi, cioè o si tratta di effettuare

la corrispondenza semplice (simplex) o quella multiplice (multiplex) diversa da quella multipla di cui già ci siamo occupati.

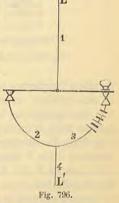
La corrispondenza semplice può essere poi a correnti intermittenti e a correnti invertite, e quella multeplice, può essere duplice (duplex), diplice (diplix), quadruplice (quadruplex), ecc.

Nella corrispondenza semplice a correnti intermittenti i segnali possono manifestarsi per la chiusura o per l'interruzione del circuito dell'elettromotore.

Il diagramma (fig. 796) rappresenta il trasmettitore che al tempo

stesso è un commutatore per mezzo del quale si stabilisce la continuità del circuito tra i fili 1 e 4 attraverso il filo 2 o il filo 3.

Se i conduttori 1 e 4 rappresentano i fili di linea, includendo una pila sul filo 3, un elettromagnete situato sull'uno o sull'altro dei detti fili di linea funzionerà tanto se si



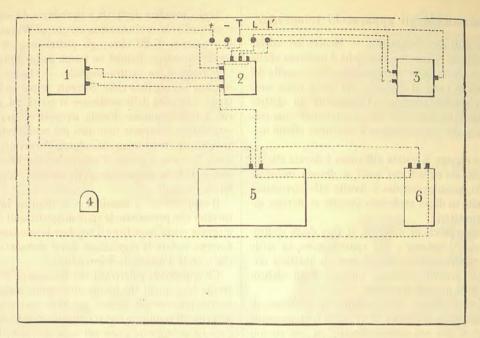


Fig. 797. - Comunicazioni di un gruppo Morse ordinario.

4, Bussola - 2, Commutatore - 3, Scaricatore - 4, Avvolgicarta - 5, Macchina - 6, Tasto.

ricevono delle correnti dalle linee, quanto se si trasmettono sulle medesime; funzionerà invece nel caso del ricevimento solo, se sarà incluso sul filo 2 e soltanto nel caso della trasmissione se sarà incluso sul filo 3.

Si dispongono pertanto i vari apparecchi che formano un gruppo sull'uno o sull'altro dei detti conduttori a seconda delle funzioni che essi devono compiere.

Comunicazioni di un gruppo Morse ordinario. — In un gruppo Morse ordinario (fig. 797), la macchina ricevente è sul filo 2, la bussola sul filo 1; lo scaricatore comunica per derivazione coi fili 1 e 4. Un commutatore a tre spine





Fig. 798. - Posizione delle spine nel commutatore.

completa l'impianto e serve per effettuare le commutazioni in varie maniere, tra cui accenneremo a quella per la quale uno stesso gruppo può funzionare in una stazione intermedia tra due tratti di un circuito, ovvero in un ufficio capolinea (fig. 798). La differenza consiste in ciò che in un ufficio capolinea il filo N. 4 invece di comunicare con una seconda linea (come nel caso di un ufficio intermedio), comunica invece colla terra.

Comunicazioni di un gruppo Morse a corrente continua.— In America si è pensato che non erano necessarie tante pile quante sono le stazioni incluse in un circuito e che si potrebbe effettuare la corrispondenza con una pila sola situata in un punto qualunque di esso. Allora il ricevitore s'include sul filo 1 o 4 e si sopprime il filo 2; si dispone poi il tasto in modo che nella posizione di riposo stabilisca la continuità del circuito tra i conduttori 1 e 4, cosicchè tutti i ricevi-

tori siano percorsi dalla corrente, la quale perciò produrrà in essi l'attrazione delle armature e conseguentemente la traccia di un segno continuo sulla striscia di carta. Quando una stazione voglia effettuare la trasmissione interrompe prima il circuito e poi lo ristabilisce di nuovo tutte le volte che il tasto venga abbassato per trasmettere nel modo consueto.

Terminata la trasmissione bisogna ristabilire la continuità del circuito, cosa che si può effettuare sia per mezzo di un peso o di una molla che tenga il tasto abbassato, sia con un braccetto o manovella di commutazione (fig. 799).

Tali disposizioni hanno però l'inconveniente che se l'impiegato, dopo di aver finito la trasmissione, si dimentica di ristabilire la comunicazione permanente del circuito, le altre stazioni non possono più corrispondere.

Per eliminare tale inconveniente sono stati ideati dei tasti speciali come quello di Berio, di Wiehl, di Dehms, di Pugnetti, di Ferranti, ecc., con leve snodate o con pomelli sezionati verticalmente od orizzontalmente.

Fig. 799.

Inoltre si è seguito anche un altro mezzo: invece di modificare il tasto, si è pensato di modificare il funzionamento del ricevitore, facendo si che tracciasse i segnali per l'interruzione del circuito anzichè per la chiusura di esso. Tale idea è dovuta a Frischen in Germania nel 1858; egli si serviva di un soccorritore col quale chiudeva il circuito di una

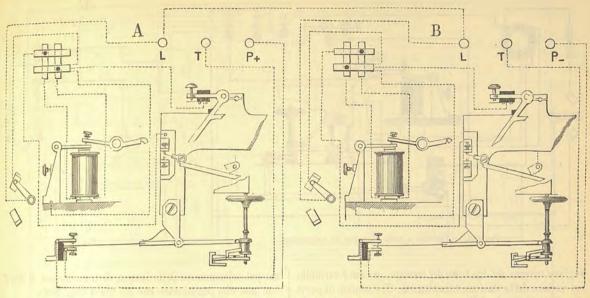


Fig. 800. - Comunicazioni Hughes (controllo elettrico).

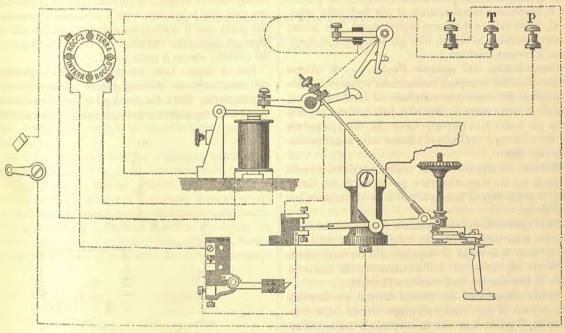


Fig. 804. - Comunicazioni Hughes (controllo a scatto meccanico).

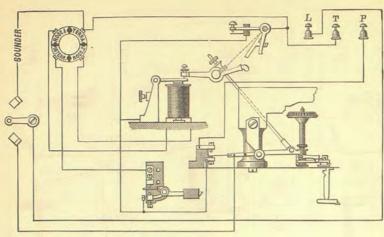
pila locale ove era inclusa la macchina ricevente, quando l'armatura di esso faceva contatto colla vite di riposo. Da qui ha avuto origine la corrispondenza a corrente continua conosciuta col nome di sistema tedesco.

Nel 1867 Wiehl soppresse il soccorritore ed ottenne gli stessi risultati con una leva snodata messa in azione dall'armatura.

Hasler a Berna fece si che l'armatura si potesse disporre a piacere sopra o sotto alle estremità polari dell'elettrocalamita e costrusse così l'apparato Morse a doppio uso.

In Italia la corrispondenza a corrente continua tanto col sistema americano che con quello tedesco è stata lungamente sperimentata, ma con risultati sfavorevoli; a causa specialmente delle dispersioni cui vanno soggette le linee, dispersioni che col sistema ordinario non impediscono il regolare funzionamento degli apparati.

Corrispondenza con pile opposte. — Per eleminare le pile negli uffici intermèdi, si possono anche disporre in opposizione quelle degli uffici estremi del circuito. Se le due pile sono di eguale forza elettromotrice, non vi ha passaggio di corrente nel circuito durante lo stato di riposo dei trasmettitori. Ma nella posizione di lavoro di uno qualsiasi di questi, si stabilisce la comunicazione del filo di linea colla terra, chiudendo il circuito delle due pile e si hanno due correnti che percorrono i rispettivi tratti del circuito. L'intensità di queste correnti però non è sempre la stessa ma è nella



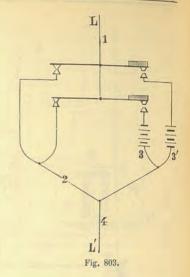


Fig. 802. - Controllo a scatto meccanico ed accumulatori.

ragione inversa dei due tratti del circuito, per cui è variabile col variare della stazione trasmittente. Si è tentato di porvi rimedio includendo delle opportune resistenze, ovvero delle forze elettromotrici. In quest'ultimo caso però non si tratta più di sopprimere completamente le pile degli uffici intermedi, ma di ridurre il numero degli elementi. Tale sistema di corrispondenza ha inoltre tutti gli inconvenienti dei sistemi a corrente continua.

Comunicazioni dell' apparato Hughes. — Il sistema Hughes funziona a correnti intermittenti ordinarie; l'elettromagnete di ricevimento si include sul filo Nº 1 (linea), quando si voglia avere il controllo della propria trasmissione per mezzo delle correnti emesse (fig. 800); s'include sul filo n. 2 se il controllo si effettua collo scatto meccanico (fig. 801).

Mediante un inversore si può cambiare la direzione della corrente nel filo magnetizzante e per mezzo di una manovella si può isolare la linea o si può farla comunicare con una Morse.

Nelle comunicazioni dell'apparato Hughes va notato altresi un interruttore automatico del circuito dell'elettromagnete; esso ha lo scopo di impedire alle correnti indotte provocate dai movimenti dell'armatura nel filo magnetizzante di fare scattare continuamente l'armatura.

Inoltre vanno notati due circuiti derivati, per impedire alla corrente di percorrere i fili magnetizzanti dell'elettrocalamita, il primo dopo che sia avvenuto lo scatto dell'armatura, ed il secondo quando si faccia pressione colla mano sul pomello della leva d'arresto per fermare la ruota dei tipi.

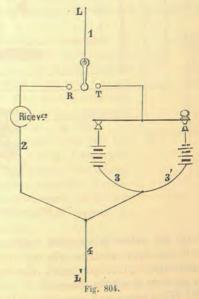
Entrambi questi circuiti derivati risiedono tra il filo 1 ed il filo 4.

Coll'uso degli accumulatori negli uffici principali, le comunicazioni dell'apparato Hughes a scatto meccanico, sono state modificate per impedire i corti circuiti. A tale effetto la lamina di trasmissione è stata isolata dalla massa metallica dell'apparato e questa è sempre inclusa sul filo 4 invece che sul filo 1; i circuiti derivati anzichè stabilirli tra i fili 1 e 4 sono stati disposti tra i fili 2 e 4 ossia tra i due capi del filo magnetizzante dell'elettro-calamita. Quando scatta l'armatura ovvero quando venga arrestata la ruota dei tipi si stabilisce la comunicazione della linea colla terra,

ma pel sollevamento della lamina di trasmissione, il filo 3 non può che comunicare che col filo 4 (fig. 802).

Corrispondenza semplice a correnti invertite. — Nella corrispondenza semplice a correnti invertite si presentano due casi, cioè le correnti sono o istantanee o permanenti. Nel primo caso il trasmettitore durante gli intervalli che separano le emissioni ristabilisce la continuità dei due tratti del circuito, ovvero li lascia isolati.

Con un doppio tasto semplice possiamo rappresentare nel modo seguente il trasmettitore a correnti invertite istantanee (fig. 803). Anche qui gli apparecchi si includono sui vari fili seguendo i criteri generali accennati precedentemente.



Sono di tal genere i collegamenti degli apparati Wheatstone ad ago, di Estienne, ecc.

Nel secondo caso si utilizzano i due contatti che può eseguire un tasto, per stabilire la comunicazione del circuito con la corrente di lavoro o con quella di riposo; per mezzo di una manovella a due contatti si trasporta la prima linea dal tasto al filo n. 2, ove si include il ricevitore quando si voglia che funzioni soltanto colle correnti di ricevimento (fig. 804).

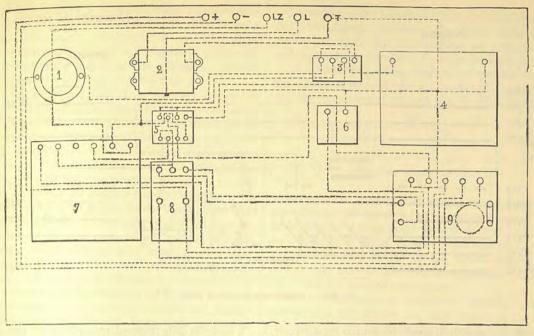


Fig. 805. — Comunicazioni del gruppo di Wheatstone.

1, Reostata — 2, Scaricatore — 3, Bussola — 4, Condensatore — 5, Commutatore — 6, Sounder — 7, Ricevitore

8, Manipolatore — 9, Trasmettitore automatico.

Questa disposizione non permette l'interruzione della trasmissione del corrispondente, cosa che invece si può effettuare nella corrispondenza a correnti invertite istantanee, purchè nella posizione di riposo le linee non rimangano isolate.

Nei sistemi a correnti invertite si adopera una sola pila invece di due quando si faccia uso di trasmettitori inversori.

Comunicazioni del sistema Wheatstone. — Il sistema automatico di Wheatstone può funzionare tanto a correnti invertite istantanee quanto a correnti invertite permanenti. Nella corrispondenza a correnti invertite istantanee, tra un'emissione e l'altra il circuito rimane interrotto. Inoltre può funzionare anche in una terza maniera che partecipa



per la corrispondenza semplice



colla compensazione di Preece

Fig. 806. - Posizione delle spine nel commutatore interruttore.

dell'uno e dell'altro sistema, cioè a correnti invertite compensate, per la quale le emissioni di una durata maggiore del punto non possono caricare il conduttore di più di quello che possa farlo un'emissione breve. A tale effetto si include nel circuito una resistenza dopo che sia già stata emessa la corrente per un terzo della sua lunghezza, cosa che si ottiene nel trasmettitore automatico traendo partito dal distacco delle leve che portano gli aghi, dalle coppiglie del bilanciere, quando gli aghi incontrano il pieno della carta perforata. Un commutatore multiplo a tre vie, situato nella base del trasmettitore automatico e che funziona allorchè si arresta il movimento di orologieria, serve per togliere la

linea ed i due poli della pila dal trasmettitore automatico per portarli ad un secondo trasmettitore a mano; da questo poi, per mezzo di una manovella, la linea si porta al ricevitore (fig. 805).

In un gruppo completo Wheatstone vi è anche un reostata ed un condensatore per stabilire la compensazione di Preece, mercè la quale si aumenta la velocità di funzionamento del ricevitore.

Un commutatore interruttore a due spine serve per includere od escludere la compensazione di Preece (fig. 806).

Comunicazioni del sistema Baudot. — Nel sistema Baudot il ricevitore non essendo polarizzato, funziona a correnti intermittenti; sulla linea invece si trasmettono delle correnti invertite come in tutti i sistemi ad emissioni rapide. Occorre perciò un soccorritore o più soccorritori che funzionando colle correnti invertite riproducano soltanto le correnti di lavoro d'intensità conveniente, per determinare nelle elettro-calamite del ricevitore l'attrazione delle armature.

A tale scopo Baudot si è servito per molto tempo di cinque soccorritori polarizzati per ogni settore di trasmissione ed uno per la *correzione* della velocità.

Questi soccorritori non solo riproducevano le correnti di lavoro ricevute dalla linea, ma col concorso del distributore le trasformavano anche nella durata facendole di lunghezza doppia di quelle emesse dal trasmettitore.

În un altro tipo quadruplo che data dal 1888 e che è tuttora adottato in Francia, vi sono due soli soccorritori di ricevimento; il primo trasforma i segnali della linea in correnti forti, ed il secondo riproduce soltanto le correnti di lavoro correggendone la lunghezza, raccorciandole cioè se sono lunghe ed allungandole se sono corte rispetto ai contatti del distributore, che sono collegati alle elettro-calamite

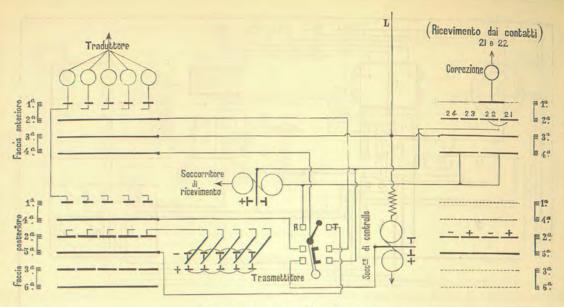


Fig. 807. - Comunicazioni del sistema Baudot.

dei traduttori, cosicchè di queste funzionano regolarmente solo quelle a cui sono destinate le correnti.

Finalmente vi è una terza disposizione nella quale un solo soccorritore riproduce le correnti di lavoro nel modo ordinario; tale disposizione è stata applicata da Baudot nei gruppi dupli ed è stata estesa in Italia anche ai gruppi quadrupli con alcune modificazioni apportatevi dal telegrafista Colonna, raggiungendo così l'uniformità del tipo e la semplificazione delle comunicazioni.

Tale aggruppamento di apparati è esposto schematicamente nella fig. 807, ove si vede una parte del distributore, cioè il settore della correzione ed un settore di trasmissione, ciascuno formato con i segmenti di 10 corone svolte in linea retta; 4 di esse costituiscono la faccia anteriore e 6 quella posteriore. La linea comunica colla terza corona della faccia anteriore e per mezzo degli sfregatori colla quarta, la quale è collegata col fulcro della manovella commutatrice della tastiera. Portando questa nella posizione di ricevimento, si mette la linea in comunicazione coll'entrata del soccorritore di ricevimento, e portandola nella posizione di trasmissione la linea è collegata colla quinta corona della faccia posteriore; questa a sua volta, per mezzo degli sfregatori è conjugata colla seconda, per cui la linea comunica successivamente colle molle del trasmettitore.

Anche qui adunque, come in tutti i sistemi a correnti invertite permanenti, vediamo che per mezzo della manovella la linea si trasporta dal ricevitore al trasmettitore e viceversa.

Questa manovella ha poi altri contatti laterali sui quali viene a far pressione un ponticello che stabilisce la comunicazione tra i due contatti di destra o fra quelli di sinistra a seconda della posizione della manovella stessa.

Nel ricevimento le correnti riprodotte dal soccorritore vanno alla seconda corona della faccia anteriore del distributore passando per i contatti di destra della manovella e quindi alla prima corona cioè alle elettro-calamite del traduttore, Il controllo della trasmissione si effettua per mezzo di un altro soccorritore messo in derivazione sul filo di linea, attraverso una resistenza di 10 a 15 mila ohm. L'armatura di questo soccorritore è collegata colla quarta corona della faccia posteriore attraverso i contatti di sinistra della manovella, e così quando l'armatura tocca la vite di lavoro le correnti passano per i contatti della prima corona alle elettro-calamite del traduttore.

Per il controllo della trasmissione si può fare a meno anche del secondo soccorritore, situando la resistenza di derivazione tra la linea e l'entrata del relais di ricevimento.

Sul filo che collega la quinta corona al bottone di trasmissione della manovella si può includere un soccorritore, cosa che è necessaria quando si faccia uso di accumulatori in luogo delle pile di linea, ovvero quando si voglia effettuare la trasmissione con una sola pila di linea; in tal caso il soccorritore deve essere un inversore delle correnti.

La terza e sesta corona della faccia posteriore servono per inviare dal distributore le correnti necessarie per la cadenza dei metronomi e per fare funzionare gli elettrofreni che hanno lo scopo di mantenere il sincronismo del distributore coi traduttori.

Le correnti di correzione (+ e —) vengono inviate dai contatti 21 e 22, oppure dai contatti 23 e 24 della seconda corona posteriore; la quinta corona appajata colla seconda comunica cogli omologhi contatti della quarta corona anteriore e quindi colla terza che è in comunicazione colla linea. Nell'apparato che riceve la correzione si collegano i contatti 21, 22 o 23, 24 della quarta corona della faccia anteriore coll'entrata del soccorritore di ricevimento, l'armatura del quale si collega ai due contatti omonimi della seconda corona anteriore.

In tal modo la corrente positiva riprodotta dal soccorritore per mezzo degli sfregatori, investe un contatto mobile situato sulla prima corona della faccia anteriore a cui è collegata l'elettro-calamita di correzione determinandone il funzionamento per il quale si ritarda il movimento degli sfregatori. Nell'ufficio che invia la correzione le comunicazioni sono le medesime, solo che dei contatti 21, 22, 23 e 24 della quarta corona anteriore si collegano i primi due o i due ultimi colla quinta corona posteriore, secondo che dai primi o dai secondi la correzione si debba inviare, collegando gli altri con l'entrata del soccorritore di ricevimento.

Le prime due corone della faccia anteriore (corone di ricevimento) sono mobili rispetto alle altre, cosa necessaria per l'orientazione, che consiste in quell'operazione per la quale si portano i contatti di ricevimento dove cadono le correnti riprodotte dal soccorritore, correnti che si manifestano con un certo ritardo dovuto sia alla propagazione delle correnti sulla linea, sia al tempo che impiega l'armatura del soccorritore per eseguire i suoi movimenti.

Le trasmissioni in un gruppo Baudot possono farsi contemporaneamente talune in un senso ed altre in senso inverso tra le due stazioni corrispondenti; però devesi avere l'avvertenza che le trasmissioni di più settori devono sempre seguirsi l'una all'altra in ciascuno degli apparecchi corrispondenti; così non si potrà effettuare la trasmissione dal 1º, 2º e 4º settore ed il ricevimento dal 3º. Ciò è dovuto appunto al tempo che impiegano le correnti per manifestarsi da una parte all'altra della linea, e che va perduto tutte le volte che dalla trasmissione si passa al ricevimento. Tale condizione deve essere soddisfatta anche dalle correnti della correzione e perciò non si potranno mandare queste correnti dai contatti 21 e 22 se si voglia trasmettere dai primi settori, ovvero dai contatti 23 e 24 se si voglia trasmettere dagli ultimi.

I contatti della prima corona di entrambe le faccie non hanno che 1/3 di lunghezza dell'intiero arco che rappresenta un contatto intero e ciò per impedire gli accavallamenti delle correnti, per impedire cioè che una corrente destinata ad una elettrocalamita non faccia funzionare anche quelle attigue.

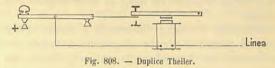
Corrispondenza multeplice. — Questo genere di corrispondenza si basa sulla coesistenza o sovrapposizione di più correnti su di un medesimo conduttore, e sul noto principio che la risultante di più forze produce su di un mobile gli stessi effetti che si otterrebbero se le forze componenti vi si applicassero successivamente.

La corrispondenza multiplice si può effettuare teoricamente con qualsiasi apparato telegrafico, però non tutti danno gli stessi risultamenti; quelli che si prestano meglio degli altri per tal genere di corrispondenza sono i sistemi che sopportano maggiormente le deformazioni dei segnali. Facciamone pertanto l'applicazione ad un sistema telegrafico qualunque, per esempio a quello Morse.

Duplice (Duplex). — La corrispondenza si dice duplice (quando simultaneamente si effettuano due trasmissioni su di un medesimo filo in senso opposto. Il collegamento degli apparati deve essere tale che i ricevitori inclusi alle estremità della linea non funzionino colle correnti emesse, mentre devono manifestarsi con quelle di ricevimento qualunque sia la posizione del tasto della stazione che riceve. Questo intento si può raggiungere in moltissime maniere, tanto che sono stati ideati svariatissimi sistemi duplici.

Ad esempio, si può esercitare meccanicamente una pressione sull'armatura dell'elettromagnete per mezzo di una molla che ne impedisca il movimento quando abbassando il tasto si inviano dei segnali sulla linea (Theiler, fig. 808).

L'armatura allora rimane immobile perchè all'attrazione dell'elettromagnete si oppone la tensione della molla, mentre l'armatura dell'elettromagnete del corrispondente sarà regolarmente attratta. Se, mentre il tasto è abbassato il corrispondente trasmette anch'esso e trasmette correnti che abbiano la stessa direzione di quelle inviate dalla prima stazione, aumentando l'intensità della corrente, l'armatura



sarà attratta con una forza maggiore; la molla non sarà più sufficiente ad impedire l'abbassamento e si avrà il segnale. Appena il tasto della stazione ricevente ritornerà nella posizione di riposo, l'armatura non sarà più soggetta alla pressione della molla, ma sarà tuttavia attratta per l'azione della corrente inviata dal corrispondente, verificandosi il caso del semplice ricevimento.

Invece di esercitare una controforza meccanica sull'armatura, vi si può opporre una forza dovuta ad un altro elettromagnete che sia incluso su di un circuito derivato dalla leva del trasmettitore. Modificando la resistenza del circuito derivato si può ottenere che l'intensità della corrente che circola pel secondo elettromagnete sia tale che produca delle forze attrattive nella rispettiva armatura che facciano equilibrio a quelle del primo (fig. 809).

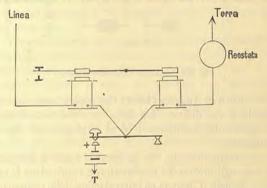


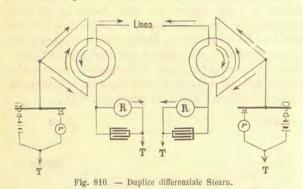
Fig. 809. - Duplice a corrente bipartita.

Invece di avere due armature sullo stesso braccio di leva, si possono piegare le espansioni polari delle due elettrocalamite in modo che si prospettino su di un piano orizzontale: se il nucleo di una di esse possa girare su se stesso e se il filo magnetizzante di un'elettrocalamita sia avvolto in senso contrario all'altro, sviluppandosi polarità opposte, le armature si respingeranno rimanendo nella posizione di riposo quando si emetteranno delle correnti, ovvero si attrarranno se il corrispondente trasmetterà anch'esso, poichè se le due correnti saranno dello stesso senso, aumenterà l'attrazione dell'elettromagnete in comunicazione colla linea e se saranno di senso opposto ne annulleranno la polarità; ma allora il secondo elettromagnete eserciterà un'attrazione che determinerà egualmente il movimento dell'armatura mobile. Era così concepito il sistema duplice di Halske di Berlino, il primo sistema duplice che sia stato immaginato (1849), e quello di Gintl (1854), il quale non è che una modificazione dell'altro.

Si può realizzare la corrispondenza duplice anche con un solo elettromagnete a ferro di cavallo ed una sola armatura avvolgendo il filo su ciascun rocchetto in guisa che le polarità che si sviluppano colle correnti di trasmissione siano di senso contrario, e si annullino a vicenda (Santano).

Infine invece di tenere i due avvolgimenti separati su due rocchetti, si può fare uso di un elettromagnete a doppio avvolgimento conosciuto col nome di elettromagnete differenziale.

Quantunque il sistema differenziale a doppio avvolgimento sia preferibile alle altre disposizioni accennate, pure praticamente non dava dei risultamenti soddisfacenti, specialmente sulle lunghe linee. Infatti la condizione essenziale che si richiede nella corrispondenza duplice, si è che gli effetti dovuti alle correnti emesse sulla linea siano equilibrati perfettamente dalle correnti inviate nel circuito derivato. Quando le correnti dei due avvolgimenti hanno raggiunto lo stato permanente, l'equilibrio è facile a realizzarsi, ma durante lo stato variabile, al principio e alla fine dei segnali, si hanno dei fenomeni molto diversi dovuti specialmente alla capacità dei conduttori.



Fu Stearn in America (1868) che superò anche queste difficoltà e che diffuse l'uso della corrispondenza duplice in seguito alle modificazioni ed ai miglioramenti che vi

introdusse.

Sul circuito derivato, che ha preso il nome di linea artificiale, egli incluse dei condensatori e regolandone la capacità secondo il bisogno ed intercalandovi delle resistenze, potè ottenere che le correnti inviate nei due avvolgimenti, avessero le stesse fasi negli stessi istanti (fig. 810).

Un'altra condizione che bisogna soddisfare nella corrispondenza duplice si è che il segnale sia fatto con una forza costante tanto nel caso del solo ricevimento quanto in quello

della corrispondenza simultanea.

Ora, la forza che produce il segnale essendo data dal rapporto tra le forze elettromotrici incluse nel circuito e la resistenza risultante del medesimo, si vede che nella corrispondenza duplice la resistenza del circuito aumenta per l'inclusione della pila del corrispondente, e che nella corrispondenza semplice la resistenza interna di una delle pile viene esclusa.

Per impedire tali variazioni, Stearn aggiunse nel filo di terra del trasmettitore una resistenza eguale a quella della pila, che si sostituisce alla pila stessa quando il manipolatore passa dalla posizione di lavoro a quella di riposo.

Infine per non alterare la resistenza del circuito nei movimenti del tasto, modificò anche questo e potè conseguire che dalla posizione di riposo passasse a quella di lavoro, senza che vi fosse un istante in cui la leva rimanesse isolata.

In tal modo il sistema differenziale divenne di pratica utilità ed ebbe estese applicazioni, specialmente su que circuiti dove non avvengono facilmente delle variazioni di resistenza e di capacità, come ad esempio, nei cavi subacquei i quali così hanno quasi raddoppiato il loro rendimento.

Oltre al sistema differenziale, ve n'è anche un altro molto importante dovuto a Maron, conosciuto col nome di sistema

a ponte di Wheatstone.

Esso si basa sulla nota proprietà per la quale in un sistema di conduttori che formino un quadrilatero, si verifica che congiungendo tra di loro due vertici opposti con i poli di una pila e gli altri due con un conduttore, in questo non vi è passaggio di corrente se le resistenze dei lati adiacenti di due vertici opposti sieno proporzionali.

Collegando adunque la linea a dei reostati come è indicato nella figura 811 e regolandone le resistenze per ottenere

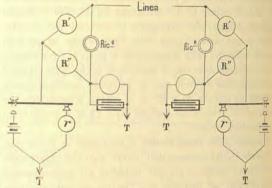


Fig. 811. - Duplice a ponte di Wheatstone.

la proporzionalità suddetta, un ricevitore incluso nella diagonale non sarà percorso dalle correnti di trasmissione, mentre lo sarà da una frazione di quelle ricevute.

Anche qui sono stati applicati tutti i perfezionamenti introdotti nel sistema differenziale sia per equilibrare la resistenza e la capacità della linea artificiale, sia per impedire le variazioni di resistenza del circuito.

Per ottenere l'equilibrio del ponte, non solo si può operare sul lato della linea artificiale, ma anche su uno qualunque degli altri; il lato più conveniente nel quale si possono fare le variazioni è quello per il quale le variazioni stesse sono

meno sentite dal corrispondente.

Considerando che ogni gruppo ricevente è un nuovo ponte di Wheatstone che ha uno dei vertici all'estremità della linea, e quello opposto alla terra, il lato R" ne rappresenta la diagonale, e quindi essendo percorso da correnti deboli, è quello che colle sue variazioni di resistenza altera meno degli altri l'equilibrio del corrispondente; è di tal genere la duplice di Toller. Per eliminare nei cavi gli effetti della scarica di ritorno, Ailhaud pensò di combinare insieme il sistema a ponte con quello differenziale, includendo nella diagonale di quello un ricevitore a doppio avvolgimento ed una seconda linea artificiale.

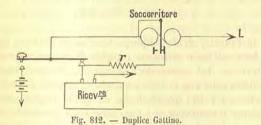
Nel sistema differenziale ed in quello a ponte di Wheatstone, come si vede, gran parte della corrente emessa va perduta sulla linea artificiale; ad evitare tale perdita sono stati costruiti molti altri sistemi duplici conosciuti col nome di sistemi a compensazione. Fra questi citeremo quello di Mattioli, il quale in un elettromagnete differenziale faceva equilibrio alle forze elettromagnetiche di un avvolgimento prodotto dalle correnti emesse sulla linea per mezzo di una pila ausiliaria che compiva il circuito attraverso il secondo avvolgimento; inoltre i segnali erano prodotti per il distacco dell'armatura e non per l'attrazione.

Simile alla duplice di Mattioli è quella di Orduna, nella quale però i due avvolgimenti sono separati su due elettro-

calamite.

Nel sistema di Ferranti, abbassando il tasto si mettono due pile distinte in comunicazione, una colla linea telegrafica e l'altra colla linea artificiale, che si regola per stabilire l'eguaglianza di potenziale tra i reofori del ricevitore situato tra i poli delle due pile.

Vi sono altri sistemi di corrispondenza duplice basati sul principio che in un arco triplo, se due conduttori contengono delle forze elettromotrici di segno contrario, nel terzo conduttore non vi è passaggio di corrente qualora si verifichi che le forze elettromotrici siano proporzionali alle resistenze dei rispettivi conduttori; sono di tal genere le disposizioni adottate da Vianisi.



Altri sistemi ancora si basano sull'uso di una derivazione (shunt) che sottraendo dal ricevitore parte della corrente trasmessa, fa si che l'armatura assoggettata all'azione della molla antagonista non sia attratta per insufficienza di forza magnetica; ma se il corrispondente abbassa anch'esso il tasto, invia correnti dello stesso senso delle prime, aumenta l'intensità totale della corrente che percorre il circuito e le forze magnetiche che si sviluppano sono allora sufficienti a far funzionare il ricevitore. Nel caso del ricevimento semplice, s'interrompe la derivazione e tutta la corrente inviata dal corrispondente passando pel ricevitore produce regolarmente il seconde del ricevitore produce regolarmente del ricevitore regolarment

larmente il segnale (Francesconi).

Altri sistemi duplici si basano sull'uso di un soccorritore polarizzato che rimane nella posizione di riposo colle correnti di ricevimento e funziona invece con quelle di trasmissione. L'apparato ricevente è in derivazione sul circuito di linea sia per mezzo del tasto, sia per mezzo del contatto di riposo dell'armatura del soccorritore. Ne consegue che nella corrispondenza semplice, abbassando il tasto, funzionando il soccorritore, l'apparato ricevente rimane escluso dal circuito, mentre nella corrispondenza simultanea per l'incontro delle correnti sulla linea il soccorritore riprende la posizione di riposo e rimette il ricevitore in comunicazione col circuito (Gattino) (fig. 812).

Nei sistemi a compensazione si ha spesso il grave inconveniente che non si possono equilibrare gli effetti della capacità della linea e in molti altri si richiedono dei doppi contatti simultanei nel trasmettitore, che difficilmente si

ottengono in pratica con quella precisione che è richiesta; inoltre molti di essi non si prestano per la corrispondenza a doppia corrente.

Corrispondenza diplice (diplex). — Quando su di un filo telegrafico si effettuano due trasmissioni simultanee nello stesso senso si ha la corrispondenza diplice. Uno dei primi mezzi tentati per ottenere ciò, si è di fare uso di tre soccorritori non polarizzati i quali inclusi in serie sul circuito, funzionassero con correnti d'intensità diversa. Collegando le macchine riceventi ai soccorritori e ad una pila locale nel

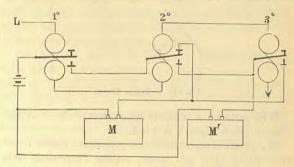
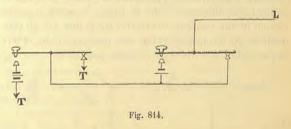


Fig. 813. - Diplice a tre soccorritori non polarizzati.

modo che si vede nella figura 813, e regolando i soccorritori in guisa che per le correnti provenienti dalla linea funzioni il primo quando sono d'intensità 1, il primo ed il secondo quando l'intensità è 2 e tutti e tre quando l'intensità è 3, si vede che nel primo caso si chiude il circuito locale del ricevitore M, nel secondo quello di M' ed entrambi nel terzo caso.

Per realizzare la corrispondenza diplice si richiede perciò che nella stazione trasmittente i due tasti producano delle emissioni d'intensità 1 quando si opera sul primo, di intensità 2 quando si opera sul secondo e di intensità 3 quando siano abbassati simultaneamente entrambi. La disposizione indicata nella figura 814 soddisfa queste condizioni. Nell'abbassamento simultaneo dei tasti si sommano le due pile; abbassandoli separatamente ciascuno invia la corrente della propria pila.



Un altro mezzo per effettuare la corrispondenza diplice, dovuto ad Edison, consiste nel fare uso di due soccorritori di cui uno, polarizzato, funziona colle correnti invertite siano esse deboli o forti, e l'altro, ordinario, funziona colle correnti forti siano esse positive o negative.

Si richiede perciò che uno dei trasmettitori emetta sulla linea correnti negative quando è nella posizione di riposo e correnti positive quando è nella posizione di lavoro (tasto ordinario a doppia pila od anche tasto inversore con una sola pila); l'altro trasmettitore esclude od include una parte degli elementi della batteria (fig. 815).

Gattino per produrre le variazioni nell'intensità delle correnti, invece di variare le forze elettromotrici, ha pensato di derivare o no una parte della corrente emessa dal tasto inversore, disponendo le comunicazioni come vedesi nella figura 816, e Cuboni include nel circuito, od esclude una resistenza (fig. 817).

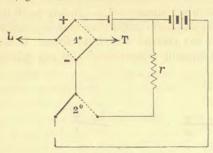


Fig. 815. - Diplice Edison.

Il rapporto tra le intensità delle correnti che si richiedono in queste diplici è di 1 a 4.

Se, mentre il soccorritore non polarizzato chiude il circuito della propria pila locale, avviene l'inversione della corrente, ha luogo una breve interruzione del segnale dovuto al passaggio a zero delle correnti. Smith in Inghilterra per impedire tale inconveniente ha costruito un soccorritore speciale che passa istantaneamente dalla posizione di riposo a quella di lavoro facendo uso di due leve, le quali funzionano in un modo simile a quello ideato da Stearn nel suo trasmettitore.

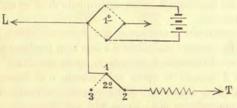


Fig. 846. - Diplice Gattino.

Ferranti sostituisce al soccorritore non polarizzato uno Standard relais frenato, l'armatura del quale, per l'azione di due molle differenziali che la tirano in senso opposto, rimane in una posizione intermedia tra le due viti di contrasto se pel filo magnetizzante non passa corrente, ovvero se passandovi non abbia un'intensità prestabilita.

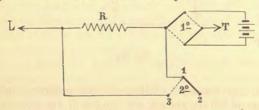
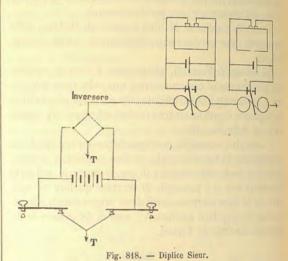


Fig. 817. - Diplice Cuboni.

Sopraggiungendo dalla linea correnti forti siano esse positive o negative, l'armatura fa contatto coll'una o coll'altra vite di contrasto, chiudendo così il circuito locale del relativo apparato ricevente. Le molle differenziali riducono la sensibilità del soccorritore come è richiesto, però non ne diminuiscono la rapidità di funzionamento quando sia percorso da correnti sufficienti a vincerne la resistenza

che esse oppongono, talchè l'appendice, passando da una vite all'altra, produce un'interruzione brevissima, che nell'apparato ricevente si elimina completamente collegando le armature di un condensatore tra i suoi morsetti. In tal modo si ottiene un regolare funzionamento della corrispondenza diplice anche se il rapporto tra le correnti è semplicemente di 1 a 2.



In Francia, un'altra diplice è stata ideata dal Sieur. Egli si basa sull'invio successivo e rapido di correnti alternanti attraverso due soccorritori polarizzati, dei quali uno fa contatto colla vite di lavoro quando sia percorso da correnti positive, e l'altro quando lo sia da quelle negative. Nella stazione trasmittente se i tasti sono nella posizione di riposo, stabiliscono la comunicazione dei poli della pila colla terra e nella posizione di lavoro la interrompono. In pari tempo detti poli comunicano coll'inversore (fig. 818).

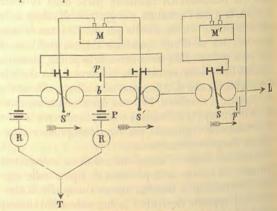


Fig. 819. - Diplice Vianisi.

Abbassando uno dei tasti, sulla linea si hanno delle emissioni intermittenti positive o negative, a seconda del tasto abbassato; trasmettendo da entrambi si avranno le correnti alternanti.

Nella stazione ricevente oscillerà perciò l'armatura del primo, del secondo soccorritore o di entrambi e le macchine riceventi saranno percorse da correnti intermittenti dovute alle pile locali; si otterranno dei segnali continui se si avrà l'avvertenza di regolare le armature in modo da favorire i segnali stessi.

A tutto rigore tale disposizione rientra nei sistemi multipli del genere di quello di Delany, poichè non vi ha sovrapposizioni di correnti, ma divisione e trasmissione successiva delle medesime.

Vianisi basandosi sullo stesso principio della sua duplice (arco triplo con due forze elettromotrici) ottiene la corrispondenza diplice con tre soccorritori polarizzati collegati tra di loro e riuniti colle pile nel modo indicato nella fig. 819.

Nella posizione di riposo, l'estremità della linea da cui si trasmette rimane isolata. Nell'ufficio di ricevimento la pila P compie il circuito attraverso il soccorritore S', l'armatura del quale portandosi a contatto della vite di lavoro chiude a circuito breve la pila locale p, essendo il soccorritore S' nella posizione di riposo. La macchina M rimane perciò inattiva come rimane inattiva l'altra macchina M' essendo interrotto il circuito di una seconda pila locale p' che si compie solo quando funziona il soccorritore S.

Quando si abbassa il primo tasto della stazione trasmittente si mette da quella parte l'estremità della linea a terra. Allora la corrente della linea P si biforca sui due rami del circuito. L'armatura del soccorritore S'' continua a fare contatto colla vite di lavoro, mentre funziona il soccorritore S, l'avvolgimento del quale è in senso inverso a quello di S'; l'armatura del soccorritore S portandosi sulla vite di lavoro chiude il circuito della pila locale p', facendo funzionare la macchina ricevente M'. Se invece venga abbassato il secondo tasto, si mette l'estremità della linea in comunicazione con una pila e precisamente col polo omonimo della pila P della stazione ricevente.

Le due pile allora convergono verso il punto b, come se fossero disposte ad arco doppio, e da qui compiono il circuito attraverso il soccorritore S". L'armatura di S' cambia di posizione ed interrompe il circuito breve della pila p per cui funziona la macchina ricevente M, mentre l'armatura di S ritorna nella posizione di riposo.

Se entrambi i tasti vengono abbassati, s'inverte la direzione della pila della stazione trasmittente ed il circuito delle due pile, sommate, si compie attraverso i soccorritori S' ed S dei quali però funziona S soltanto che chiude il circuito della propria pila locale p'.

In pari tempo per S" non essendovi più passaggio di corrente, l'armatura ritorna nella posizione di riposo ed interrompe il circuito breve di p facendo così funzionare anche la macchina ricevente M.

Appositi reostati R servono a regolare le intensità delle correnti nel modo richiesto. Le freccie indicano il senso delle correnti per le quali avviene il funzionamento dei soccorritori.

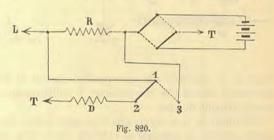
Per effettuare all'estremità della linea da cui si trasmette le quattro condizioni necessarie per la corrispondenza diplice occorrono dei tasti a doppi contatti.

Corrispondenza triplice. — Jones di Chicago ha potuto realizzare la corrispondenza triplice nello stesso senso sullo stesso conduttore. Due trasmettitori aprono o chiudono il circuito di altrettante pile in guisa che le forze elettromotrici si sommano producendo delle correnti nel circuito di linea d'intensità 1, 2, 3 e 4, corrispondentemente alla posizione di riposo di entrambi, alla posizione di lavoro del primo, a quella di lavoro del secondo e alla posizione di lavoro di entrambi; inoltre un terzo trasmettitore può invertire il senso delle correnti emesse dagli altri. Nell'ufficio di rice-

vimento vi sono tre soccorritori di cui uno polarizzato che funziona per l'inversione delle correnti, e gli altri due che funzionano a seconda delle loro intensità a somiglianza di quanto abbiamo detto nella corrispondenza diplice.

Corrispondenza quadruplice e sestuplice (quadruplex e sestuplex). — Combinando insieme un sistema duplice con uno diplice, si possono effettuare quattro trasmissioni contemporanee su di un medesimo filo di linea, delle quali due sono in un senso e due in senso opposto. Non tutte le duplici, nè tutte le diplici si possono però combinare insieme. La condizione essenziale che si richiede si è che nell'effettuare la doppia corrispondenza nello stesso senso non siano alterate le resistenze rispetto all'equilibrio che occorre per la duplice nella stazione corrispondente.

Così per es., mentre la diplice di Edison combinata colle duplici di Stearn dànno una soluzione molto pratica della quadruplice corrispondenza, non si può dire altrettanto delle diplici di Gattino o di Cuboni, poichè includendo od escludendo la derivazione ovvero includendo od escludendo un reostata si altera l'equilibrio richiesto all'altra estremità della linea e si impedisce il regolare funzionamento della



duplice. Sulla considerazione però che le variazioni di resistenza prodotte colla diplice di Gattino sono opposte a quelle prodotte nella diplice di Cuboni, Ferranti combinandole insieme ne ha cavato un sistema pratico; cioè mentre si stabilisce la derivazione, include contemporaneamente una resistenza che la compensi nel modo che si vede nella fig. 820.

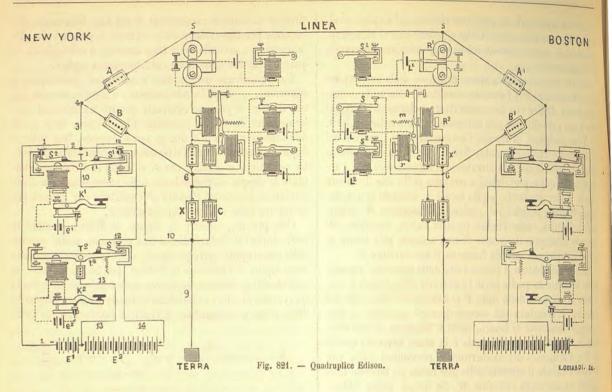
Situando i soccorritori nella diagonale di un ponte di Wheatstone si effettua la quadruplice corrispondenza.

La fig. 821 rappresenta il diagramma della quadruplice Edison con tutti gli apparecchi accessori richiesti per ottenere dei risultati pratici.

La corrispondenza triplice combinata con una duplice permette su di un medesimo filo tre trasmissioni in un senso ed altre tre in senso inverso realizzando la sestuplice corrispondenza (sestuplex). Per ottenere tale combinazione si seguono gli stessi criteri indicati per la quadruplex.

Fonotelegrafia e telegrafia armonica. — Paolo La Cour 1874, Elisha Gray 1882. Dicesi così un sistema di corrispondenza multiplice basato sulla trasmissione contemporanea di correnti ondulate speciali prodotte dalla vibrazione di più coristi o lamine vibranti, di tonalità differente.

La vibrazione è mantenuta in ogni lamina da un elettromagnete che con una pila locale funziona in un modo simile a quello delle suonerie a trembleur; la lamina risiede tra le espansioni polari dell'elettromagnete. Disponendo alla stazione ricevente altrettanti apparecchi simili inclusi sul circuito di linea, si mettono in vibrazione le lamine che hanno la stessa tonalità di quelle che producono le emissioni delle onde elettriche e cessa di vibrare ora l'una ora



l'altra se si impedisce alle corrispondenti lamine di trasmissione di vibrare o se si interrompe il collegamento di esse col circuito di linea.

Nell'ufficio di ricevimento una leva leggerissima denominata cavaliere si appoggia su ciascuna lamina ed il contatto è rapidamente interrotto se la lamina è in vibrazione mentre è costante se la lamina cessa di vibrare. Si utilizza questo contatto per chiudere il circuito locale di una macchina ricevente.

# Collegamento delle stazioni.

Le stazioni si possono collegare in serie ed in derivazione, ovvero anche con un sistema misto.

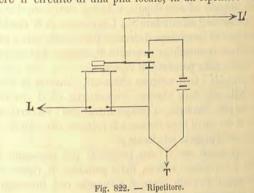
Si fa il collegamento in serie quando le varie stazioni, essendo a notevoli distanze tra di loro, le resistenze delle linee sono maggiori di quelle degli apparecchi riceventi, e quando per la situazione topografica delle stazioni, ragioni di economia consiglino di includerle su di un medesimo filo.

Il collegamento in derivazione si effettua sui brevi circuiti i quali hanno resistenze molto minori di quelle degli apparecchi riceventi; si verifica questo caso specialmente nelle stazioni situate nell'interno delle città.

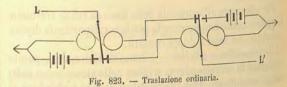
Infine il sistema misto si suole praticare in casi speciali in cui si vogliano collegare molte stazioni tra di loro.

Ripetitori. — Quando si tratti di riunire direttamente due località molto distanti, avviene che a causa della resistenza e della capacità della linea o a causa delle dispersioni ai sostegni isolatori della medesima, la corrispondenza diventa difficile se non impossibile specialmente cogli apparecchi ad emissioni rapide o con quelli a sincronismo. Allora s'includono di tratto in tratto sulla linea dei soccorritori i quali attraversati dalle correnti provenienti da un tratto del circuito, ritrasmettono automaticamente i segnali stessi sul tratto susseguente. Quando i soccorritori funzionano in queste condizioni prendono il nome speciale di ripetitori.

Ciascun ripetitore è perciò al tempo stesso un ricevitore ed un trasmettitore. Mentre l'armatura di un soccorritore non utilizza generalmente che il contatto di lavoro per chiudere il circuito di una pila locale, in un ripetitore invece



si utilizza anche il contatto di riposo per facilitare la scarica della linea alla terra, o per inviare la corrente di riposo (fig. 822).



Con tale disposizione si comprende però che soltanto i segnali del primo tratto di linea possono essere riprodotti sul secondo, mentre quelli del secondo non possono essere ripetuti sul primo a meno che con un commutatore a mano non s'invertano le due linee.

Traslazioni. — Da qui sono nate delle disposizioni speciali di collegamento di linee e di apparecchi che hanno

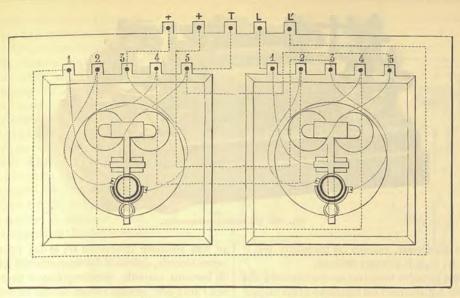


Fig. 824. - Tavoletta di traslazione con soccorritori Hipp.

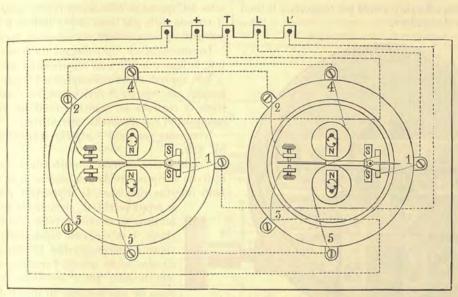


Fig. 825. - Tavoletta di traslazione con soccorritori Siemens.

preso il nome di *traslazioni*, le quali permettono la ripetizione dei segnali tanto del primo tratto di linea sul secondo, quanto da questo su quello. Gli apparecchi ripetitori si chiamano allora *traslatori*.

Le traslazioni sono di diverso genere a seconda che si tratti di ripetere delle correnti intermittenti ordinarie, o delle correnti invertite istantanee e a seconda che si tratti di corrispondenza semplice o duplice o diplice, ecc.

Traslazione ordinaria. — Nella traslazione ordinaria occorrono due traslatori collegati tra di loro colle linee e colle pile nel modo indicato nella fig. 823, dalla quale si vede che le correnti ricevute dal tratto di linea L situato a sinistra fanno funzionare il traslatore di destra il quale ripete i segnali sull'altro tratto di linea L' e viceversa.

Tale traslazione si può effettuare tanto con apparecchi ordinari (fig. 824) come con quelli polarizzati (fig. 825); è caratterizzata dal fatto che le leve oscillanti nella posizione

di riposo toccano una vite di contrasto collegata al filo magnetizzante dell'altro traslatore.

Facendo uso di traslatori polarizzati, la corrente elettrica deve avere una determinata direzione nell'avvolgimento dell'elettro-calamita, affinche la leva dell'armatura vada dalla vite di riposo a quella di lavoro; in caso contrario la leva rimane maggiormente attratta nella posizione di riposo.

La leva oscillante deve sempre ritornare nella posizione di riposo, non si tosto che cessa il passaggio della corrente nel filo magnetizzante, la qual cosa si ottiene per effetto di una molla antagonista, ovvero per l'attrazione magnetica esercitata da una calamita.

Traslazione a correnti invertite permanenti. — La traslazione a correnti invertite permanenti non si può effettuare colla stessa facilità colla quale si esegue quella a correnti intermittenti ordinarie, poichè entrambe le viti di contrasto dell'armatura di ogni singolo traslatore devono comunicare

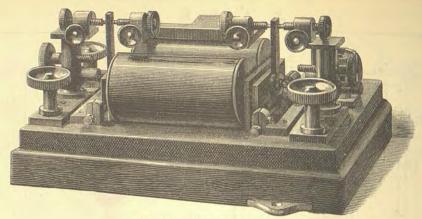


Fig. 826. - Commutatore automatico.

colle pile della traslazione, essendo ciò necessario per la ritrasmissione dei segnali a doppia corrente.

Occorre perciò per ogni traslatore un commutatore che trasporti la linea dall'armatura del medesimo al filo magnetizzante dell'altro, come occorre una manovella nella corrispondenza diretta a doppia corrente per trasportare la linea al tasto ovvero al ricevitore.

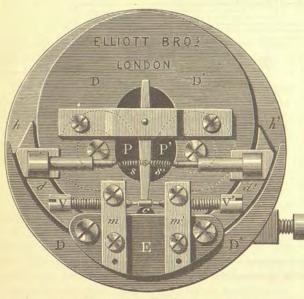


Fig. 827. - Veduta superiore dello Standard Relais frenato.

La commutazione deve però avvenire automaticamente, la qual cosa si può ottenere con due soccorritori polarizzati per ogni traslatore, che disposti in serie col traslatore stesso chiudono alternativamente il circuito di una pila locale quando sono percorsi dalle correnti invertite, lasciando entrambi interrotto il circuito stesso quando il loro filo magnetizzante non è percorso da nessuna corrente (Varley): in tale circuito locale trovasi incluso un elettromagnete speciale (fig. 826) le armature del quale toccando colle viti di arresto funzionano da commutatore.

Si ottiene lo stesso risultato facendo uso di uno Standard Relais frenato (fig. 827) invece dei due soccorritori polarizzati; l'armatura di esso essendo soggetta alla tensione di due mollette ad elica suscettibili di regolazione, l'appendice a martelletto solidale coll'albero delle armature rimane in una posizione intermedia tra le due viti di contrasto, senza toccarle, quando il filo magnetizzante non è percorso da nessuna corrente, mentre giunge a toccare ora l'una ora l'altra vite, quando circola nel filo magnetizzante una corrente qualsiasi, sia essa positiva o negativa. Per il contatto dell'appendice delle armature con queste viti si chiude il circuito della pila locale dove è incluso il commutatore automatico, come avviene nel sistema di Varley.

Le comunicazioni che collegano tra di loro i vari apparati, le linee e le pile sono rappresentate nella fig. 828.

Vari apparati accessori completano l'impianto, e cioè due bussole, un reostata di derivazione, un ricevitore Wheatstone di controllo dei segnali ricevuti, un sounder e due manipolatori con manovella interruttrice.

L'impianto completo è esposto schematicamente nella fig. 829.

Traslazione a correnti invertite istantanee. — Quando si tratta di riprodurre da una linea su di un'altra le correnti invertite istantanee, la disposizione precedente non

si presta perchè il commutatore automatico non funziona prontamente colla velocità che si richiede, e se eseguisse rapidamente i suoi movimenti interromperebbe le comunicazioni del circuito anche quando l'armatura del soccorritore frenato, per l'inversione delle correnti, passa da una posizione all'altra e disturberebbe la riproduzione dei segnali.

Si raggiunge lo scopo senza fare uso di commutatori automatici per mezzo di due coppie di traslatori polarizzati disposti come si vede nella fig. 830 (Ferranti).

Ogni coppia di traslatori è inclusa in serie sul relativo tratto di linea, attraverso il contatto di riposo degli altri due traslatori, in guisa però che gli avvolgimenti siano in senso contrario, cosicche al passaggio delle correnti funzioni ora l'uno ora l'altro a seconda del senso delle cor-

renti stesse.

Alle viti di lavoro sono collegate le pile della traslazione e precisamente le pile positive ai traslatori che funzionano colle correnti positive ricevute dalle linee e le pile negative ai traslatori che funzionano colle correnti negative.

Si vede allora che i traslatori riproducono sul tratto successivo del circuito le correnti dello stesso segno di quelle che ne hanno provocato il funzionamento, e quando cessano le correnti di ricevimento, cessano anche le correnti emesse dai traslatori.

Invece di avere due traslatori per ogni tratto di linea, ne è sufficiente uno solo che abbia però due armature indipendenti, delle quali una ubbidisca alle correnti positive e l'altra a quelle negative, cosa che si ottiene polarizzandole in senso opposto.

Questa traslazione si presta per ogni genere di corrispondenza, cioè a correnti intermittenti ordinarie, siano esse positive o negative, e a correnti invertite siano esse permanenti od istantanee. Anche qui si completa l'impianto con tutti quegli apparecchi accessori che hanno lo scopo di facilitare l'opera di chi ha l'incarico di sorvegliare e regolare la traslazione o di aumentare la rapidità di funzionamento dei traslatori.

Traslazione duplice. — Per effettuare la traslazione nella corrispondenza duplice, occorrono due impianti, in ognuno dei quali il ricevitore sia sostituito da un traslatore che funzionando per le correnti ricevute da uno dei tratti del circuito rappresenti anche il trasmettitore dell'altro tratto.

La traslazione si può effettuare perciò con qualsiasi sistema di corrispondenza duplice, potendosi sempre mettere in pratica il concetto suesposto. Ci limiteremo quindi a dare un cenno della traslazione duplice differenziale a correnti invertite, rappresentata schematicamente nella figura 831 come quella che è maggiormente in uso e che meglio delle altre si presta per l'intelligenza della cosa.

È evidente che qualora uno dei fili differenziali di ciascun traslatore sia collegato con una delle linee telegrafiche, e l'altro filo differenziale con una linea artificiale, le correnti provenienti da una delle linee provocheranno dei movimenti nell'armatura del traslatore relativo e l'armatura stessa comunicherà ora colla pila positiva ora con quella negativa. Si avranno così delle correnti che dall'armatura di un soccorritore andranno verso il punto di biforcazione dell'altro, correnti che, dopo di avere percorsi i due avvolgimenti in senso opposto, proseguiranno da una parte sulla linea telegrafica e dalavviene in un impianto duplice Stearn a correnti invertite.

Il collegamento degli apparecchi accessori insieme a quelli necessari per la traslazione duplice è mostrato dalla fig. 832.

Sulla considerazione che il materiale occorrente per l'impianto di una traslazione semplice, di poco differisce da quello richiesto per la traslazione duplice, si è aggiunto anche un commutatore multiplo (switch), per mezzo del quale una medesima tavoletta di traslazione può servire sia

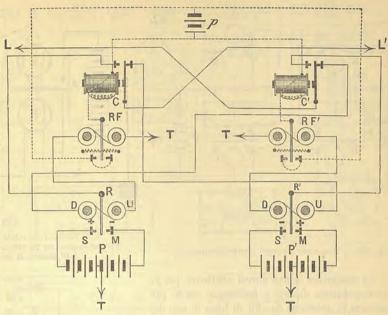
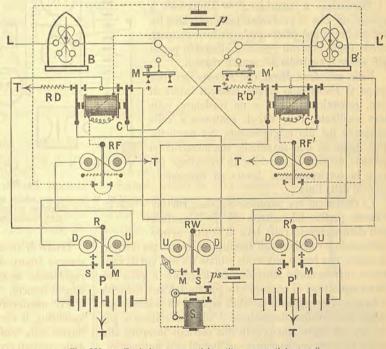


Fig. 828. — Traslazione a correnti invertite permanenti.

presenti anche il trasmettitore dell'altro C.C., Commutatori automatici — R.F., R.F., Relais frenati — R.R., Relais traslatori — P.P., Pile di linea p, Pila locale dei commutatori automatici — L.L., Linee — T, Terra.



l'altra sulla linea artificiale come appunto
avviene in un impianto duplice Stearn a

Fig. 829. — Traslazione a correnti invertite permanenti (accessori).

BB, Bussole — RD, R'D', Derivazioni di controllo — RW, Ricevitore di Wheatstone — S, Sounde
ps, Pila locale del Sounder — M M', Manipolatori con manovelle commutatrici.

per la corrispondenza semplice, sia per quella duplice. La fig. 833 rappresenta la traslazione rapida duplice o semplice adottata per la corrispondenza Wheatstone in Inghilterra ed anche in Italia su qualche circuito importante esercitato con detto sistema (1).

(1) Z. Ferranti, Istruzioni sul sistema automatico Wheatstone. Traslatori rapidi, semplici e duplici (Fast repeater single or duplex).

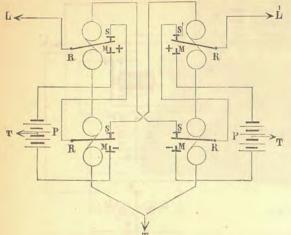


Fig. 830. - Traslazione a correnti invertite istantanee.

La traslazione si può altresi effettuare per la corrispondenza diplice e finalmente anche per mettere in relazione due fili di linea in uno dei quali si corrisponda col sistema a correnti intermittenti ordinarie e nell'altro con quello a corrente continua.

Traslazioni a macchine. — Utilizzando i movimenti che si producono nelle macchine telegrafiche, si può effettuare la traslazione senza avere degli impianti speciali, ottenendo per di più anche il controllo dei segnali ripetuti.

Nelle macchine Morse che servono per tale scopo si riscontrano cinque morsetti invece di due, comunicanti come in un traslatore, colla leva oscillante, colle viti di contrasto e colle estremità del filo magnetizzante dei rocchetti. Per mezzo di due manovelle commutatrici si possono disporre le macchine in traslazione ovvero in corrispondenza diretta su entrambi i tronchi della linea.

La traslazione con macchine Hughes si effettua traendo partito del contatto che fa l'armatura dell'elettromagnete colla leva di scatto, ovvero

utilizzando la rotazione dell'asse degli eccentrici per mettere in azione una leva o una molla situata tra due viti di contrasto, ovvero anche situando uno sfregatore in guisa che faccia contatto su di un manicotto portato dall'asse suddetto e formato con segmenti metallici separati da sostanza isolante. Quest'ultima disposizione è utile specialmente per inviare dei segnali compensati con correnti invertite allo scopo di poter corrispondere nei lunghi cavi sottomarini.

Nella corrispondenza col sistema Baudot la traslazione a macchina è una necessità poichè non si è trovato sinora il modo di effettuarla diversamente.

In un primo modo ideato da Baudot, il distributore della traslazione è un doppio inversore sincrono cogli apparecchi situati all'estremità del circuito. Mentre gli sfregatori passano su di una mezza circonferenza collegano la prima linea all'entrata del traslatore e la seconda all'armatura del medesimo; durante l'altra mezza circonferenza le comunicazioni sono invertite, cioè la seconda linea è collegata alla entrata del traslatore e la prima all'armatura.

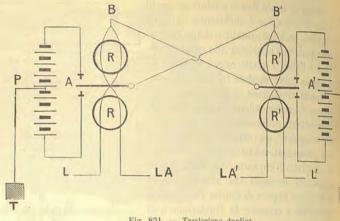


Fig. 831. - Traslazione duplice.

RR, Rocchetti dei relais di sinistra - R'R', Rocchetti dei relais di destra B B' Biforcazione dei fili differenziali dei relais - A A', Armature oscilan P P'<sub>a</sub>Batterie di linea - LA, LA', Linee artificiali - T, Terra. A A', Armature oscillanti dei relais

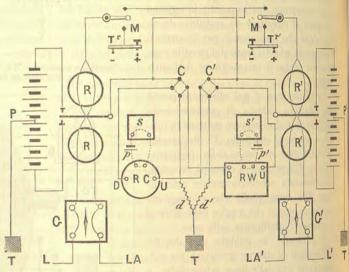


Fig. 832. - Traslazione duplice (accessori).

M M', Manipolatori con relative manovelle commutatrici — R W, Ricevitore di Wheatshop d d', Reostati di derivazione pel controllo — S S', Sounders — pp', Pile locali dei sounderi C C', Commutatore multiplo — R C, Relais di controllo.

Invece di un solo traslatore se ne includono due, uno per ciascun tronco del circuito facilitandone per tal modo la regolazione secondo l'intensità delle correnti ricevute dai singoli tronchi.

Per mantenere il sincronismo tra gli apparecchi corrispondenti, le correnti di correzione sono inviate dal distributore della traslazione su entrambe le linee in guisa che dette correnti precedono immediatamente quelle inviate dai traslatori. Si ha così il vantaggio che mentre le correnti inviate dalle stazioni estreme arrivano al distributore della traslazione, già si effettua la trasmissione delle correnti di correzione, cosa importantissima per non perdere del tempo tra la fine della trasmissione ed il principio del ricevimento, cosicche per l'orientazione dei segnali è sufficiente il solito intervallo riserbato a tale scopo nella corrispondenza diretta effettuata su ogni singolo tronco del circuito.

In un'altra disposizione Baudot fa uso per la traslazione di un gruppo completo ordinario, dove però i cercatori dei traduttori mentre producono il solito lavoro per la stampa

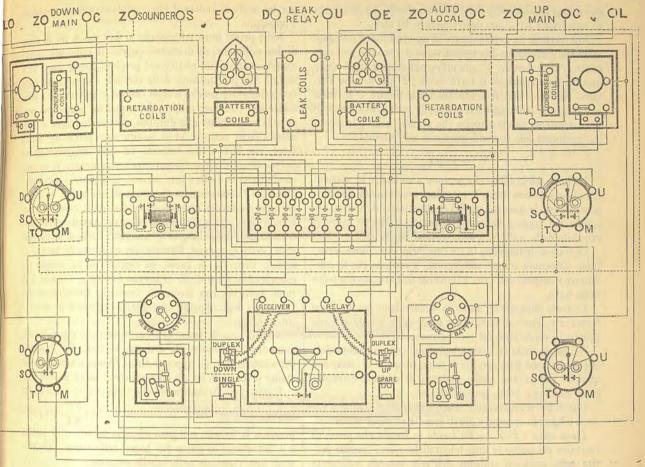


Fig. 833. - Traslazione rapida duplice o semplice.

delle lettere, spostano eziandio delle leve che ritrasmettono i segnali sull'altro tratto della linea per mezzo del distributore come se si operasse a mano sulle tastiere.

In tal modo si ha il vantaggio che le correnti ripetute sono, per così dire, rimesse a nuovo, e non risentono perciò le deformazioni delle correnti ricevute dal primo tratto della linea. Vi è però l'inconveniente che la trasmissione dei segnali è subordinata al regolare funzionamento dei cercatori dei traduttori.

Comunicazioni fra i treni ferroviari. — Si è pensato di stabilire delle comunicazioni telegrafiche fra i treni che percorrono la stessa linea sia per impedire gli scontri, sia per comodità dei viaggiatori che mentre sono in viaggio possono in tal modo trasmettere o ricevere dei telegrammi.

Bonelli nel 1855 ne ha tentata pel primo la soluzione. Ciascun treno, in uno scompartimento, portava il materiale necessario per una stazione telegrafica completa. La terra era rappresentata dalle ruote, e la linea da uno sfregatore che strisciava su di una sbarra di ferro isolata dal suolo, postanel mezzo del binario. Questa sbarra metteva in comunicazione i treni e riuniva le diverse stazioni sia tra di loro sia tra i treni in moto; il collegamento avveniva adunque per derivazione. Molti altri inventori hanno ideato disposizioni simili, ma sinora nessuno è riuscito a rendere pratico e sicuro il funzionamento di queste comunicazioni.

Comunicazioni colla terra. — Abbiamo già accennato alla scoperta di Steinheil che nel 1837 fece uso della terra invece del filo di ritorno.

Secondo taluni la terra funziona come un conduttore, secondo altri come un serbatojo d'elettricità. Preece è della

prima ipotesi, Wheatstone della seconda. Si hanno delle prove per ritenere che la terra si comporta come un conduttore per le piccole distanze e come un serbatojo di elettricità per le grandi distanze.

La comunicazione della terra si effettua mediante piastre di rame immerse in un pozzo o in una corrente di acqua o in un terreno umido (fig. 834); in quest'ultimo caso si circondano di uno strato di carbone in polvere.

La resistenza che offrono le terre è in relazione con la superficie delle piastre e diminuisce coll'umidità del terreno e colla profondità alla

Fig. 834. - Piastra di una terra.

quale sono immerse; in generale è minore in pianura che in montagna.

Le condutture delle acque, quelle del gas e l'armatura esterna dei cordoni sottomarini a causa della loro grande estensione costituiscono delle terre eccellenti. La resistenza di una buona terra non deve superare 10 ohm.

Intercalando un galvanometro in un conduttore collegato colle sue estremità a due terre diverse si riscontra una corrente, che è dovuta: 1° alla differenza di potenziale delle località dove risiedono le terre stesse; 2° alle diverse reazioni chimiche che si producono fra le piastre e le varie sostanze che contengono le acque; 3° ad un fenomeno di polarizzazione, simile a quello che avviene nelle pile secondarie, dovuto alle correnti trasmesse nel circuito.

### V. - LINEE.

Le linee telegrafiche che servono a collegare le stazioni tra di loro devono avere la maggiore conduttività elettrica possibile con la minore capacità elettrostatica, devono essere isolate dal suolo e dai corpi circostanti e devono avere il requisito della stabilità e della durabilità.

Le linee si distinguono in tre categorie, cioè: linee aeree, linee subacquee e linee sotterranee, a seconda che il conduttore è sospeso nell'aria, è immerso nell'acqua o è sepolto nella terra.

Le linee telegrafiche aeree si suddividono poi in linee ferroviarie, linee stradali, linee fuori delle strade e linee urbane in conformità del loro percorso.

Nei primi tentativi della telegrafia le comunicazioni elettriche venivano fatte con fili di rame ricoperti di seta, che qualche volta erano anche spalmati di materia coibente, come ceralacca, zolfo, pece greca, ecc.

Questi fili si riunivano a fascio e senz'altro venivano sospesi a speciali appoggi e più di sovente venivano sotterrati.

Linee aeree - Fili. — Fu Jacobi in Russia che pensò di costruire pel primo le linee telegrafiche aeree, traendo partito della proprietà coibente dell'aria, essendo sufficiente

per tal modo di isolare il filo conduttore soltanto nel punto d'appoggio.

Nelle prime linee telegrafiche si fece uso di fili di rame di due millimetri di diametro, perchè il rame per la sua grande conduttività elettrica si prestava meglio degli altri metalli alla propagazione della corrente elettrica, ma tosto fu abbandonato perchè troppo costoso e perchè poco resistente alla trazione; inoltre, dopo qualche tempo esso perdeva la malleabilità e la duttilità, divenendo fragile e soggetto a facili rotture. Vi si sostituirono perciò dei fili di ferro, che hanno una tenacità 12 volte maggiore ed un prezzo 5 volte circa minore; per compensare la minore conduttività si dà loro una sezione maggiore e per impedirne poi l'ossidazione si ricoprono di uno strato di zinco, che in presenza dell'aria si ossida soltanto alla superficie, formando come uno strato preservatore del metallo sottostante.

Si fa uso, specialmente in America, anche di un filo speciale, detto compound, formato con un'anima di ferro o di acciajo ricoperta di rame, ed oggigiorno va sempre più estendendosi l'uso di fili di bronzo fosforoso, silicioso e di rame indurito, con favorevoli risultati, specialmente per l'esercizio degli apparati ad emissioni rapide e di quelli a sincronismo.

Nei fili sospesi, la curva secondo la quale essi si dispongono dicesi catenaria; la distanza verticale fra il vertice della catenaria e gli appoggi dicesi freccia o saetta e la distanza orizzontale fra gli appoggi stessi dicesi portata (1).

L'equazione fondamentale che stabilisce le relazioni tra la freccia, la portata e la tensione è:  $f = \frac{p \ a^2}{8 \ T}$ , ove frappresenta la freccia, p il peso unitario del filo, a la portata e T la tensione al punto più basso della curva. Tali relazioni sono riassunte nelle tabelle seguenti:

Distanza ra gli appoggi in m.	Freccia corrispondente alle tensioni date nella tahella seguente (in m.)													
40	1,00	0,50	0, 33	0, 25	0, 20	0, 17	0, 1							
50	1,56	0, 78	0,52	0, 39	0, 31	0, 26	0, 2							
60	2, 25	1, 13	0, 75	0, 56	0,45	0, 37	0, 3							
65	2,64	1, 32	0,88	0,66	0,53	0,44	0, 3							
70	3,06	1,53	1,02	0, 76	0, 64	0,51	0, 4							
75	3,52	1,76	1,17	0,88	0,70	0,59	0, 5							
80	4,00	2,00	1,33	1,00	0,80	0,66	0, 5							
85	4,52	2, 26	1,50	1,13	0,90	0, 75	0, 6							
90	5,06	2,53	1,68	1,26	1,01	0,84	0, 7							
100	6, 25	3, 13	2,08	1,56	1, 25	1,04	0, 8							
125	9, 76	4,88	3, 25	2,44	1,95	1,62	1, 3							
150	14,06	7,03	4, 68	3, 51	2,81	2, 38	2, 0							
200	25,00	12,50	8, 33	6, 25	5,00	4, 16	3, 5							
250	39,06	19,53	13,02	9, 76	7, 81	6, 51	5, 5							
300	56, 25	28, 13	18, 75	14,06	11, 25	9, 37	8,0							
500	156, 25	78, 13	52,08	39,06	31, 25	26,04	22, 3							
1000	625,00	312,50	208, 33	156, 25	125,00	104, 16	89, 2							

<sup>(1)</sup> F. Brunelli, Appunti di meccanica sulla costruzione delle linee telegrafiche.

	Tensioni dei fili in Kg. nel punto più basso della catenaria									
Diametro in mm, dei fili			$\frac{2}{5} \ 1000 \ p$	$\frac{3}{5}$ 4000 $p$	$\frac{4}{5} \ 1000 \ p$	1000 p	$\frac{6}{5}$ 1000 p	$\frac{7}{5} 1000 p$		
Di ferro	3, 17 4, 31 5, 08	22,400	24, 400 44, 800 62, 400	67, 200		112,00	200	85, 4 156, 8 248, 4		
Di bronzo fosforoso	2, 00 2, 5 3, 00	8,800	11, 280 17, 600 25, 740	26,400			33, 8 52, 8 77, 2	39, 5 61, 6 90, 1		

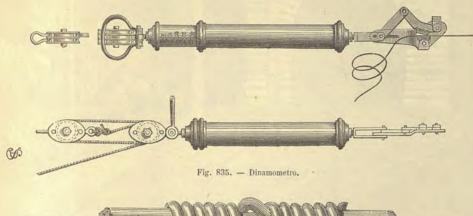




Fig. 836." - Giuntura a torsione.

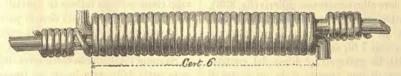


Fig. 837. - Giuntura Britannia.

La tensione si misura praticamente per mezzo di un dinamometro (fig. 835).

La tensione ai punti d'appoggio aumenta per una quantità corrispondente al peso di un pezzo di filo lungo quanto la freccia. La minima tensione agli appoggi si ha quando la freccia sia la terza parte circa della portata; la massima portata con una tensione normale corrisponde perciò a m. 1400 con una freccia di circa 500 m.

Colla temperatura varia la teca soo il.

Colla temperatura varia la tera soo il.

Colla temperatura varia la tera soo il.

Iniminuzione è circa di ½,100 per ogni grado centigrado; nelle località molto fredde non si deve fare troppo assegnamento sulla elasticità dei fili e sarà una buona precauzione quella di dare alle tensioni un valore alquanto inferiore a quello normale. Per certe località dovrà pure tenersi conto del sovraccarico della neve, che può valutarsi ½,20 del peso unitario del filo, e della pressione del vento, che può arrivare sino ad una forza di circa 40 Kg. per ogni catenaria di 400 metri di filo del diametro di mm. 5,08; i fili più sottili sono pel vento i più soggetti a rompersi.

I fili di ferro di cui si fa uso in Italia per la costruzione delle linee telegrafiche sono distinti coi numeri 6, 8 ed 11 della filiera di Birmingham ed hanno rispettivamente i diametri di mm. 5,08, mm. 4,31 e mm. 3,47. Il peso chilometrico dei tre fili è di Kg. 456, 412 e 61. La resistenza alla trazione essendo per il ferro di Kg. 40 per mm², sarà per i tre fili indicati di Kg. 808, 584 e 316. I fili non si devono assoggettare mai ad un carico di sicurezza che sorpassi di un quarto il carico di rottura; la tensione normale corrisponde circa ad ½ e cioè approssimativamente al peso chilometrico di ciascun filo.

I fili di bronzo silicioso, adottati dalle Amministrazioni francese ed italiana, hanno una resistenza di Kg. 47 per mm² e sono di tre diversi diametri, cioè di mm. 2, mm. 2,5 e mm. 3; la loro conduttività elettrica è del 96 % di quella del rame puro. I fili di bronzo fosforoso degli stessi diametri hanno una resistenza alla rottura di Kg. 50 per mm² ed una conduttività dell'80 %. Nei fili di bronzo basta la più piccola intaccatura perchè si rompano con molta facilità.

Le giunture dei fili di ferro si fanno a torsione (fig. 836) o col sistema detto Britannia (fig. 837) e si saldano con una lega di due parti di stagno ed una di piombo; per i fili di bronzo occorrono speciali precauzioni.

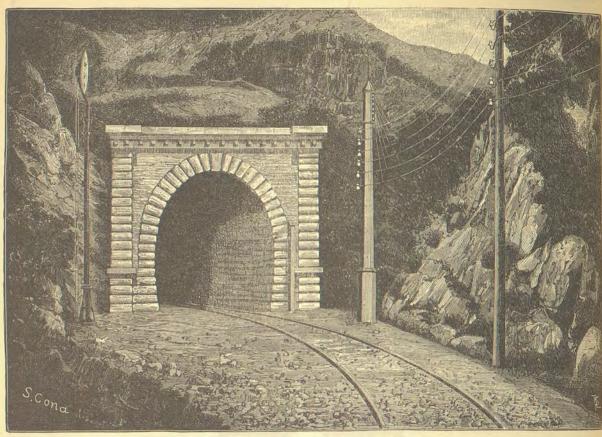


Fig. 838. - Passaggio delle linee nelle gallerie.

Quando una linea deve attraversare una galleria (fig. 838), si protegge il conduttore con un involucro isolante di guttaperca, rivestito di un tubo di piombo. Il conduttore è formato da una treccia di 7 fili di rame, del diametro complessivo di mm. 2,10. La guttaperca è difesa dal contatto del piombo da filacce di juta tannata e da un nastro di cotone incatramato.

I cordoni si sospendono alla parete della galleria su arpioni di ferro zincato, situati alla distanza di 30 centimetri.

La congiunzione delle linee aeree ai cordoni delle gallerie si fa in una apposita cassetta di legno (fig. 839), situata all'imbocco della galleria stessa, ove si mettono anche gli scaricatori per proteggere i cordoni.

Isolatori e porta-isolatori. — I fili sono appoggiati a sostegni di materia isolante e di forma speciale, detti isolatori. I primi isolatori erano di vetro, ma per la qualità igroscopica di questa sostanza furono presto abbandonati, esperimentando altre sostanze, come l'ebanite, la terra cotta e la porcellana, dando la preferenza a quest'ultima per la solidità, per il suo alto potere isolante e per il suo prezzo non molto elevato. Gli isolatori in principio erano muniti di alcune appendici od orecchiette forate, per mezzo delle quali si fissavano con chiodi ai pali (fig. 840). Avevano la forma di ombrello, di fungo, di campanella, di cappellotto, di cappuccio, e nell'interno eravi saldato un gancio di ferro, il quale sosteneva il filo; questa saldatura si faceva con zolfo o con gesso stemperato in colla tedesca, o con una lega di piombo e stagno. Altre volte gli isolatori avevano la forma di fuso, d'imbuto, di carrucola o di pipa, e servivano come servono tuttora in speciali circostanze secondo le condizioni della località dove si posa il filo.

In segnito il conduttore è stato posto alla sommità dello isolatore, facendo entrare il sostegno nella cavità di esso.

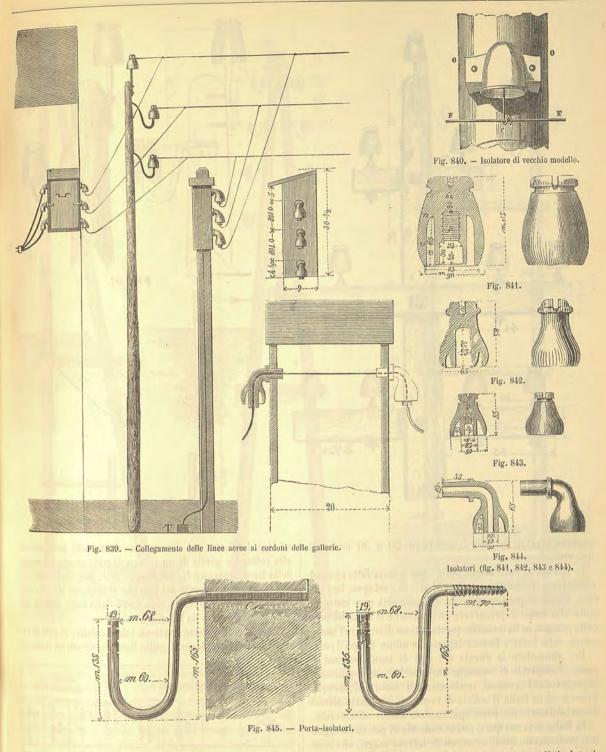
Siccome l'isolamento della linea telegrafica dipende in gran parte dallo stato in cui si trovano le superficie che separano il filo dai sostegni, si è cercato d'interporvi una superficie maggiormente estesa e protetta più che fosse possibile dalle pioggie e dall'umidità dell'aria.

Si è ottenuto tale risultato cogli isolatori a doppia campana; si abbandonò anche l'uso di saldare il sostegno agli isolatori, facendo nell'interno di essi un foro a vite ove s'introduce a forza il sostegno ricoperto di canapa imbevula di olio di nafta o di catrame. Questo processo inaugurato in Danimarca, si è esteso a tutti gli Stati, dando buonissimi risultati.

La solidità degli isolatori dipende dalla qualità della sostanza di cui sono composti e dalla loro forma. Essi devono essere di un sol pezzo e devono potere sopportare con tutta sicurezza gli sforzi dovuti alla tensione ed al peso del filo.

Negli isolatori devesi considerare l'isolamento di massa e l'isolamento superficiale; il primo è sempre grandissimo e dipende dallo spessore della sostanza coibente, l'altro è quello di cui bisogna maggiormente tener conto e dipende dalla forma per la quale una parte della superficie è più o meno protetta dalle pioggie, dall'umidità, dalla polvere, ecc.

Secondo l'importanza della linea si fa uso perciò d'isolatori a campana semplice o a doppia campana (fig. 841, 842, 843, 844). Il migliore isolamento si ottiene con campane

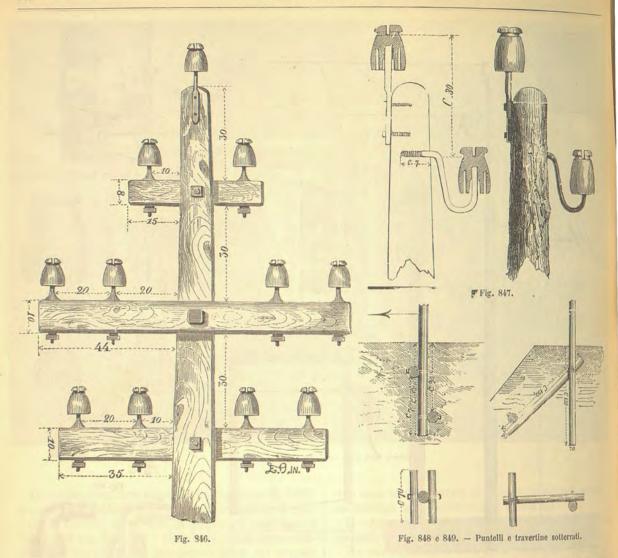


profonde e strette, però vi sono dei limiti, che non si possono sorpassare, oltre i quali l'isolamento diventa minore per la facilità colla quale possono venire in comunicazione le pareti tra le quali s'intromettono corpi estranei.

I bracci che sostengono gli isolatori o porta-isolatori (fig. 845) son di ferro battuto, di un sol pezzo; si procura di avere l'uniformità del tipo per raggiungere l'economia e si verniciano perchè abbiano una maggiore durata e perchè sia migliore l'isolamento della linea.

Pali. — I bracci di ferro che sostengono gli isolatori vengono generalmente fissati ai pali (fig. 847) o su traverse verticali od orizzontali (fig. 846), sorrette dai pali stessi, o su mensole fisse con bracci di ferro ai muri dei fabbricati.

Nelle prime linee costruite in America non si cercò altro che l'economia e la sollecitudine nell'impianto; quando si dovevano attraversare delle foreste, gli isolatori si fissavano direttamente agli alberi; lungo le vie ferrate e carrozzabili



venivano piantati dei pali di abete ogni 20 o 30 metri di distanza.

In Europa la costruzione delle linee è stata fatta con più accuratezza e solidità; i pali di pino o di castagno, ben diritti, venivano perfino ricoperti alla sommità con lastre di zinco allo scopo di preservare gli isolatori e la testa del palo dalla pioggia, nella tema che questa potesse diminuire l'isolamento della linea o facesse deperire in minor tempo il palo.

Per aumentare la durata dei pali di legni resinosi si pensò d'iniettarli di sostanze antisettiche; in Inghilterra impiegarono il creosoto, in Germania il cloruro di zinco, in Francia ed in Italia il solfato di rame. Si è pensato altresi di carbonizzarli alla base, spalmandoli inoltre di catrame.

In Italia si fa uso quasi esclusivamente di pali di castagno e si preferiscono quelli cresciuti in terreni magri, che sono più resistenti.

Per garantire nella maggior parte dei casi la stabilità dei pali, si sotterrano alla profondità di m. 1,30 a m. 2, secondo la loro lunghezza, che varia da m. 6,50 ad 8. Quando il terreno in cui i pali debbono essere piantati sia cedevole, si assicurano con grosse pietre o con puntelli e traversine sotterrate (fig. 848 e 849).

Il carico di rottura del castagno selvatico si può ritenere sia di 6 Kg. per mm², ma il carico di sicurezza si limita ad ¹/10¹. Lattorma più conveniente di un palo per resistere alla rottura è quella di un tronco di cono avente per raggio della base superiore ²/3 del raggio della base inferiore.

Si richiedono perciò dei pali che abbiano da 50 a 60 centimetri di circonferenza a due metri dalla base, mentre alla sommità ne hanno da 30 a 36.

La tabella seguente contiene i dati relativi ai pali di castagno selvatico adoperati sulle linee telegrafiche italiane:

Lunghezza	Circ	conferenza i	in m.	lità in m.	Ma appl	ssima fo icabile ii	rza 1 Kg.
totale del palo in m.	alla cima	a m. 2 dalla base	alla sezione d'incastro	Profondità d'impianto in	alla cima	a m. 4 dalla cima	a m. 2 dalla cima
6,50 7,50 8,50 9,50 40,50 41,50	0,30 0,32 0,36 0,38 0,40 0,42	0,50 0,56 0,60 0,65 0,70 0,75	0,531 0,584 0,615 0,657 0,700 0,750 0,800	1,30 1,40 1,60 1,80 2,00 2,00 2,00	51 55 61 66 72 78 85	64 73 75 78 83 91 99	96 92 90 94 100 104 113

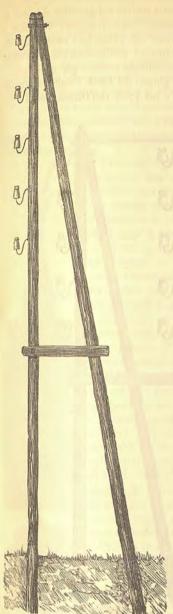


Fig. 850. — Coppia di pali per tracciato non rettilineo.

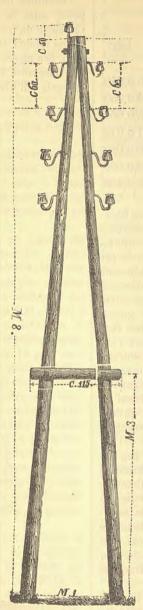


Fig. 851. — Coppia di pali per tracciato rettilineo.

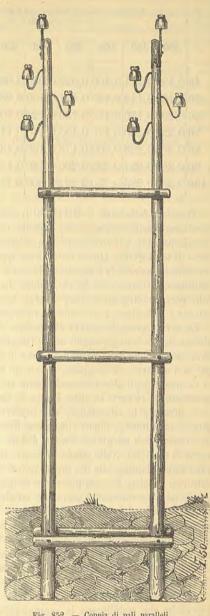


Fig. 852. — Coppia di pali paralleli con traverse orizzontali.

Gli appoggi dei conduttori sono soggetti a due sforzi, uno nel senso orizzontale, che corrisponde alla tensione del filo nel punto più basso della curva e l'altro nel senso verlicale, che è eguale al peso del filo di mezza catenaria, ed è perciò quasi trascurabile. Devesi però tenere conto dello sforzo verticale quando trattisi di appoggiare molti fili su di una mensola per determinare specialmente le dimensioni dei sostegni.

In un tracciato non rettilineo lo sforzo laterale tenderà a rovesciare l'appoggio nella direzione della risultante delle tensioni cui è soggetto. Ad impedire il rovesciamento si fa uso di una coppia di pali ad angolo, nei quali le condizioni di stabilità sono tanto migliori quanto minore è la loro altezza e quanto più distante trovisi la base del puntello da quella del palo (fig. 850).

Nei tracciati rettilinei l'accoppiamento si esegue secondo la forma di un triangolo isoscele, che dà grande stabilità alla linea (fig. 851).

Altre volte si fa uso di pali rafforzati da puntelli o da tiranti, ovvero anche di coppie parallele, con traverse orizzontali per tracciati rettilinei (fig. 852), o con traverse incrociate (fig. 853) lungo le curve.

Nei tracciati rettilinei i pali si dispongono a distanze di 70 a 90 metri; nelle curve la distanza è in relazione al raggio e alla tensione dei fili.

Si assicura maggiormente la stabilità della linea, inclinando il palo nel senso opposto al centro della curva.

Nella tabella seguente sono indicate le forze rovescianti in relazione alla portata, alla tensione e al raggio delle curve:

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 63.

a in m.		Forza rovesciante in Kg. per ogni Kg. di tensione lungo curve con raggi di m.												
Portata in	300	350	400	450	500	600	800	1000						
40	0,133	0,114	0,100	0,089	0,080	0,066	0,050	0,040						
							0,062							
							0,075							
							0,087							
							0,100							
90	0,300	0,257	0,225	0,200	0,180	0,150	0,112	0,090						
100	0,333	0,286	0,250	0,222	0,200	0,167	0,125	0,100						

Tracciato delle linee. — Nel fare il tracciato di una linea. il criterio teorico da seguirsi si è quello di farla più breve che sia possibile; il criterio pratico si basa invece sulla facilità di sorvegliarla. Questi criteri sono opposti, perchè per ottenere la brevità, la linea dovrebbe avere un andamento rettilineo, attraversando boschi, campi, località inaccessibili, ecc., mentre allora non sarebbe possibile la sorveglianza e difficoltosa riescirebbe la riparazione dei guasti.

Le norme generali relative al tracciato delle linee consistono nell'evitare gli angoli molto risentiti, seguire l'andamento stradale dalla parte dove sono le curve rientranti per non attraversare le strade, evitare gli scoli delle acque, la vicinanza degli alberi, tenendo conto anche dei venti che predominano in certe località. Lungo le ferrovie devesi tenere presente la circostanza, che sopravvenendo qualche guasto nella linea, i binari rimangano liberi pel passaggio dei treni; i pali telegrafici devono distare almeno dal binario di m. 1,80. Nelle strade ordinarie le linee non devono essere danneggiate dai grossi veicoli o dalle fruste dei vetturini; inoltre bisogna procurare di non ingombrare le strade od i marciapiedi. Fuori delle strade il criterio più importante che deve guidare il tracciato è la facile sorveglianza; nell'abitato poi bisogna avere molta attenzione alla solidità dell'impianto, non disgiunta dall'eleganza, procurando che i fili siano ad una certa distanza dalle finestre, dalle linee telefoniche e da quelle che servono pel trasporto dell'energia elettrica.

Linee subacquee. — Sono così ohiamate quelle linee telegrafiche che stabiliscono la comunicazione elettrica tra due località attraverso ai laghi, ai mari, ecc.

Nel 1838 il prof. Luigi Magrini stampava un volumetto contenente la descrizione del suo telegrafo elettro-magnetico ed il progetto di una linea telegrafica tra Venezia e Milano. In un capitolo (Della funicella di comunicazione) descrive il modo di comunicare elettricamente attraverso le acque, modo che poco differisce da quello che si segue oggigiorno.

Nel 1839 il dottore O' Schaugnessy nell'India collocò un cordone subacqueo tra le due rive del fiume Hovgly, ma il primo cavo subacqueo di qualche entità è quello di Jacob Brett (francese), che nell'agosto del 1850 posò fra Douvre e Calais (capo Griz-Nez) nella Manica. Il cordone era lungo 45 chilometri e consisteva in un filo di rame ricoperto di guttaperca, protetto in vicinanza delle coste da una guaina di piombo; dopo alcuni giorni dalla posa, si ruppe presso la costa francese.

Costituitasi una nuova società nel dicembre del 1851 fu posato sotto la direzione degli ingegneri Wollaston e Crompton un nuovo cavo che presentava condizioni di rigorosa solidità. Dai favorevoli risultamenti che se ne ottennero, ben presto i mari furono percorsi per ogni dove da cavi telegrafici. Il 1º giugno del 1852 l'Inghilterra veniva collegata coll'Irlanda e nel 1853 coll'Olanda e col Belgio.

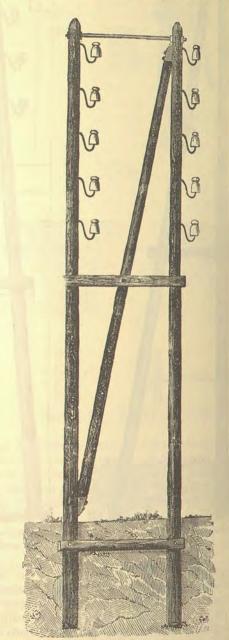


Fig. 853. - Coppia di pali paralleli con traverse incrociate.

Nel 13 aprile 1854, durante la guerra di Crimea nel Mar Nero, un cavo telegrafico di 640 Km. riuniva la Turchia colla Russia (Varna e Balaclava). Negli anni 1854-55-56-51 dopo avere sormontato grandi difficoltà, l'Europa fu congiunta coll'Africa con tre gomene posate tra l'Italia (Spezia) e la Corsica, tra la Corsica e la Sardegna e tra la Sardegna e l'Africa (Bone). Cavi transatlantici. — Frattanto si veniva pensando anche al gigantesco progetto di riunire con un cavo transatlantico l'Europa coll'America.

La prima Compagnia Anglo-Americana fu costituita nel 1854, ma non fece altro che collegare con un cavo di 160 Km. il continente americano con Terranova.

Nel 1856 una nuova Società costituita in Inghilterra da Cyrus-Field, Brett, Whitehouse e Bright sotto il nome di Compagnia Transatlantica ebbe il merito di porre in effetto il gigantesco progetto.

I Governi inglese ed americano accordarono una sovvenzione di lire 350 000 all'anno per tutto il tempo che sarebbe durata la comunicazione e offrirono il loro concorso per gli studi e per la posa.

I punti scelti per gli approdi del cavo furono la Baja della Trinità presso Terranova e Valentia sulla costa occidentale dell'Irlanda; la distanza era di 3400 Km.; la profondità del mare variava da metri 200 a 4000 e 5000. Furono preparati 4000 Km. di cavo, pesante 2500 tonnellate spendendo 6 milioni di lire. La posa incominciò a Valentia il 5 agosto del 1857, ma dopo tre giorni di lavoro, il cavo si ruppe perdendone così circa 600 Km.

L'anno seguente furono fatti altri tre tentativi infruttuosamente perdendo altri 500 Km. di cavo; al quarto tentativo finalmente fu compiuta la posa (5 agosto 1858), ma dopo la trasmissione delle felicitazioni e di qualche telegramma e mentre l'avvenimento veniva celebrato con gioja, la gomena cessò di funzionare.

Perduta la fiducia nei capitalisti iu solo nel 1864 che si potè costituire una nuova Società; fu adottato un nuovo modello di cavo (fig. 854), la scelta dei materiali e la fabbricazione furono fatte con cure particolari, tantochè il cavo poteva sopportare senza rompersi una tensione di 7800 chilogrammi, cioè poteva sostenere in mare

il proprio peso per una profondità di 20 Km. Il cavo della lunghezza di 4300 Km. pesava 4000 tonnellate.

Il Great Eastern, capace di 27 000 tonnellate e 5000 passeggieri, fu scelto per la posa che incominciò nei primi di luglio del 4865; durante la posa, appena si manifestava una perdita di corrente, si rilevava il cavo, si riparava e quindi si proseguiva l'immersione. Il 2 agosto a 1400 chilometri da Terranova, si manifestò un nuovo difetto d'isolamento; si procedè come al solito al rilevamento, ma per un inconveniente sopraggiunto alla macchina di rilevamento si dovè arrestare l'operazione. Il cavo sottoposto ad una tensione enorme, si ruppe e cadde al fondo dell'Oceano ad una profondità di 3700 metri. Il tratto di cordone che giaceva sotto le acque rappresentava un valore di circa 8 milioni. Si provò di ripescarlo e per ben quattro volte fu

afferrato dai grappini, ma le corde si rompevano prima che il cavo giungesse alla superficie del mare. La spedizione dopo di avere esauriti tutti i mezzi, dovette ritornarsene in Inghilterra.

Le Compagnie interessate, all'annuncio del disastro, anzichè perdersi di coraggio decisero tosto di posare un nuovo cavo e di fare dei tentativi per ripescare l'altro e prolungarlo fino a Terranova, stabilendo così una doppia comunicazione tra i due continenti; 15 milioni di lire furono immediatamente versate per la costruzione della nuova

gomena.

Il Great Eastern, malgrado la sua enorme capacità, era insufficiente per contenere tutto il nuovo cavo oltre ai 2000 Km. circa di quello vecchio; ne fu posta una parte su altri due battelli, l'Albany ed il Medway; un'altra nave, il William Cory, portava il cavo d'approdo. La posa incominciò il 15 luglio del 1866 seguendo un cammino parallelo a quello dell'anno precedente a 50 Km. verso Sud. Sino al 18 di luglio tutto procedè benissimo, ma nelle ore pomeridiane di quel giorno avvenne un accavallamento del cavo nel serbatojo posteriore, senza che ne succedessero però serie conseguenze.

Il giorno 24 la spedizione oltrepassò con una certa trepidazione il punto dove era avvenuta la rottura del cavo, dell'anno precedente; il vento produceva dei violenti sbalzi al *Great Eastern* che ciò nonostante potè proseguire la sua

rotta seguitando a posare il cordone.

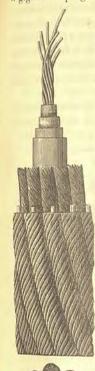
Finalmente il 27 luglio, dopo 14 giorni di operazione, esso ancorava nella baja della Trinità a Terranova e il giorno seguente fu posato il cavo d'approdo nel seno di Heart's Content. Il filo conduttore era in condizioni elettriche eccellenti; il telegramma del presidente Johnson diretto alla regina Vittoria di 81 parole fu trasmesso da Terranova a Valentia in 14 minuti.

Collocata così felicemente la gomena transatlantica, il Great Eastern il 12 agosto si portò sul luogo dove giaceva l'estremità del cavo rotto dell'anno precedente. I galleggianti erano scomparsi, ma le osservazioni che erano state fatte permisero di ritrovare la posizione. Dopo 20 giorni di tentativi l'antico cavo venne tirato alla superficie del mare ed il giorno 8 settembre ne fu completata la posa, cosicchè due comunicazioni telegrafiche riunirono le rive opposte dell'Oceano Atlantico.

Nel 1869 una Compagnia francese posò un terzo conduttore tra Brest e l'isola San Pietro presso Terranova e nel 1873 dopo di essersi fusa colla Società Anglo-Americana posava una quarta comunicazione, e così veniva assicurata in un modo assoluto la corrispondenza telegrafica tra i due mondi. Oggi (1895) vi sono 12 cavi transatlantici tra i quali non figurano più quelli posati nel 1865 e 1866 che s'interruppero nel 1873 e nel 1877 e furono abbandonati dopo vari tentativi fatti infruttuosamente per ripararli.

L'ultimo cavo posato nel luglio del 1894 dalla Anglo-American Company, per le sue qualità meccaniche ed elettriche è il miglior cavo finora costruito ed ha permesso di corrispondere colla velocità di 48 parole al minuto, di cinque lettere ciascuna, come era stato preveduto nel fissarne gli elementi, prima della costruzione.

Inoltre vi sono altri due cavi che riuniscono Lisbona a Pernambuco (America del Sud) passando per le isole di Madera e del Capo Verde.



Canapo transatlantico del 1865.

Altri cavi. — In seguito ai progressi fatti nella telegrafia sottomarina, una fitta rete di conduttori attraversa i mari in tutte le direzioni collegando fra loro le isole e i continenti. Tra i più importanti citeremo i tre cavi della Eastern Telegraph Company da Aden a Bombay della lunghezza di circa 3500 chilometri, quello della South American Cable Company che collega l'Africa occidentale coll'America meridionale tra San Luigi del Senagal e Fernando de Moronha lungo 3450 chilom. e quello della Eastern and South African Company tra Aden e Zanzibar di 3554 chilom. Infine accenneremo che presentemente sta per essere messo in esecuzione il grandioso progetto di gettare un conduttore attraverso il Pacifico, congiungendo gli Stati Uniti con la Cina mediante un cavo della lunghezza di 12700 chilometri, ed

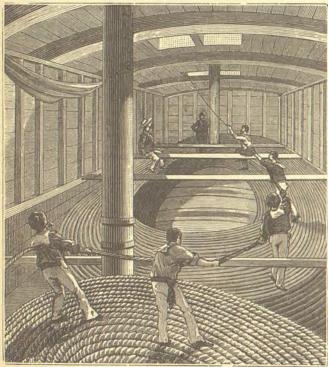


Fig. 855. - Disposizione del canapo nell'interno di un bastimento.

un altro, per il quale il Governo di Dominion ha avuto una offerta categorica dal noto industriale elettricista Alessandro Siemens, di posare entro tre anni un cavo fra Vittoria (Colombia Inglese) e Sydney (New South Wales); il cavo avrà una lunghezza di circa 11000 chilometri; il preventivo della spesa totale è di 50 milioni di lire.

Costruzione dei cavi. — In ogni cavo si distingue l'anima e l'armatura esterna. La prima consiste in un conduttore di rame generalmente formato da 7 fili intrecciati, e da un involucro isolante che suole essere di guttaperca applicata a strati alternati con composizione Chatterton (miscela di catrame di Stockolma, resina e guttaperca).

L'armatura esterna ha lo scopo di proteggere l'anima dagli urti, dalle trazioni cui si sottopone durante la posa, dall'attrito degli scogli, ecc.

A meglio raggiungere lo scopo, tra l'anima e l'armatura esterna si frappone uno strato di canapa o di juta imbevuto di sostanze antisettiche. L'armatura esterna si compone di ferro zincato di 6 o 7 mm. di diametro, o di fili sottili d'acciajo, o di treccie di più fili. Essa è a sua volta rivestita da strati di stoppa spalmati di pece minerale o di asfalto.

La solidità dell'armatura deve essere relativa alla profondità e natura del fondo sul quale deve giacere il cavo, al movimento delle acque e alle altre condizioni speciali che lo possano danneggiare, come ancoraggi, approdi, ecc. Nelle coste perciò l'armatura deve essere più consistente che nelle grandi profondità, e prende il nome di cavo di sponda per distinguerlo dall'altro che dicesi cavo mediano.

Posa dei cavi. — Per effettuare la posa dei cavi occorrono delle navi apposite aventi dei serbatoj o pozzi chiamati tanche, dove si dispone il cavo (fig. 855) e delle macchine che, durante la posa, mentre lasciano scorrere il cavo permettano di regolarne la discesa nel mare con appositi freni (fig. 856).

Mentre si esegue la posa di un cavo si misura costantemente la tensione cui è assoggettato e se ne constatano le

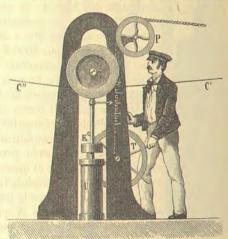


Fig. 856. - Dinamometro e apparecchio per frenare.

condizioni di conduttività e di isolamento, arrestando l'operazione e rilevandolo al più piccolo difetto che si riscontra.

L'angolo che fa il cavo colla superficie del mare, durante la posa, si chiama angolo d'immersione; maggiore è quest'angolo e minore è la trazione che sopporta il cavo. Condizione essenziale per una buona posa è adunque che sia grande l'angolo d'immersione, senza lasciar scorrere però una lunghezza di cavo molto maggiore dello sviluppo del fondo del mare.

La lunghezza massima che il cavo può sopportare nell'acqua senza rompersi, dicesi modulo di rottura del cavo, e si dice modulo pratico o d'immersione quella lunghezza che può rimanere sospesa nel mare senza alcun pericolo di rottura.

Agli approdi i cavi si sotterrano o si proteggono con tubi di ghisa sino ad un apposito casotto dove si fa la congiunzione col filo aereo.

Riparazioni dei cavi. — Per riparare un cavo guasto, bisogna rilevarlo; a tal uopo si esegue prima il ripescamento con un grappino che molte volte si perde o si rompe nei fondi rocciosi.

Il grappino è assicurato ad una corda di fili di acciajo e solca il fondo del mare mentre la nave segue una rotta

normale alla direzione del cavo; dalla tensione della corda indicata da un dinamometro si vede quando il grappino ha fatto presa col cavo, si procede al sollevamento, si conduce a bordo il cavo, si taglia e se ne esperimentano ambe le parti; l'estremità del tratto buono si assicura ad un galleggiante detto boa, e l'altra estremità con apposite carrucole si guida alla macchina di rilevamento, cioè ad un gran tamburo, messo in moto per mezzo di macchine a vapore e ruote ad ingranaggi, sul quale s'avvolge il cavo prima di passare nelle tanche.

Il sollevamento col grappino e il rilevamento sono tanto più difficili quanto più il cavo è teso in fondo al mare e quanto meno è consistente. A mano a mano che il cavo si avvolge sul tamburo si esamina accuratamente e si esperimenta ad ogni accidentalità che vi si riscontra fino a che

viene eliminato il guasto.

Se dagli esperimenti elettrici fatti subito dopo aver tagliato il cavo risultasse che per giungere al punto cercato bisogna rilevare il cavo per una grande quantità, conviene meglio eseguire un secondo grappinaggio ad una certa distanza dal primo in modo che il guasto sia compreso fra i due grappinaggi. Tagliata la parte difettosa vi si sostituisce la nuova eseguendo le debite giunture.

Linee sotterranee. — Le linee sotterranee nacquero colla telegrafia; il filo conduttore si ricopriva in quei tempi con cotone o con seta, si spalmava di ceralacca e quindi si introduceva in un piccolo tubo di vetro o di piombo per preservarlo dall'umidità del terreno. La scoperta della guttaperca semplificò i processi pratici nella costruzione delle linee telegrafiche sotterranee. I fili si ricoprirono con guttaperca vulcanizzata, cioè fusa ad alta temperatura col 3 od il 4% di zolfo e si sotterravano ad un metro di profondità in trincee larghe da 40 a 50 centimetri.

Fu in Germania nel 1853 che si costruirono molte linee sotterranee, però se ne ebbero dei risultamenti poco favorevoli, poichè la guttaperca si deteriorava rapidamente sotto l'influenza alternata dell'umidità e dell'aria asciutta.

Verso il 1855 si fecero molte esperienze per sostituire delle linee sotterranee alle linee telegrafiche aeree che coprivano Parigi di una fitta rete. Prevalse il sistema di posare dei fili di ferro nudo in una pasta di bitume versata a caldo in canali di legno.

Dopo poco tempo si constatò che le fughe del gas illuminante ed i terreni calcari circostanti deterioravano il bitume.

Nel 1858 si sotterrarono a Parigi dei cordoni protetti da tubi di piombo, che però non difesero a sufficienza i cordoni; si fece uso allora di tubi di ferro fuso simili a quelli che servono per la conduttura delle acque e del gas, congiunti insieme con manicotti ribaditi a freddo con piombo; la guttaperca poi si ricopriva con cotone incatramato. Anche nell'interno di Londra, di Berlino, di Vienna furono posate delle linee sotterranee e dal 1860 in poi furono utilizzate le fogne che permettevano di sospendervi i cordoni con appositi arpioni.

Frattanto in Germania si ripensava di costruire le linee sotterranee tra i principali centri e nel 1876 venne costruita una rete completa. Pel tracciato furono scelte le strade postali, le linee furono formate con cordoni di 7 conduttori isolati tra di loro da un doppio strato di guttaperca, fasciati di canapa e protetti da 16 fili di ferro zincato avvolti ad

elica e da uno strato di bitume che vi si ponea nell'atto della posa; nei punti più soggetti ad essere danneggiati, furono protetti con tubi di ferro e nelle traversate dei fiumi furono muniti di doppia armatura.

Dal 1880 anche in Francia sono state costruite delle linee telegrafiche sotterranee su larga scala, adottando in talune il sistema germanico, in altre quello dei tubi di ferro

già esperimentato a Parigi.

Riassumendo, i cavi sotterranei non differiscono nella costruzione da quelli subacquei che nell'armatura esterna e generalmente contengono più conduttori invece di uno solo.

Per mezzo delle linee sotterranee sono assicurate le comunicazioni in un modo permanente contro l'azione delle intemperie. Esse sono sopratutto di grande importanza in tempo di guerra specialmente per quelle nazioni come l'Italia, ove quasi tutte le linee telegrafiche sono distese allo scoperto lungo il litorale ed esposte ad essere distrutte con tutta facilità dalla prima corazzata nemica che si avvicini alle coste.

Acceleramento dei segnali telegrafici. — Quando si chiude il circuito di una pila attraverso una linea telegrafica alla estremità della quale sia incluso un apparato ricevente, l'intensità della corrente non si manifesta istantaneamente secondo la legge di Ohm; essa raggiunge lo stato permanente dopo un certo tempo con un aumento progressivo ma non uniforme.

Questo tempo preliminare dicesi periodo variabile di carica. Similmente aprendo il circuito della pila si ha un periodo variabile di scarica, durante il quale l'intensità della corrente all'estremità lontana del circuito va gradatamente diminuendo sino a ridursi a zero.

Il periodo di scarica è circa quattro volte maggiore di quello di carica quando interrompendo il circuito si lasci il filo isolato da quella parte, mentre facendolo comunicare colla terra è di poco maggiore del periodo di carica.

Le cause che producono i periodi variabili sono dovute principalmente alla capacità elettrostatica del circuito e alle correnti di autoinduzione che si sviluppano nella linea e negli elettromagneti dei ricevitori.

Le durate dei periodi variabili crescono in un rapporto meno rapido del quadrato delle lunghezze dei circuiti e sono modificate dalla induzione dei fili vicini portati da una stessa palificazione, dall'influenza delle condizioni atmosferiche e dalla resistenza interna della pila.

Variando la forza elettromotrice senza alterare le altre condizioni del circuito, i periodi variabili hanno sempre la stessa durata, contuttochè l'intensità finale della corrente sia diversa; però nei singoli istanti del periodo variabile il valore dell'intensità della corrente essendo espresso da una frazione del valore finale, sarà proporzionale alle forze elettromotrici.

Per fare funzionare un apparecchio ricevente situato alla estremità lontana di una linea non si richiede che la corrente raggiunga lo stato permanente; basta che durante lo stato variabile l'intensità arrivi ad un punto tale che le forze magnetiche sviluppate siano sufficienti a vincere l'inerzia dell'armatura e la resistenza delle molle antagoniste se ve ne sono. Ne consegue da ciò che il tempo necessario per la manifestazione di un segnale telegrafico ha una stretta relazione colla forza elettromotrice della pila e colla sensibilità dell'apparecchio ricevente; ma dalle stesse cause

dipende anche il momento in cui cessa il segnale, poichè l'armatura non riprende la sua posizione di riposo sino a che nel periodo di scarica l'intensità della corrente non si abbassi al di sotto di quel punto nel quale ha funzionato. Tra le consecutive emissioni di correnti occorre perciò un certo tempo da cui dipende la rapidità di funzionamento del ricevitore. Inoltre il movimento dell'armatura richiede anche esso del tempo per compiersi, tempo che sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà l'ampiezza dell'escursione. Riassumendo, per accelerare la rapidità di trasmissione dei segnali, bisogna:

1º Aumentare la forza elettromotrice del circuito;

2º Fare uso di ricevitori assai sensibili;

3º Abbreviare il periodo di scarica;

4º Limitare le oscillazioni dell'armatura del ricevitore

ai più piccoli movimenti che siano possibili.

Quando gli apparecchi riceventi non sono polarizzati, per abbreviare il periodo di scarica si fa uso di tasti o di soccorritori speciali per mezzo dei quali, nell'istante in cui essi riprendono la posizione di riposo, si invia sulla linea una corrente di senso opposto a quella di trasmissione.

Se invece i ricevitori sono polarizzati, si effettua la trasmissione col sistema a correnti invertite ed allora il periodo variabile di scarica segue l'istesso andamento di quello della carica. In tal caso si ottiene una maggiore rapidità di funzionamento anche perchè nel ricevitore non vi sono molle antagoniste che si oppongono ai movimenti dell'armatura.

Nella corrispondenza telegrafica, abbiamo veduto che le emissioni di corrente non sono tutte di egual durata, nè si succedono ad intervalli eguali. Gli effetti della carica e scarica della linea e quelli dell'autoinduzione del ricevitore sono perciò maggiori dopo una emissione lunga di quello che lo siano dopo una breve; le deformazioni dei segnali che ne derivano diminuiscono la rapidità della trasmissione a confronto di quella che si potrebbe effettuare se fossero tutti di eguale durata ed egualmente distanti.

Ad eliminare tale inconveniente sono stati ideati diversi modi di compensazione. Abbiamo accennato nel sistema Wheatstone come s'includa automaticamente una resistenza nel circuito quando l'inversore invia le correnti lunghe che rappresentano la linea dell'alfabeto Morse o lo spazio tra le lettere o tra le parole. Goodfroy allo stesso scopo stabilisce presso il trasmettitore una derivazione con rocchetto elettromagnetico dotato di molta autoinduzione. Quando si effettua la trasmissione sulla linea, il rocchetto offre nel primo istante una grande resistenza apparente, per cui la derivazione non sottrae corrente; ma perdurando l'emissione, cessa il fenomeno dell'autoinduzione nel rocchetto, e la corrente si divide tra la linea ed il rocchetto stesso secondo le leggi dei circuiti derivati, conseguendone un indebolimento della corrente di linea, che perciò non si carica più di quanto avverrebbe con un'emissione breve.

Altre disposizioni sono state immaginate allo stesso intento. ed applicate nel ricevitore. Sulla considerazione che l'autoinduzione di esso aumenta coll'intensità delle correnti che lo fanno funzionare, mentre le forze magnetiche che si sviluppano crescono di poco quando l'armatura sia vicina alla saturazione magnetica, si comprende che al di là di questo punto una maggiore intensità della corrente è svantaggiosa; si aumenta perciò la rapidità di funzionamento del ricevitore, diminuendo l'intensità della corrente sino al punto

che le forze magnetiche generate siano semplicemente sufficienti a produrre il lavoro che si richiede. Tale diminuzione si suol fare coll'includere sul filo di terra un reostata, e meglio ancora disponendone le spire magnetizzanti ad arco doppio o ad arco quadruplo secondo il bisogno. In tal caso mentre si diminuisce l'intensità della corrente al punto voluto, l'autoinduzione viene ancora ridotta ad 1/2 0 ad 1/4, poichè le controforze elettromotrici dalle quali essa ha origine, vengono disposte in due o quattro serie parallele.

Preece, come abbiamo altrove accennato, include sul filo di terra del ricevitore insieme al reostata anche un condensatore, che producendo degli effetti opposti a quelli dello elettromagnete ne accelera la rapidità di funzionamento.

La derivazione di Goodfroy è pure efficace nel caso del ricevimento, poiché impedisce che le spire magnetizzanti dei rocchetti siano percorse da correnti eccessive dopo che l'armatura ha eseguito il suo movimento.

Nei lunghi cavi sottomarini, tra il cavo e gli apparecchi telegrafici, s'inserisce un condensatore di grande capacità, il quale nell'ufficio di trasmissione, caricandosi e scaricandosi sotto l'azione delle correnti invertite, si comporta come una forza elettromotrice decrescente che cambia di segnoe che non contiene resistenza interna. Nell'ufficio ricevente poi, nell'atto dell'inversione della corrente, il condensatore scaricandosi facilita l'inversione stessa con una forza pur essa decrescente, per cui si hanno varie azioni concomitanti che favoriscono la rapidità dei segnali.

E con questo mezzo che Willoughby Smith nel cavo transatlantico del 1865 ottenne di poter corrispondere colla velocità di 110 lettere al minuto.

Guasti. — Ogni causa per la quale la corrente non si propaga regolarmente in tutti i conduttori che formano il circuito dell'elettromotore è conosciuta col nome di guasto.

I guasti si comprendono in due categorie principali, cioè, difetto d'isolamento, e mancanza di continuità del circuito; possono riferirsi all'elettromotore, agli apparecchi e alle linee.

Quando si tratta di difetto d'isolamento si ha ciò che dicesi perdita di corrente, la quale può essere parziale o totale (dispersione e terra); quando poi si tratti di mancanza di continuità, si ha un aumento di resistenza nel circuito, aumento che può considerarsi infinito nel caso di un'interruzione completa (isolamento).

Un caso speciale di difetto d'isolamento si ha quando un conduttore si metta in comunicazione con un altro o con

più fili (contatto).

Una comunicazione imperfetta di più fili tra di loro è conosciuta col nome di miscuglio, per il quale le correnti di ciascun filo percorrono in piccole frazioni anche gli altri

Cause dei guasti sulle linee. — Le cause dei guasti sulle linee aeree ripetono la loro origine in gran parte dall'influenza dei fenomeni meteorologici. Le variazioni di temperatura e di umidità producono il deterioramento dei pali specialmente nella linea di acqua e vento; le continue pioggie diminuiscono [la solidità del terreno su cui i pali sono piantati; il vento impetuoso li abbatte; le nevi ed i geli facilitano la rottura dei fili ; l'umidità, le pioggie, le nebbie ricoprono di un velo acquoso gli isolatori e producono altreltante derivazioni ; le variazioni di temperatura alterano le resistenze dei circuiti e generano delle correnti termoeleltriche; il diverso potenziale elettrico dell'atmosfera a diverse altezze contribuisce pure a sviluppare delle correnti nei fili telegrafici; le aurore polari, alle volte sono di tale intensità da impedire assolutamente la corrispondenza; durante le perturbazioni temporalesche, il fulmine spesso fonde il filo per considerevoli estensioni, spostando, spaccando i pali e gli isolatori.

Nei cavi sottomarini poi, quando i guasti non dipendono da difetto di costruzione, varie possono esserne le cause che

li determinano.

Citeremo tra le altre:

I banchi di ghiaccio nei mari del Nord, il movimento delle acque per correnti locali o per effetto delle maree su fondi rocciosi, i banchi di corallo nelle coste d'Africa e nel mare d'Australia, i terremoti, le frane sottomarine, la temperatura elevata dei mari tropicali (alterazione della guttaperca), l'azione accidentale di grossi cetacci o di altri pesci fortissimi, ecc.

Ma ciò che è più temibile per i cavi, si è l'azione di alcune specie di piccoli vermi del genere dei molluschi acefali, come la teredo navalis ed il suo congenere la xilofaga che penerano nella canapa e nella guttaperca quando l'armatura esterna permetta un passaggio sufficiente, ed il limnoria lignorum detto anche limnoria terebrans, che è un piccolo crostaceo della grossezza di una formica e perciò più temibile perchè s'insinua facilmente tra gli interstizi dell'armatura del cavo perforando poi la guttaperca. Per preservare i cavi da questi animali distruttori, si protegge la guttaperca con un tubo di rame.

Criteri sulla delimitazione dei guasti. — Per localizzare i guasti si trae partito delle leggi che regolano i fenomeni

elettrici nei conduttori.

Con apposite misurazioni si stabiliscono dei rapporti tra le intensità delle correnti che li percorrono, tra il potenziale che si stabilisce in vari punti di essi o tra le loro capacità elettriche in funzione di resistenze, potenziali, e capacità note. A seconda della natura del guasto e delle cause accidentali che lo modificano, le misurazioni devono fornire tante relazioni quante sono le incognite che vi entrano.

Le misurazioni nei cavi presentano una certa difficoltà perche i risultati che se ne ottengono sono alterati da varie

cause, cioè:

4° dalle correnti terrestri dovute alla differenza di polenziale fra le due terre;

2º dalla corrente propria del cavo, dovuta all'azione chimica che si produce tra l'acqua marina ed i metalli del cavo guasto;

3º dalla polarizzazione del guasto, cioè dall'azione elettrolitica delle correnti che si emettono nel cavo durante la misurazione.

Quando vi sia la possibilità di chiudere il circuito o d'interromperlo in uno o più punti del suo percorso, la delimitazione dei guasti si semplifica; una bussola è sufficiente per osservare se dopo l'interruzione o la chiusura del circuito il guasto perdura o no. Nel caso che il guasto continuasse dovrebbe ritenersi che fosse nel tratto compreso tra l'esperimentatore ed il punto dove il circuito sia stato sezionato o messo alla terra.

Si opera così per stabilire se il guasto è dentro o fuori di un ufficio, e quando risulti nell'ufficio, per stabilire se sia nelle comunicazioni del gruppo degli apparati o al di fuori di esse, e supposto che sia negli apparati, si procede similmente per eliminazione, isolandoli od escludendoli successivamente uno ad uno sino a che si viene a scoprire in quale di essi risieda il guasto.

Potenzialità e rendimento dei sistemi telegrafici. — La potenzialità di un sistema telegrafico è rappresentata dal numero massimo di telegrammi che si potrebbero trasmettere o ricevere con esso in un dato tempo indipendentemente dalla capacità degli impiegati che lo esercitano.

Considerando ciò che può dare un sistema telegrafico quando sia in esercizio sulle linee, si ha il rendimento, il quale varia non solo colla lunghezza, natura e condizioni speciali del circuito, ma altresi colla capacità ed attività degli impiegati. Si distingue perciò il rendimento massimo di un sistema telegrafico ottenibile su di una data linea, dal rendimento pratico effettivo che è dato dalla risultante media di tutte le capacità ed attività degli operatori che esercitano normalmente il sistema.

Ritenendo che ogni telegramma sia formato di 25 parole, comprendendovi anche il preambolo, e che ogni parola risulti di 7 lettere, calcolandovi anche lo spazio che separa una parola dall'altra, per i sistemi in uso in Italia, si hanno le cifre seguenti (1):

For Black	· · ·	ä		Rendi	mento		
Sistema to	Sistema telegrafico				pratico		
		Potenzialità	350 Km.	700 Km.	350 Km.	700 Km.	
Manaa	in semplice	48	35	30	30	25	
Morse	in duplice.	96	52	45	45	40	
Wheatstone	in semplice	240	240	168	150	100	
vyneaisione	in duplice.	480	360	250	200	150	
Hankan	in semplice	72	64	56	50	45	
Hughes	in duplice.	144	120	and the	100	4	
DJ. t	duplo	112	112	112	90	90	
Baudot	quadruplo .	224	224	224	180	180	

Sicurezza di funzionamento dei sistemi telegrafici. — La regolarità di funzionamento dei sistemi telegrafici può essere perturbata da cause meccaniche ed elettriche.

Indipendentemente dalle cause meccaniche, che con opportune modificazioni e miglioramenti possono essere eliminate, le deformazioni che subiscono le correnti sulle linee telegrafiche non devono superare e neanche raggiungere i valori seguenti:

Nel sistema Morse o Wheatstone a 20 par, al m, 1/95 di s,

I	Sistema	morse o vencars	one a	20			
	))	Wheatstone				1/103	
	))	» ·					
	))	Hughes	a	115	giri al m.	1/107	))
	))	Baudot duplo .	a	165	))	1/54	))
	))	» quadrupl	lo . a	165	))	1/99	))

La sicurezza di funzionamento è in ragione diretta dei tempi indicati.

<sup>(1)</sup> Valore comparativo dei sistemi telegrafici usati in Italia, per Z. Ferranti (Elettricista, 1893).

Valore economico dei sistemi telegrafici. — Il valore economico dei sistemi telegrafici è relativo alle spese d'impianto, a quelle di esercizio e al rendimento pratico. Nelle

condizioni attuali della telegrafia in Italia si hanno i valori indicati nella tabella seguente, ove il sistema Morse esercitato in semplice è valutato 100.

		1		Somma a ca	rico di ciascun	telegramma					
Sisten	na telegrafico	Per l'impianto e la manutenzione		Ca	Per l'esercizio		То	tale	Valore comparativo dei sistemi		
j.		350 Km.	700 Km.	350 Km. 700 Km.		Personale	350 Km.	700 Km.	350 Km.	700 Km.	
		Lire	Lire	Lire	Lire	Lire	Lire	Lire			
Moreo	semplice	0,118849	0, 236315	0,000704	0,000845	0, 108676	0, 228229	0,345836	100	100	
1110186	duplice	0,081927	0, 160904	0,000973	0,001056	0, 165601	0, 248501	0, 327561	91,84	105,58	
11	( a a man li a a	O OCLARA	0 100750	10000000	0 000000	A ACCOUNT	O ACTOOL	0 000000	138,60	154,40	
Hugnes	duplice	0,044379		0,000160	_	0,098325	0, 142864	_	159, 75		
Wheatsto	one semplice e duplice	0, 044392	0, 083548	0,009514	0,009514	0, 160426	0, 214332	0, 253488	106, 47	136, 43	
	· · {duplo quadruplo										
Daudot	quadruplo	0,027454	0,047354	0,000416	0,000416	0,085388	0, 113258	0, 133158	201,51	259, 72	

Conclusione. — Da questa rapida esposizione delle varie fasi attraversate dalla telegrafia per arrivare allo stato in cui la troviamo oggidi, certamente il lettore non avrà potuto comprendere tutti i dettagli che sono necessari nella sua applicazione pratica; per la quale occorrerebbe uno studio più approfondito delle diverse questioni.

Ci lusinghiamo però di essere riusciti a dare un'idea abbastanza esatta di quest'arte per eccellenza che in pochi anni di vita ha saputo raggiungere le più alte perfezioni, facendo suo prò di tutte le recenti scoperte verificatesi nel campo dell'elettro-tecnica, portando da parte sua larghissimo contributo allo sviluppo della scienza stessa.

Come abbiamo visto, la telegrafia ha il vanto di contare tra i suoi creatori e collaboratori dei nomi fulgidissimi che tanto onorano le scienze fisiche e la meccanica; e se lo stato di perfezione a cui è giunta fa fede della potenza dello ingegno umano, il suo rapido sviluppo chiaramente dimostra quanto abbia contribuito al progresso della civiltà; i diversi popoli si trovano ora congiunti fra di loro attraverso ai continenti ed ai mari per mezzo di una fitta rete di conduttori metallici che a guisa di nervi trasportano il pensiero colla rapidità della folgore. Ma solo le cifre possono dare un'idea adeguata dell'importanza e dell'incremento raggiunti da questo mezzo di comunicazione; nell'anno 1893, le differenti nazioni hanno spedito 336 milioni di telegrammi su di una rete di linee telegrafiche della lunghezza complessiva di 1 600 000 chilometri (40 volte il giro del mondo!) con un introito totale di 547 milioni di lire.

# BIBLIOGRAFIA.

Baille J., L'électricité, Paris 1868. — Baudot E., Télégraphe imprimeur multiple, Paris 1885. — Belloc Alexis, La télégraphie historique, Paris 1888. — Blavier E. E., Nouveau traité de télégraphie électrique, Paris 1865. — Bontemps Ch., Les systhèmes télégraphiques aériens, élec-

triques, pneumatiques, Paris 1876. — Bracchi G., Corso preparatorio per gli aspiranti telegrafisti, Firenze 1889.-Brunelli I., Appunti di meccanica sulla costruzione delle linee telegrafiche, Roma 1890. - Buels Ed., Étude des dérangements de l'appareil Hughes, Bruxelles 1881. -Buels Ed., Télégraphie et téléphonie simultanées, Bruxelles 1885. — Culley R. S., Handbook of telegraphy. Farjou A., Dérangements de l'appareil Hugues, Paris 1885. - Ferranti Z., L'apparato telegrafico stampante di E. D. Hughes, Roma 1885. - Ferranti Z., Istruzioni sul sistema automatico Wheatstone, Roma 1892. - Ferrini R., Manuale di telegrafia, Milano 1890. — Figuier L., Histoire de la télégraphie, Paris 1860. — Gavarret J., Telegrafa elettrica, Milano 1862. — Hospitalier E., Formulaire prutique de l'éléctricien, Paris 1887. - Kempe R., Handbook of electrical testing, New-York 1876. - Le Tual A., Étude du télégraphe automatique de Sir Ch. Wheatstone, Paris 1876. — Matteucci C., Manuale di telegrafia eleltrica, Torino 1861. — Michaut et Gillet, Leçons élémentaires de télégraphie. — Montillon L., La télégraphie actuelle, Paris 1889. — Pegot J., La télégraphie duplex théorique et pratique, Paris 1892. — Pianta C., Il telegrafo Hughes, Milano 1877. — Ponzoni B., Manuale pratico elementare di telegrafia, Milano 1871. — Prece W. H., Telegraphy, Londra 1888. — Prescott George B., Electricity and the electric telegraph, New-York 1877. — Sabine R., History and progress of the electric telegraph, London 1872. — Santoni G., Il telegrafo automatico di Wheatstone, Napoli 1882. — Ternant A. L., Les telégraphes, Paris 1884. — Ternant A. L., Manuel pratique de télégraphie sous marine, Paris 1884. — Thomas H., Trailé de télégraphie électrique, Paris 1894. — Viale C., II P. O. Standard relais ed i sistemi duplex Hughes, Roma 1888. Vianisi L., Transmission simultanée des signaux télégraphiques, Messina 1889. — Wunschendorff E., Traité de télégraphie sous marine, Paris 1888. ZENOBIO FERRANTI.

TELE INCERATE. — Fr. Toile cirée; ted. Wachstuch, Wachsleinwand; inglese Oil-cloth; spagnuolo Tela encerada.

Sotto questo nome generico ma improprio si comprende una gran varietà di prodotti dell'industria aventi per base l'utilizzazione della tela per ricoprirla di strato impermeabile, allo scopo di soddisfare a molteplici usi. Quindi a questa categoria appartiene non solo la tela incerata comune quale una volta usavasi e che era effettivamente coperta colla cera, sciolta nell'olio di trementina; ma anche le tele rese impermeabili per usi terapeutici, per usi domestici, per copertoni per tetti, il linoleum, le tele da pittori, la tela americana, la lincrusta e simili.

Dei principali di questi prodotti noi daremo un cenno nel presente articolo.

Abbiamo detto più sopra che il nome di tela incerata è improprio, perchè infatti, come vedremo in seguito, l'industria moderna quasi più non usa la cera per rendere le tele impermeabili, bensì essa impiega materiali più appropriati e durevoli.

Ogni tela incerata di qualunque genere essa sia consta di due parti: la tela (franc. Toile; ted. Gewebe, Leinwand; ingl. Line-cloth) e la materia che rende la tela impermeabile, cioè la vernice o spalmatura impermeabile (fr. Induit oumatière imperméabilisatrice; ted. Lackmasse, Deckmasse; ingl. Covering paste, Covering mass).

Di gueste due parti conviene dire in modo speciale.

## I. — Tela o tessuto

(fr. Toile; ted. Grundgewebe, Gewebe; ingl. Linen-cloth).

Per fabbricare le così dette tele incerate adoperasi come tessuto, dirò così, di base, o la tela di cotone, o la tela di canapa, o la tela di lino, o tela di juta ed in qualche caso la seta e la lana. La qualità della tela, in quanto concerne la finezza del tessuto, varia a seconda dell'uso cui la tela incerata si vuol destinare. Così, mentre per le tele incerate per usi terapeutici si impiega la tela fina di cotone e la seta, per quella destinata a tappeti da terra il tessuto può essere fatto con fili grossi, richiedendosi molta resistenza sia per lo scopo cui sono destinati, sia per lo strato grosso di materia impermeabile che vi si sovrappone.

Sia però qualunque la qualità del prodotto da ottenersi è necessario che la tela che costituisce il tessuto di base sia fatta in modo uniforme tanto per la grossezza dei fili come per la tessitura.

Se per caso il tessuto non fosse uniforme e contenesse nodi, fili qua e là più grossi di quelli dell'ordito generale, od altri simili difetti, è facile comprendere come tali difetti non possano che influire in modo dannoso sulla buona riuscita del prodotto quando si vuol spalmare il tessuto collo strato impermeabile. Quindi la prima cura del fabbricante di tele incerate si è la scelta del tessuto che, massime per i prodotti fini, dovrà esser scevro da qualunque difetto di uniformità.

Per le qualità superiori di tele incerate il tessuto deve essere tanto fitto che, spalmando la tela da una parte, non si veda la spalmatura trapelare dall'altra senza però impedire che fra la spalmatura e la tela si faccia una stretta unione che impedisca il distacco della spalmatura dalla tela. Adoperando tela molto grossa si spalma con un primo strato di materia che faccia presto presa colle fibre della tela.

Se la tela fosse poco fitta e si potesse temere che spalmandola la materia spalmante possa passare dall'altra parte, allora si usa questa materia alquanto più densa e si provvede acciò non asciughi tanto presto. Per tal modo mantenendosi la materia spalmante in uno stato di relativa umidità ha tempo di infiltrarsi lentamente nelle fibre del tessuto e farvi presa, per poter in seguito dar con sicurezza una seconda mano di spalmatura qualora sia necessario.

Però eccetto il caso di tela incerata ordinarissima come quella che qualche volta si adopera per i pacchi, la regola generale si è che il tessuto sia piuttosto fitto e sempre uniforme, qualunque sia la qualità ed il diametro del filo che costituisce il tessuto.

Nel trattare delle principali qualità di prodotti che si comprendono sotto la denominazione generica di *tele ince-* rate, diremo anche per ognuno di essi della qualità speciale di tessuto che vien adoperato nel prepararle.

# II. — VERNICE O SPALMATURA IMPERMEABILE (francese *Induit imperméable*; tedesco *Lackmasse*; inglese *Govering mass*).

Se la tela ha molta importanza nella fabbricazione delle tele incerate, allo scopo di ottenere un buon prodotto è però evidente che non minor importanza si attribuisca alla vernice o spalmatura che rende la tela impermeabile.

Questa vernice nei diversi tipi di tela deve esser così composta da aderire fortemente alla tela: e sovratutto essa deve riuscir sottile ed elastica per modo che se anche si piega la tela incerata la spalmatura non si screpoli o salti in piccoli pezzi.

Pur troppo non tutti i fabbricanti curano questa parte nel modo debito, e si vedono delle tele incerate le quali dopo qualche tempo che sono fabbricate subiscono nella spalmatura un'influenza dell'atmosfera e si screpolano in tanti punti, senza che in quei punti abbiano subito delle piegature brusche.

Diversi sono gli ingredienti che entrano a formare la vernice o spalmatura impermeabile delle tele incerate e di essi occorre dire brevemente il modo di prepararli.

I principali fra questi ingredienti sono: gli olii essiccanti, le vernici all'olio, l'olio di lino cotto, il caoutchouc, le resine, i colori.

Olii essiccanti (franc. Huiles siccatives; ted. Trocknende Oele; ingl. Drying oils). — Alcuni olii esposti all'aria per quanto tempo vi restino non si asciugano mai e restano sempre liquidi: a tal genere appartiene l'olio di oliva, l'olio di ravizzone e simili. È certo che questi olii non sarebbero adatti per rendere impermeabile la tela.

Altri olii invece, come per es. l'olio di lino e di noce, messi in contatto dell'aria si combinano coll'ossigeno ed a poco a poco si convertono in una massa resinosa che indurisce, pur mantenendosi elastica in grado più o meno grande. La proprietà di questi olii di assimilarsi l'ossigeno venne scoperta da Saussure nel 1817 e messa poi in maggior rilievo da M. S. Cloes. Un olio essiccante esposto all'aria ed alla luce aumenta di peso man mano che la massa si indurisce incominciando dalla crosta alla superficie del liquido. La solidificazione dell'olio continua per tutta la massa e può essere attivata dall'azione del calore.

Ciò posto è chiaro che con un olio essiccante spalmato sulla tela ed esposto all'aria, possa formarsi una pellicola

solida impermeabile.

Vernici all'olio. - Secondo le esperienze fatte dal famoso chimico Chevreul, se all'olio di lino si aggiunge a caldo del manganese o del litargirio, esso acquista in massimo grado la proprietà di essiccarsi in contatto dell'aria, e gli ingredienti che agevolano questo fenomeno diconsi essiccativi (franc. Siccatif; ted. Siccatif; ingl. Dryer).

Ma nella preparazione delle tele incerate bisogna andare guardinghi nell'impiego degli essiccativi perchè la maggior parte di essi se non sono applicati in dosi appropriate fanno essiccare troppo presto inducendo nella crosta essiccata delle

screpolature.

Olio di lino cotto. - L'olio di lino, come gli altri olii essiccanti, più facilmente si ossida e quindi si solidifica se all'azione dell'aria si unisce quella del calore. Da ciò la pratica di usare l'olio di lino per uso di pittura ed anche per la fabbricazione delle tele incerate. E siccome questa operazione è di una certa importanza per l'argomento del quale ora discorriamo, così ne diremo in seguito con qualche estensione.

Caoutchouc. — Questo prodotto importantissimo viene adoperato nella preparazione della vernice o spalmatura impermeabile delle tele incerate di valore. Lo stesso dicasi per la guttaperca. Per questi due materiali, per la loro estrazione e modo di lavorarli, ci riferiamo a quanto venne diffusamente detto all'articolo Gomma elastica e Gutta-PERCA di questa Enciclopedia.

Colori. — Dovendosi produrre delle tele incerate per usi diversi occorre soventi che esse abbiano anche colori svariati. Ora per ottenere questa colorazione si usa mescolare alla vernice le materie coloranti che per lo più sono delle terre, ma che per le tele molto fine come qualità possono essere anche colori preparati di maggior valore.

Del modo di applicare i colori diremo più tardi.

Anche le seguenti materie entrano qualche volta nella preparazione delle tele incerate: la trementina, il catrame, il sapone, la gelatina, la colla di pesce, la colla animale e la stearina.

Indicate brevemente quali sono le principali materie che entrano a comporre la vernice o spalmatura impermeabile delle tele incerate, è necessario discorrere in modo più particolareggiato delle più importanti fra esse e specialmente dell'olio di lino, delle vernici e dei colori.

### a) Olio di lino.

L'olio di lino che ha tanta importanza nella pittura e nella preparazione delle vernici è uno dei materiali più comuni che adoperansi anche nella fabbricazione delle tele

incerate e tele impermeabili.

Quest'olio si estrae dal seme del linum usitatissimum e la qualità migliore è quella che cresce nel Baltico; nella Curlandia, nella Zelanda ed a Rigr, in Sassonia e nella Fiandra si coltiva pure il lino, ma quello che in commercio è più apprezzato si è sempre quello del Baltico. I semi di buon lino da olio sono corti, grossi, quasi rotondi, pesanti e di colore bruno chiaro ed oleosi al tatto.

Per estrarre l'olio si pestano i semi riducendoli in farina colla macina, indi si sottopone la farina alla pressione del torchio, con questo metodo si ottiene è vero poco olio, ma è certo che esso è il migliore. Nella grande industria si fa prima torrefare la semente per distruggere buona parte della materia mucilagginosa che essa contiene, indi si macina, la si riscalda con po' d'acqua bollente e poi si sottonone allo strettojo; il colore è giallo verdastro, e qualche volta rossastro se la torrefazione fu molto prolungata. Si è perciò che la torrefazione deve esser condotta con molta cura altrimenti l'olio acquista delle cattive qualità.

La densità dell'olio di lino varia, secondo Saussure, in

ragione della temperatura:

1 120	C. è	di .				0,9395
250	))					0,9300
500	))					0,9125
940	))					0,8815

A 130° C. comincia a bollire, ma se si lascia cuocere fino a 250° o 290° C. diventa meno fluido e perde 1/12 circa del suo peso.

Verso la temperatura di 320° a 375° C. l'olio si accende. L'olio di lino resiste senza gelarsi fino a - 20° C., abbassandosi la temperatura fino a - 27º l'olio assume l'apparenza pastosa di color giallo.

Il rendimento delle sementi è del 20 al 22 % in olio: il residuo è tuttora ricco d'olio che si può estrarre col bisolfuro di carbonio. L'olio ottenuto con questo agente chimico ha ancora un odore di bisolfuro che si può togliere agitando

l'olio col 10 % d'alcool.

L'olio di lino quale viene dal commercio contiene sempre delle parti legnose della pianta, che coi soli processi meccanici non è possibile separare completamente. Lasciando riposare per molto tempo l'olio, una parte di simili impurità va man mano depositandosi al fondo del vaso, ma la depurazione perfetta non può ottenersi se non che per via chimica.

Si è osservato che l'acido fosforico in contatto coll'olio di lino (ed anche con molti altri olii) non induce alcuna alterazione nell'olio stesso, per quanto si cerchi di mescolare l'acido coll'olio; per contro le parti legnose che sono in sospensione nell'olio vengono dall'acido carbonizzate e quindi l'olio diventa torbido per la presenza di queste particelle annerite. Lasciando in riposo l'olio coll'acido le particelle di carbone a poco a poco si depositano sul fondo del recipiente e così si può travasare con cura la parte superiore del miscuglio che non contiene più delle materie estranee. Per liberare poi il miscuglio dall'acido solforico che ancora contenesse bisogna lavarlo a più riprese nell'acqua. La lavatura bisogna ripeterla tante volte fino a che l'olio non abbia più traccie di acido, il che si riconosce immergendo nell'olio una striscia di carta al tornasole (francese Papier au tournesol; tedesco Lackmuspapier; inglese Litmus paper), se l'olio non contiene acido rimane azzurro, mentre si arrossa se l'acido trovasi tuttora nel miscuglio.

L'operazione si fa in vasche foderate internamente con lamine di piombo che non è intaccato dall'acido solforico. La quantità di acido a mettersi nell'olio per depurarlo è

del 2 al 2,5  $^{0}/_{0}$  in peso.

Il recipiente ove si opera la depurazione è hene che sia provvisto di un agitatore; la mescolanza si agita continuamente per 3 o 4 ore, dopo ciò basta rinnovare l'azione dell'agitatore ogni quarto d'ora, e ciò per 12 ore.

Indi si lascia riposare il miscuglio fino a che si vede che l'olio è chiaro nella parte superiore, avendo depositato al

fondo le impurità, ed allora si apre una valvola al fondo della vasca e si lascia defluire la parte torbida che contiene oltre alle particelle carbonizzate anche la massima parte dell'acido solforico.

Appena è uscito lo strato torbido si chiude la valvola e si mesce nel recipiente dell'acqua calda nella proporzione del

5%, rimettendo in moto l'agitatore.

Si lascia poi riposare il miscuglio, e poi si apre la valvola del fondo per far uscire lo strato inferiore del liquido che contiene acqua ed acido solforico. Indi si ripete la lavatura tante volte quanto occorre fino a che l'olio non dia più reazione acida sulla carta di tornasole.

L'olio così depurato è chiaro, di color giallo oro. Esso deve cuocersi al più presto perchè dopo purificato aumenta

la sua proprietà di essiccare.

Il Linoleina od il gliceride dell'acido linoleico costituisce la parte essenziale dell'olio entrando per circa l'80 % sulla

sua composizione.

L'olio di lino in contatto coll'ossigeno dell'aria subisce, come già si disse, una trasformazione chimica assorbendo una quantità di ossigeno e lasciando libera una parte dell'acido carbonico e dell'acqua , trasforma il linoleina [ $C_3 H_5$  ( $C_{18} H_{31} O_2$ ) 3] in linossina, mentre gli altri componenti si convertono in acido palmitinico, acido miristinico ed acido oleinico.

Quando l'essicamento dura molto allora l'acido oleinico si ossida.

La quantità d'ossigeno che viene assorbita è di gran lunga superiore alla quantità di acido carbonico e di acqua resi liberi nell'ossidazione dell'olio di lino. Da ciò segue che l'ossidazione è accompagnata da un aumento di peso.

Esponendo l'olio all'aria ed alla luce del sole, il dottor

Schädler trovò i seguenti aumenti di peso:

Dopo	1	mese			1.		1,36	0/0
))	2	>>	-				1,93	))
))	3	))					2,56	
))	6	>>					5,12	
))	12	>					6,22	
))	18	))					7,13	

Diversi sono i mezzi per ottenere l'ossidazione dell'olio di lino. O cuocendolo da solo, oppure in contatto di sostanze ossidanti, come il Litargirio (fr. Litharge; ted. Bleiglätte; ingl. Litharge), l'Acetato di piombo (fr. Sucre de Saturne, Acétate de plomb; ted. Bleizücker; ingl. Sugar of lead), l'Ossido di zinco (fr. Fleurs de zinc, Oxyde de zinc; ted. Zinkblumen, Weisses Nicht, Philosophenwolle, Zinkoxyd; ingl. Flowers of zinc, Oxyd of zinc), il biossido di manganese (MnO2) (fr. Pyrolusite, Manganèse oxydé, Peroxyde de manganèse; ted. Pyrolusit, Weichenbraunstein, Manganbioxyd; ingl. Pyrolusite, Peroxyd of Manganese) e simili, o similmente facendo passare l'olio ridotto in piccole goccie entro ad un recipiente ove si rinnovi continuamente l'aria e dove siavi piena luce e molto calore.

Diversi sono i sistemi adottati per ottenere industrialmente l'ossidazione dell'olio di lino. Il più semplice si è quello di far cuocer l'olio direttamente sul fuoco in una caldaja di rame.

La forma di queste caldaje può esser quella semplicissima indicata nella figura 857. Essa non è fissa al focolajo F F ma vi è semplicemente appoggiata, anzi è tenuta sospesa con una catena K ad una carrucola. La caldaja è munita di un coperchio D ed è circondata a metà altezza circa da una specie di conca R pur in rame, la quale serve per raccogliere l'olio che per caso venisse a traboccare dalla caldaja.

L'operazione di cuocere l'olio di lino se non è fatta colla massima cura presenta dei pericoli gravi per gli operai.

Prima di tutto durante il riscaldamento dell'olio sviluppansi dei vapori di un odore sgradevole e che sono poco salubri per i polmoni e per gli occhi degli operai. È quindi necessario che nel locale ove si cuoce l'olio siavi una cappa di camino sul focolajo per poter dare sfogo alla maggior parte dei vapori sviluppantisi nella cottura.

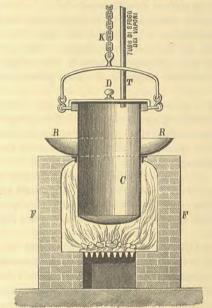


Fig. 857. — Caldaja per cuocere l'olio di lino.

Ciò però non è del tutto sufficiente perchè questi vapori essendo molto pesanti restano in parte nello strato inferiore dell'ambiente e vengono sentiti dagli operai in grado più o meno grande.

Si può attenuare l'inconveniente col tener la caldaja coperta con un coperchio munito di un tubo T che sbocchi in un camino ove si eserciti un forte tirante d'aria. È bene però che il locale sia ventilato anche inferiormente, e sempre che è possibile praticare la bollitura dell'olio sotto

una tettoja aperta da due lati.

Il riscaldamento dell'olio deve farsi lentamente ed osservando ad ogni istante la temperatura. Quando la temperatura dell'olio ha superato di poco i 100° gradi si comincia a sentire nella massa un rumore analogo a quello che fa l'acqua in ebollizione. Questo rumore è causato dall'acqua contenuta nell'olio e che evaporizzandosi si sprigiona in bollicine dalla massa dell'olio.

Dopo che tutta l'acqua è evaporata il rumore a poco a poco decresce gradatamente e poi cessa del tutto. Il riscal-

damento dell'olio continua tranquillamente e l'olio presenta alla superficie uno specchio scuro e splendente.

Giunta la temperatura della massa a 300° si osservano di nuovo dei vapori svolgersi dall'olio ed essi non sono più il prodotto dell'evaporazione dell'acqua, bensi quello della decomposizione dell'olio, come già si è detto.

Il pericolo per gli operai incomincia quando la temperatura dell'olio supera i 300° gradi, e perciò appena questa temperatura vien raggiunta devesi esercitare la massima attenzione sull'operazione della bollitura.

Lo sviluppo dei vapori e gas a 300° è grande ed induce un aumento di volume nel liquido per cui esso cresce di due

o tre volte il volume primitivo.

Quindi è indispensabile non attivar troppo il fuoco ma solo alimentarlo per modo da mantenere la temperatura di 300°, senza oltrepassarla di molto, e se ciò si raggiunge l'operazione procede senza pericolo; la massa diventa sempre più densa e può continuarsi a cuocere finchè sia raggiunto il grado di densità voluta.

Se invece si aumentasse di troppo la temperatura e se non si mantenesse il fuoco nei limiti voluti, l'incremento del volume dell'olio sarebbe subitaneo e tanto grande da non poter esser contenuto neanche in una caldaja con un volume venti volte maggiore di quello primitivo dell'olio

Quindi in allora il pericolo è gravissimo. Vi si può in parte rimediare versando nella massa dell'olio crudo freddo; ma ciò non sempre riesce perchè l'olio è cattivo conduttore del calore e quindi risente troppo lentamente l'influenza della massa aggiunta a temperatura inferiore.

Altro mezzo più sicuro si è quello di abbassare repentinamente il fuoco, costruendo perciò la graticola mobile su di una fossa costantemente piena d'acqua che spenga così sicuramente il carbone che vi cade, rovesciata che sia la

graticola.

Quando l'operajo, osservando il termometro ed il modo con cui si comporta la massa dell'olio, riconoscesse che la temperatura si eleva di troppo sui 300° e che l'ebollizione può procedere tumultuosamente, il meglio che possa fare si è di sollevare tutta la caldaja colla catena K (fig. 857), allontanandola così dal fuoco; il poco olio che per caso traboccasse si raccoglie nel recipiente R (fig. 857).

Per aver un indizio che l'olio è sufficientemente cotto usasi di prendere una piccola porzione dell'olio cotto con una spatola che si agita nell'aria acciò l'olio possa di tanto raffreddarsi da poter esser toccato senza scottarsi le dita. Si prende una goccia di quest'olio fra l'indice ed il pollice

e poi si cerca di allontanare fra di loro le dita.

L'olio cotto distendesi in fili sottili sulle dita e la lunghezza di questi fili è più o meno grande a seconda del grado di cottura. Se la lunghezza dei fili raggiunge i 4 centimetri prima che essi si rompano si può dire che l'olio è cotto a sufficienza e che un'ulteriore cottura non è opportuna. Se però i fili si rompono prima di raggiungere la lunghezza di 4 centimetri allora è necessario continuare la cottura non essendo essa ancor sufficiente.

Nel cuocere l'olio mescolato a qualche sostanza ossidante di quelle sovra indicate, è bene produrre una continua mescolanza nella massa, perchè con ciò si impedisce l'eccessivo riscaldamento del liquido in contattto colle pareti, ed il processo di ossidazione succede in modo più regolare in tutta la massa. Ed a questo scopo si convengono gli agitatori meccanici dei quali un esempio abbiamo nella fig. 858,

Il coperchio della caldaja C C è fatto a cono e nel vertice lascia passare l'asse b b dell'agitatore che trova in c nel fondo della caldaja la sua ralla. Le alette d d girano con una velocità di 50 mm. al minuto secondo e le cose sono disposte per modo che, come vedesi nella figura, con una leva M si può far cessare il moto dell'asse b allontanando la ruota dentata f da quella g fissa all'asse b.

Per riempire la caldaja si ha il tubo h, mentre il tubo i che pesca fino in fondo alla caldaja serve per vuotarla, me-

diante apposite pompe.

La porta k praticata nel coperchio conico della caldaja serve per entrarvi e praticarvi la pulizia e le riparazioni opportune.

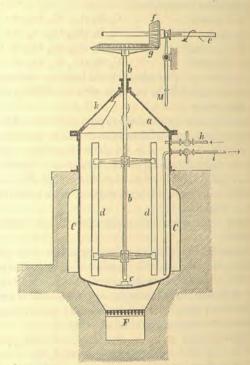


Fig. 858. — Cald: ja con agitatore meccanico per cuocere l'olio di line.

Le fig. 5 e 6, Tav. I, rappresentano un apparecchio idealo del famoso fabbricante Fr. Walton per affrettare l'ossidazione dell'olio di lino.

Si mescola l'olio di lino con acetato di piombo (franc. Acétate de plomb; ted. Essigsaures Bleioxyd; ingl. Acetate of lead), nella proporzione di 5 a 10 % e lo si mette nella vasca o caldaja superiore a (fig. 5, Tav. I) iniettandovelo mediante un'apposita pompa P.

Il fondo b della caldaja è tutto bucherato ed i fori hanno circa 1/2 mm. di diametro. L'olio esce dai fori sotto forma di pioggia sottilissima e cade nel recipiente sottoposto c. Una valvola e a contrappeso d regola la pressione da dare

all'olio nella caldaja a. Mediante un ventilatore si fa passar dell'aria dal tubo f nel recipiente c e l'aria colpisce l'olio che cade dalla cal-

daja a e dopo esce dal tubo opposto g.

Per ripartir meglio l'aria acciò essa vada in contatto con tutta la massa dell'olio che cade vi è una specie di graficola h in zinco, tutta bucherata.

Ad agevolare il processo di ossidazione dell'olio si fa penetrare la luce nel recipiente c, mediante i vetri i e k, che costituiscono due pareti del recipiente stesso.

Nel recipiente chiuso *m* penetra del vapore che circola continuamente e che riscalda l'olio che dal recipiente *c* cade nella vasca *l*, la temperatura del vapore varia fra 400° e 415° C.

L'olio riscaldato è di nuovo pompato e ricondotto nella caldaja a per esser di li sottoposto all'azione della corrente d'aria.

Quando la caldaja a è troppo piena allora si solleva lo stantuffo e e con esso la leva W che mediante il tirante o chiude la valvola inferiore v rendendo così inattiva la pompa P.

Se si vuol aumentare la temperatura dell'olio in l si sostituisce al vapore un bagno metallico di lega in fusione che mantenga la temperatura voluta.

Altro apparecchio più in grande ideato dallo stesso Walton ed in uso nelle grandi fabbriche inglesi di *linoleum* si è quello rappresentato in sezione nella fig. 4, Tay. I.

L'olio colla materia ossidante si mette nel recipiente a, ove trovasi anche un agitatore meccanico per facilitare il miscuglio di tutta la massa coll'ossidante.

Il recipiente è riscaldato direttamente dal focolajo F.

Un altro recipiente W è in comunicazione diretta col recipiente a, ed in esso trovasi una pompa a catena b, la quale, mossa meccanicamente, solleva nel tubo l'olio riscaldato fino alla vasca c dalla quale cade in una cassa d assicurata ad una parete della camera K molto illuminata ed aerata.

Cadendo l'olio dalla cassa d batte contro una ruota a palette e mossa meccanicamente con una velocità di 600 giri al minuto. Così l'olio è suddiviso in minute particelle lanciate nella camera K e prima di cadere nel fondo incontrano una corrente d'aria mandata dal ventilatore f nel tubo g. L'aria esce poi dalla finestra h munita di una finissima rete metallica per impedire che particelle d'olio vengano trascinate all'esterno dalla corrente dell'aria. Chiudendo più o meno la finestra h col manubrio M si regola a volontà la corrente dell'aria.

L'olio del fondo N della camera K vien condotto di nuovo pel tubo l al recipiente di cottura a e la circolazione dell'olio si ripete tanto che basti per ottenere la sua completa ossidazione secondo l'uso cui l'olio si destina.

Il linoleum, del quale più tardi parleremo, richiede la perfetta ossidazione dell'olio di lino. Per ottener ciò il Walton, fin dal 4860, propose anche di metter l'olio in strati sottili su tela ben distesa e di esporre la tela all'azione dell'aria calda.

Perciò l'olio si mette in casse cubiche di 0,80 ad 1,00 di lato. In ogni cassa si può mettere un'ossatura metallica così fatta, che con quattro gambe sostenute convenientemente si vada negli angoli interni verticali della vasca; e quando tutta l'ossatura è dentro alla cassa, le gambe sieno al livello superiore, cioè esse abbiano una lunghezza eguale alla profondità della cassa.

Nella parte esterna di due gambe costituenti la limitazione di una parete, si praticano delle incavature per contenere delle bacchette di ferro di mm. 12 di diametro poste a piccola distanza fra di loro.

Lo stesso si fa nella parete opposta dell'ossatura.

Ciò fatto si prende una pezza di tela di cotone, e dopo averne fissato l'estremità ad una delle bacchette, si fa passare la tela su di una bacchetta della parete opposta, poi su una della prima, e così via via sino a che tutta la tela sia distesa fra le due pareti avvolgendosi alle bacchette di ferro. Nell'altezza di 1,000 si possono così avere circa 70 tratti di tela che sono distesi fra le parti verticali dell'ossatura.

Preparato così il telajo dell'ossatura lo si immerge nella vasca dell'olio, e quando tutta la tela è impregnata d'olio si solleva il telajo e lo si lascia gocciolare dentro alla vasca, esponendolo all'aria per 24 ore.

Così si forma un primo strato di olio ossidato. Poi si fa una seconda immersione, che è seguita da un nuovo ossidamento e così via via fino a che la grossezza dello strato d'olio ossidato raggiunge i 3 o 4 mm. Ciò si può ottenere in una settimana.

Un altro mezzo per ottenere lo stesso risultato si è quello che è indicato nelle fig. 1, 2, 3, Tav. I.

Il castello è formato da colonne b e da longarine a con traverse c tutte in legno. La faccia interna delle longarine a è armata con ferri speciali e che costituiscono delle ruotaje. La parte inferiore di queste è fatta a denti per poter ricevere delle sbarre f di ferro piatto che si dispongono trasversalmente, come indica la figura. Su queste sbarre si assicurarono delle sottili tele di cotone segnate g nelle figure f e f av. I.

Sulle ruotaje delle longarine d d poggia un carretto h di due paja di ruote k che sostengono una cassa lunga h alla cui estremità sonvi pure piccole cassette  $i_1$   $i_2$ . Il carretto può scorrere lungo il castello mosso da una catena l che avvolgesi alla ruota m ed alle rotelle  $n_1$   $n_2$ .

Il fondo della cassa h nella parete sovrastante alle cassette  $i_1$   $i_2$  è perforato allo scopo di lasciar passare l'olio dalla cassa h alla cassette  $i_1$   $i_2$ ; queste alla loro volta sono munite di un'apertura inferiore per lasciar colare l'olio sulle striscie g di tela.

Nel mezzo del castello si trova una specie di truogolo fisso p che con un tubo attraversante il fondo comunica sempre colla cassa h qualunque sia la posizione che essa prende sul castello. Il truogolo p riceve l'olio dal serbatojo fisso q.

Il movimento del carro, sia da una parte che dall'altra, vien comunicato da una trasmissione, come vedesi nella fig. 2, Tav. I. La stessa trasmissione mette in moto una pompa centrifuga v, la quale aspira l'olio dalla vasca w sottostante al castello e lo rimanda nel vaso q.

L'ambiente ove trovasi il castello è molto illuminato, e di più le pareti sono riscaldate con tubi di vapore.

L'operazione dura diversi mesi fino a che sulla tela si disponga uno strato di circa 10 mm. di olio ossidato. Per togliere questo strato della tela il Walton si serviva di un pajo di laminatori scaldati a vapore, coi quali si toglie lo strato, mentre la tela rimane pronta per ripetere l'operazione.

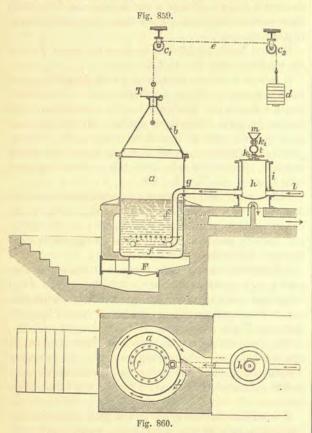
L'ingegnere William Parnacott di Leeds costrui un altro apparecchio per l'ossidazione dell'olio di lino e che è schematicamente indicato nelle fig. 859 e 860. Esso è fondato sul principio di far arrivare l'aria calda direttamente nella massa dell'olio.

La caldaja a posta direttamente sul focolajo F è ricoperta da un coperchio a cono b; questo coperchio può essere sollevato verticalmente mediante la catena e che si avvolge sulle rotelle  $c_1$   $c_2$  ed è sollecitata ad un estremo del contrappeso d.

L'estremità superiore del cono è chiusa con una valvola a cassetto che permette di regolare a piacimento la gran-

dezza dell'apertura.

Nel fondo della caldaja trovasi un tubo f piegato circolarmente e tutto bucherato. Esso comunica con un tubo verticale f, esce dalla caldaja in g e fa capo ad una campana h che è circondata dai gas caldi del focolajo F. Detta campana porta un altro tubo l che va al ventilatore. Quindi l'aria spinta dal ventilatore si riscalda in h e giunge calda nella caldaja a passando per i forellini del tubo curvo f.



Apparecchio di Parnacott per l'ossidazione dell'olio di lino.

I robinetti  $k_1$  e  $k_2$  chiudono lo spazio t; nel vaso m si versa la materia ossidante che si mescola all'aria per penetrare nella massa dell'olio; la materia ossidante si riduce in polvere sottilissima.

La cottura dell'olio si compie in 15 o 18 ore a seconda dell'uso cui l'olio cotto è destinato.

#### b) Vernici.

Le vernici che servono per dar il finimento alle tele incerate hanno bisogno di essere preparate con cure speciali; perciò d'ordinario i fabbricanti di tele incerate cercano di prepararle essi stessi acciò sieno sicuri della buona loro qualità per lo scopo speciale cui sono destinate. E sovratutto si deve badare, massime per le tele incerate fine, che la vernice non si asciughi troppo presto e quindi si screpoli e salti lasciando allo scoperto la tela.

Volendo fare una vernice d'olio col litargirio o col minio, si prendono 100 parti d'olio e 2 a 3 parti di litargirio. L'olio si mette a cuocere nella caldaja fino a che alla superficie si formi una specie di schiuma, la quale vien tolta man mano con una schiumarola (francese Poche; tedesco Schöpfloffel; ingl. Scoop). Dopo un poco non compare più schiuma e la superficie dell'olio si presenta libera. Si è solo allora quando si è sicuri che non si forma più schiuma che si introduce nella caldaja il litargirio ridotto in polvere minutissima e preventivamente riscaldato in un cucchiajo.

Quest'ultima operazione ha lo scopo di liberare il litargirio dall'umidità che esso potrebbe avere; se invece si mettesse il litargirio senza riscaldarlo potrebbe darsi che il vapor d'acqua che repentinamente si sviluppa in contatto colla massa dell'olio caldo, facesse spruzzare buona parte di litargirio fuori della caldaja. La mescolanza deve farsi a poco a poco ed agitando continuamente tutto l'olio con un

agitatore meccanico.

Appena tutto il litargirio è introdotto nell'olio si attiva maggiormente la combustione acciò si raggiunga il punto

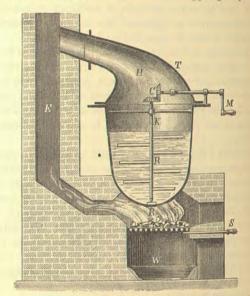


Fig. 861. - Caldaja e forno per preparare le vernici.

di ebollizione dell'olio ed in tale stato si continua per tre ore almeno. La temperatura dell'olio deve esser tale che immergendo nella massa una penna d'oca essa subito venga distrutta.

Naturalmente nel far la cottura bisogna tener presenti tutte le precauzioni che precedentemente abbiamo menzio-

nate, per evitar pericoli agli operai.

Quando, fatte le prove dell'olio coi fili che si formano prendendone un poco fra le dita, si riconosce che la coltura ha raggiunto il grado voluto, allora si può dire che la vernice è fatta.

Essa si lascia riposare per 12 ore nella caldaja e solo si utilizza la parte chiara superiore, perchè il fondo contiene tutta quella parte di litargirio che non si è combinata coll'olio ed anche dell'olio troppo alterato dalla cottura. Anche la vernice cotta vien messa nei vasi appositi ove la si lascia per diverse settimane in completo riposo, acciò ulteriormente depositi le impurità che per caso contenesse.

Per cuocere le vernici si può adoperare una caldaja del genere di quella già indicata nella fig. 858 od anche una più semplice come quella della fig. 861, ove pur si vede il modo per gettare il fuoco nella vasca w del focolajo quando la temperatura dell'olio fosse troppo elevata.

Volendo adoperare il minio invece del litargirio per la preparazione della vernice, il procedimento da seguirsi è analogo. Solo non può farsi scaldar l'olio così tanto come quando si adopera il litargirio. La formazione della vernice è più pronta col minio, perchè esso è più ricco di

ossigeno.

Si può far la vernice a freddo trattando l'olio di lino con acetato di piombo (franc. Sucre de Saturne, Acétate de plomb; ted. Bleizucker; ingl. Sugar of lead), mettendo l'olio e l'acetato in vasi chiusi girevoli attorno ad un asse. Però queste vernici non sono molto dense e quindi riescono meno adatte per la preparazione della tela incerata.

Per accertarsi che una vernice a base di piombo ha le proprietà volute, si fa cadere qualche goccia della vernice su di una lastra di vetro ed ivi la si lascia essiccare. L'essiccamento deve succedere in uno spazio di tempo di 12 a 18 ore, e si deve giungere a tal punto che la vernice più non si attacchi alle dita.

Se lo strato di vernice si distacca dal vetro con un coltello affilato, si deve avere nella lamina che così si toglie una certa elasticità durante diverse settimane. Se per contro si trasforma in una massa friabile e simile al colofonio, allora si può affermare con sicurezza che la vernice non è buona e che la tela incerata che con essa si preparasse non avrebbe una buona riuscita.

Le vernici fine poi possono essere al copale od all'ambra. Queste vernici però costituiscono per la loro preparazione un ramo d'industria speciale e delicato, si acquistano già fatte e non si fabbricano negli stabilimenti per la produzione della tela incerata.

Per far la vernice copale si prendono i seguenti ingredienti:

Resina di copale .					parti	30
Olio di lino					))	100
Olio di trementina	raff	inat	0.			80
Litargirio					))	25

La resina di copale deve esser di qualità pura, che è anche la più cara.

L'olio di lino deve esser pure di prima qualità e ben purificato coll'acido solforico.

La resina di copale si fa fondere, mentre contemporaneamente in altro recipiente si riscalda l'olio di lino, e quando l'olio comincia a bollire si versa la resina di copale, ridotta in pasta fluida per l'azione del calore. Poi vi si unisce l'olio di trementina, trattando sempre il tutto a caldo e con gran cura.

Adoperando l'ambra, che è una resina fossile, invece che

la copale, si segue un procedimento analogo.

Per le tele incerate ordinarie l'uso della vor

Per le tele incerate ordinarie l'uso della vernice al copale od all'ambra riescirebbe troppo caro, ed allora adoperasi o vernice all'olio mista con quella al copale o sola vernice all'olio di lino.

Possono adoperarsi al posto della resina di copale, il colofonio e le resine europee ordinarie. Queste resine si sciolgono nell'olio di trementina, nello spirito di vino, nell'etere, ecc.

Per spalmare la tela incerata può occorrere anche il caoutchouc di prima qualità sciolto completamente in una mescolanza di solfuro al carbonio e di alcool a 90°.

A questa soluzione nei preparati più fini si aggiunge anche la vernice all'olio o quella alle resine.

Colori. — La materia colorante che si mescola alle vernici può aver lo scopo di aumentare la grossezza dello strato da applicarsi alle tele senza andar incontro alle spese di ottener tal grossezza con ripetuti strati della sola vernice; oppure, come succede in molti casi, il colore è quello che serve per ornamento, o per ottenere nelle tele incerate l'imitazione del legno, delle pietre, e simili.

Se il colore aggiunto alla vernice non ha altro scopo che quello di far crosta, allora non occorre che sia fisso, e può adoperarsi, p. es., la creta, l'argilla fina, il bianco di zinco, e simili.

Se poi i colori fossero per ornamento o per imitazione di materiali diversi, allora possono essere molto variati.

In generale, sia qualunque il colore che si impiega, deve prima di tutto impastarsi bene con una vernice essiccante e ridursi ad una pasta molto plastica; solo al momento di adoperarsi, per l'applicazione sulla tela, deve stemperarsi colla vernice o coll'olio di trementina.

Per conservare la pasta colla tinta allo stato plastico e senza che subisca l'influenza dell'aria, basta conservarla sott'acqua.

Prima di dar il colore sulla tela è bene che questa sia imbevuta d'olio di lino, perchè così il colore vi si attacca meglio.

Per aver uno strato d'olio sulla tela si può scioglierlo coll'olio di trementina o col petrolio, e così spalmarlo sulla tela. L'olio di trementina ed il petrolio volatilizzano e resta sulla tela uno strato sottile d'olio di lino.

Nei casi speciali di fabbricazione vedremo quali colori si impieghino ed il modo più appropriato del loro impiego.

Premesse queste brevi nozioni passeremo ora in rassegna le diverse qualità di tele incerate incominciando da quelle più costose e di difficile fabbricazione.

### III. — LINOLEUM.

Uno dei prodotti più importanti e che richiedono accurata e costosa lavorazione nel ramo delle tele incerate si è il *Linoleum*.

Il precursore del linoleum comparve per la prima volta all'Esposizione di Londra nel 1862 sotto il nome di Kamptulicon. Però già 18 anni prima era stato preso il brevetto da Elliah Galloway per una tela incerata ricoperta da uno strato di caoutchouc, guttaperca e polvere di sughero. E questa tela ebbe subito un gran successo in Inghilterra ove molte fabbriche si dedicarono a prepararla.

Il Galloway applicava il kamptulicon anche direttamente sui pavimenti o sulle pareti, al pari di un intonaco sul quale si potessero fare anche delle decorazioni per ornare gli appartamenti. Egli aveva la ricetta del miscuglio composto di una parte di caoutchouc e 5 parti di sostanze solide, come terra, legno, fibra o sughero. Nei siti umidi consigliava l'aggiunta di una piccola parte di sublimato:  $^{1}/_{24}$   $^{0}/_{0}$ .

Ma il nome di kamptulicon non fu dato dal Galloway, bensi dal Lawrence Bunn nel 1851, il quale non solo cercò di rendere più solido il preparato, frapponendo una tela od una reticella metallica fra due strati di kamptulicon, ma anche di ovviare all'inconveniente dello sparire dei colori coi quali si dipingevano le pareti ed i pavimenti, rendendo anche la massa dello strato del colore che appariva allo esterno e quindi anche assottigliandosi per l'uso lo spessore dello strato, il disegno rimaneva sempre completo.

Nuovi studi si fecero per perfezionare il prodotto. Alcuni fabbricanti, come il Warne, lo Jaques et il Fanshare nel 1858 proposero di sostituire o di aggiungere al caoutchouc

anche la guttaperca.

Altri fabbricanti misero nella composizione del cotone in bambagia, dei peli, della lana, della canapa, del lino, della torba e delle erbe filamentose e cercarono anche con nuove denominazioni di soppiantare il kamptulicon. Abbiamo quindi l'elastic fibrine e la gomme indéchirable del J. Wich di Parigi; il kampokoon di J. Longbattom di Londra, ecc.

Però il prezzo di questi prodotti era relativamente troppo elevato, e quindi molti fabbricanti si sforzarono di trovar modo di ridurre il prezzo sostituendo al costoso caoutchouc

un materiale più a buon mercato.

Il famoso fabbricante inglese Frederick Walton di Haughton Dale, Denton, presso Manchester, fu quello cui si deve la scoperta della proprietà che ha l'olio di lino, come anche altri olii vegetali, di poter acquistare molte delle proprietà del caoutchouc quando sia convenientemente trattato. Dal Walton origina quindi la sostituzione dell'olio di lino al caoutchouc nel preparare il kamptulicon, il quale contemporaneamente cambiò nome e prese quello di Linoleum, che indica appunto la presenza dell'olio di lino nel

Il Walton si preoccupò del modo di facilitare l'ossidazione dell'olio, ed in ciò riuscì insieme al William Parnacott. I metodi proposti ed impiegati da questi costruttori

li abbiamo già descritti precedentemente.

La nuova industria si sviluppò in modo straordinario sotto la direzione del Walton, cui devonsi quasi tutti i perfezionamenti finora in essa introdotti; essa nacque in Inghilterra, ma ben presto si impiantò anche nell'America e nell'Europa continentale.

Attualmente le fabbriche principali di linoleum sono:

Linoleum Manufacturing C., di Staines; Compagnie française de Linoleum, di Parigi; The German Linoleum Manufacturing C., di Dimenhorst presso Brema; The American Linoleum Manufacturing C., di New-York; Mich, Nairn et C., di Kirkcaldy; John Barry Ostlerc et C., di Kirkcaldy; Shepperd et Beverage, di Kirkcaldy; The Kirkcaldy Linoleum Comp., di Kirkcaldy; The North British Floor Cloth Comp., di Kirkcaldy; The Corticine Comp. Lin., di Londra; The Adlestone Linoleum Comp., di Londra; Ridley Whiley et C., di Londra; John Rolls and Sons di Londra; Glanvill et C., di Londra; W.D. Harry et C., di Londra; Esker Linoleum Comp., di Stains; M. Shepley Mills C. Guido Bridge, Manchester; John Harc et C., di Bristol; John Williamson and Sons, di Lancaster; The Nairn Linoleum C., New-Jersey (America); M. Nairn et C., di Filadelfia; Geo. Blabon et C., di Filadelfia; Erste Deutsch Patent-Linoleum Fabrik, di Köpenick (Berlino); Deutsche Linoleum und Wachstuch Comp., di Rixdorf (Berlino).

Dopo aver fatto progredire la fabbricazione del linoleum il Walton non rimase ozioso ma volse la sua grande attività ed il suo talento ad un altro genere di manifattura destinato non più per coprire i pavimenti, ma per decorare le pareti ed i soffitti.

Questo nuovo prodotto che ha sempre per base l'olio di lino egli denomino Lincrusta Walton, e già tre grandi fabbriche esistono oggidì, cioè:

Fred. Walton et C. Lim., di Londra; Compagnie Lincruste-Walton, Société Anonyme, di Parigi; The Lincruste-Walton Manufacturing C., di New-York.

Esposta così brevemente la storia del linoleum veniamo ad indicare il modo col quale esso si prepara.

Come già si disse, il linoleum è composto di una tela sulla quale si distende uno strato di mescolanza fatta con olio di lino ossidato e sughero polverizzato.

La tela è per lo più di juta ed è larga da 1,83 a 3,66, secondo il tipo adottato dai fabbricanti. I fili di juta sono dei numeri da 2,8 a 5,1 ed essi sono torti da 10 a 20 volte nella lunghezza di 100 mm. Il numero dei fili sia nel senso dell'ordito che in quello della trama è di 41 a 46 per ogni 100 mm.

Il peso medio della tela per ogni m. q. è di 0,313 Kg. La tela senza alcuna preparazione sottoposta ad uno sforzo di trazione resiste ad uno sforzo di 25 a 28 Kg. per ogni 20 mm. di larghezza con un allungamento del 6 %.

Dopo che essa è sottoposta allo strato di linoleum subisce una diminuzione di resistenza e di elasticità, per cui essa su di una larghezza di 20 mm. resiste solo a 15 o 18 Kg., con un allungamento di 2 a 3 %.

La grossezza dello strato da applicarsi sulla tela varia secondo la qualità del linoleum ed è naturalmente mag-

giore nella miglior qualità.

In generale si hanno i seguenti limiti di spessore dello strato:

3ª Qualit	à.		da mm.			
2a »			>>	2,25		
1a »			>>	3,00		
Qualità e	xtra		))	4,00	a	6,00

Sulla preparazione dell'olio di lino per ossidarlo completamente già si è discorso a lungo in principio di quest'articolo e quindi non occorre tornarvi sopra, riferendosi a quanto ivi è detto, specialmente sui metodi del Walton e del Parnacott.

Ci resta a parlare della polverizzazione del sughero che è il materiale solido che di solito entra a formare la pasta del linoleum.

Generalmente impiegansi i rimasugli del sughero di precedenti lavorazioni di tappi, suole o simili. I pezzi di questi rimasugli hanno in media delle grossezze variabili fra 10

e 15 mm.

La polverizzazione si fa gradatamente. In un primo trattamento i pezzi vengono ridotti ad aver in media da 0,01 a 0,2 centimetri; questi vengono poi messi in una macina orizzontale per ridurli in polvere o farina. Il lavoro non è senza pericolo perchè la polvere di sughero facilmente si incendia ed all'incendio si accompagna un'esplosione. Si crede che causa dell'incendio siano dei pezzetti di metallo che si trovano nei rimasugli di sughero e che passando sotto la macina mandino delle scintille e quindi causino l'incendio. Si usa perciò far passare i pezzettini dinanzi ad una potente dinamo che attiri tutte le particelle metalliche che potessero esservi accoppiate.

Diverse sono le macchine che si impiegano per ridurre il sughero in piccoli pezzi. Una di esse è indicata nelle fig. 862-864.

Il tamburo a lungo circa 400 mm. è formato da tanti dischi a denti m m (fig. 864) posti uno accanto all'altro e del diametro di 300 mm.

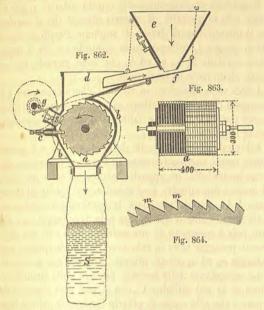


Fig. 862, 863 e 864. - Macchina per sminuzzare il sughero.

I dischi sono però messi uno accanto all'altro per modo che alla periferia ai denti di un disco corrisponda il vano fra i denti del disco successivo. Il tamburo è collocato in una custodia b b che sostiene anche il contro-coltello c che si avvicina più o meno al tamburo a seconda della dimensione che si vuol ottenere nei pezzi di sughero.

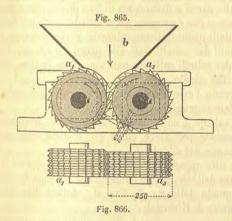


Fig. 865 e 866. — Macchina di Kidd e Mather per sminuzzare il sughero.

I pezzi di sughero vengono messi nel truogolo e e condotti pel piano inclinato f nell'apertura d della custodia b b per cader poi nel sacco S.

Il movimento del tamburo si può ottenere o a mano o con una trasmissione; ad ogni giro si ha pure il giro di una manovella g la quale fa muovere un piccolo stantuffo s per premere i pezzi di sughero contro il tamburo a coltelli.

La ditta Kidd e Mather di Bradford fabbrica le macchine da sminuzzare il sughero nel modo che è indicato nelle figure 865, 866.

I tamburi a denti sono due,  $a_1$  ed  $a_2$ , lunghi 600 mm. e del diametro di 250 mm.: il tamburo  $a_2$  serve per produrre il taglio del sughero mentre il tamburo  $a_1$  fa da contro-coltello. Ogni tamburo è formato di dischi dentati di acciajo fuso, grossi mm. 45. I denti sono fatti a piramide triangolare i cui vertici sono tutti in un piano normale all'asse del disco e che ne divide per metà la grossezza, la projezione dei denti nel piano normale all'asse è un triangolo rettangolo di cui un cateto ha la direzione del diametro del disco. Le punte dei denti di uno dei tamburi penetrano nell'intervallo fra due dischi successivi dell'altro tamburo, e si è la misura della penetrazione dei denti nell'intervallo fra i dischi dell'altro tamburo che determina le dimensioni dei pezzi da tagliare.

La velocità del tamburo  $a_2$  è di 300 giri al minuto, ossia con una velocità periferica di m. 3,900: per contro la velocità periferica del tamburo  $a_1$  è di soli 39 mm. Questa differenza di velocità aumenta il rendimento della macchina.

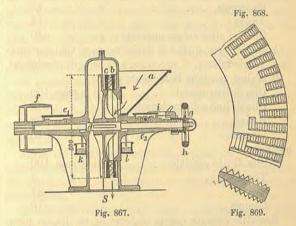


Fig. 867-869. — Macchina di Anduze per sminuzzare il sughero.

Molti altri tipi di macchine si introdussero per lo sminuzzamento del sughero: noi ricorderemo ancora quello del francese Eugenio Anduze che è rappresentato nelle fig. 867-869.

I pezzi di sughero si mettono nel truogolo a e cadono nella parte centrale S dei due dischi c e b ad asse orizzontale e che costituiscono la vera macina. Il disco b è fissato alla parete, mentre il disco c è fisso all'asse col quale esso gira; il movimento è dato a trasmissione su di una puleggia f. La vite g mossa da h regola le distanze fra i dischi b e c, quindi determina le dimensioni dei pezzi sminuzzati.

I recipienti  $k \in l$  servono per raccogliere l'olio dei cuscinetti  $e_1 e_2$ , impedendo così che il lubrificante vada nello spazio ove sono i due dischi macinanti.

I dischi, dei quali le fig. 868, 869 danno un particolare in grande, sono fatti in acciajo fuso al crogiuolo molto duro.

I denti dei quali sono muniti i dischi, sono disposti radialmente. Essi sono più grossi verso il centro, dalla parte cioè ove entra il materiale da sminuzzare, e vanno diminuendo di grandezza man mano che giungono alla periferia, ottenendo così una graduale diminuzione dei pezzi di sughero. Il numero dei giri che fa la macchina è di 400 a 450 al minuto.

00

Dopo sminuzzati, i pezzi vengono macinati e si usa di classificarne le serie a seconda della diversa grossezza, servendosi di appositi setacci mossi meccanicamente. Ciò serve per le diverse qualità di linoleum.

Miscuglio dell'olio di lino ossidato colla farina di sughero. — La parte che costituisce la spalmatura del linoleum è costituita essenzialmente dell'olio di lino ossidato e della farina di sughero intimamente fra loro mescolati.

Le ricette per fare il miscuglio sono diverse e cambiano non solo secondo le qualità del prodotto che si vuol ottenere, ma anche a seconda dei fabbricanti.

Così Kidd e Mather di Manchester usano le seguenti ricette:

Olio di lino cotto ossidato p	arti in peso	100
Resina	)) ))	25
Farina di sughero e segatura		
di legno	)) ))	100
Jeune e Barnard di Stratford consi	igliano inve	ce:
Residui della distillazione di olio	di palma,	
di olio di cotone e simili . p	arti in peso	100
Farina di sughero	)) ))	156
Essiccante	)) ))	15
Amido		12
Ocra od altro colore minerale	)) ))	40
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		1

A ciò, in certe qualità di linoleum cui si vuol dar maggiore pieghevolezza, si aggiungono 14 parti di caoutchouc.

Il Walton consiglia la seguente ricetta:

Olio di lino	ossidate	0 .		parti i	n peso	100
Olio di lino	solo co	ndensa	to .	>>	>>	24
Resina .				))	))	32
Gomma .					))	10
d anche:						
Olio di lino	ossidate	0 .		parti i	n peso	100

	00
Trementina » »	4
Resina » »	21
Gomma » »	10

Mescolate assieme queste materie se ne devono prendere 100 parti e si uniscono con 60 parti di farina di sughero e 30 parti di fibra legnosa.

L'aggiunta dell'olio condensato e della trementina aumenta la plasticità della massa, diminuisce la facilità di screpolarsi.

Per condensare l'olio di lino lo si sottopone a cottura per diversi giorni limitando la temperatura a 260° C. e così esso diventa denso e simile al caoutchouc.

L'apparecchio per operare la mescolanza intima della pasta del linoleum è rappresentato nelle fig. 1 e 2, Tav. II, ed indica quello specialmente impiegato ed ideato dal Walton.

La caldaja A munita di un agitatore meccanico b mosso dalla trasmissione c S, è costituita da un cilindro orizzontale dove si fa scendere l'olio di lino ossidato e la resina da mescolarsi nelle proporzioni volute. Le pareti laterali ed il fondo della caldaja sono doppie e nell'intercapedine circola sempre del vapore allo scopo di riscaldar bene la massa da mescolarsi. Operato il miscuglio, la caldaja viene vuotata dal canale inferiore chiuso dalla saracinesca d. Di li il miscuglio va o in forme, oppure, come è indicato nella figura, in cilindri a doppia parete, come B B<sub>1</sub>, i quali sono tenuti ad alta temperatura dal vapore che circola nell'intercapedine, sempre allo scopo di mantener plastico li

miscuglio. Una volta che i cilindri  $BB_1$  sono riempiti si fa abbassare meccanicamente uno stantuffo e che preme la massa e la fa uscire dal canale f le cui pareti sono pure riscaldate dal vapore.

Il volume della massa che esce è regolato dalla sezione del canale f e dalla velocità dello stantuffo e.

Regolando convenientemente questa velocità si può far uscire solo la quantità di materia plastica che si conviene per il quantitativo di farina di sughero. Perciò servono le viti  $g_1$   $g_2$   $g_3$  e  $g_4$  collegate collo stantuffo e e che si imperniano coi dadi  $h_1$   $h_2$   $h_3$  ed  $h_4$  che sono girevoli, ma non hanno alcun moto di traslazione.

I dadi sono impigliati in viti dell'albero orizzontale k k, per modo che mentre l'albero gira in un senso tutti i dadi girano pur in un senso e fanno muovere contemporaneamente le quattro viti  $g_1$ - $g_4$ .

I due cilindri B B<sub>1</sub> serviti dallo stesso asse *k k* possono essere messi successivamente in funzione per quanto concerne lo stantuffo: un apposito manicotto *l* serve per isolare od unire i due cilindri. Così avendosi due caldaje di mescolanza A A<sub>1</sub>, si può mantenere la continuità di produzione.

Oltre ciò l'albero k k ha due paja di puleggie  $m_2$  e  $m_1$ ; ogni paja è composto di una puleggia fissa e di una folle. Queste puleggie sono in relazione, mediante cinghie, colle puleggie  $n_2$  ed  $n_1$  aventi diverse direzioni nel movimento.

La mescolanza della materia plastica colla farina di sughero si fa nel cilindro C che è pur esso riscaldato dal vapore e che allo scopo di poterlo facilmente pulire è diviso in due parti.

La materia plastica giunge direttamente nel cilindro C dal canale f e la farina di sughero vi è versata dal truggolo o, nel quale è regolata la quantità di farina da lasciar cadere nel tubo p e quindi nel cilindro C dalla ruota ad alette q, che è mossa a diverse velocità da una cinghia e dal cono di puleggie r.

Nell'interno del cilindro C sonvi due fila di coltelli si si fissi alle pareti e distanti fra di loro di una stessa quantità. L'albero u che è concentrico al cilindro porta pur due serie di coltelli disposti diametralmente e che penetrano negli intervalli dei coltelli fissi alle pareti del cilindro. Però le serie dei coltelli sull'asse non sono poste in linea retta ma su di una spirale.

Girando l'asse è naturale che coi coltelli si produca un

completo miscuglio delle materie.

Le caldaje A ed A' come i cilindri B e B<sub>1</sub> lavorano alternativamente per avere, come già si disse, una continua produzione dal cilindro C.

Un altro apparecchio ben combinato per operare la mescolanza dell'olio di lino (linossina) e la farina di sughero, si è quello della fig. 8, Tav. II, adottato dalla fabbrica D. Hendry di Kirkcaldy.

In quest'apparecchio il cilindro della mescolanza è orizzontale, ed esso contiene nell'interno due agitatori. Di questi uno consta di un albero a cui sono applicati molli piccoli cucchiai disposti trasversalmente all'asse; la loro posizione sull'albero all'innesto costituisce due linee spirali destre.

L'altro agitatore è costituito da un telajo c che è disposto concentricamente all'albero a, ma che quando la macchina è in moto ha una rotazione opposta a quella dell'albero. I lati longitudinali del telajo c c portano dei denti sporgenti

che passano fra gli spazi lasciati fra i piccoli cucchiai innestati all'albero a.

Se l'albero a gira a sinistra la disposizione elicoidale destra dei cucchiai fa si che essi tendono a far avanzare la materia che fosse contenuta nel cilindro, da sinistra a destra, quindi verso l'apertura b.

L'albero a ha una velocità doppia di quella del telajo c; quindi mentre l'albero a fa 12 giri, il telajo ne fa solo 6.

La linossina, ossia l'olio di lino ossidato, mescolato con resina si versa nel truogolo d ove trova due rulli 2 in moto, fra i quali deve passare prima di cadere nel cilindro A. Per contro la farina di sughero cade dal tubo e, spintavi da una vite d'Archimede k, la cui velocità è regolata in relazione a quella dei rulli 2 dalle puleggie a cono  $g_2$  e  $g_1$  collegate da una stessa cinghia.

Però il moto ai rulli 2 è dato dalle ruote dentate  $f_1$  e  $f_2$ . L'uscita del materiale mescolato succede, come già si disse, dal tubo b la cui estremità è chiusa da una saracinesca i che può aprire più o meno la luce di deflusso.

La materia nel cadere si posa su di un piano inclinato K' che conduce fra due rulli  $l_1$  ed  $l_2$ ; fra questi nel muoversi passa la materia che vien ridotta ad una lamina o foglio sottile che si avvolge ai rulli e viene nuovamente assottigliata fra i rulli  $l_2$  ed  $l_3$ .

I rulli hanno una larghezza di 720 mm. ed un diametro di 225 mm. Ognuno dei rulli fa 7 giri al minuto ed il movimento è dato dall'albero m che fa 60 giri al minuto e che colle ruote dentate 1-4 comunica il primo moto al rullo  $l_2$ , dal quale si comunica ai due rulli vicini  $l_1$  ed  $l_3$  per mezzo di ruote dentate di egual diametro.

La ruota dentata segnata 3 dà moto ad un altro pajo di rulli  $n_1$  ed  $n_2$  fra i quali è condotto il foglio della materia che viene dai rulli  $l_2$  ed  $l_3$ .

I rulli  $n_1$  ed  $n_2$  hanno un diametro di 240 mm. e girano colla velocità di 6 giri al minuto. Il foglio di materia ben disteso fra i rulli  $n_1$  ed  $n_2$  trovasi subito di contro al rullo o la cui periferia è ricoperta di denti, e siccome esso, col diametro di 700 mm., ha una velocità di 180 giri al minuto, ne segue che il foglio di materia è ridotto ben presto in una polvere a grani grossi.

Tanto il cilindro A come tutti i rulli  $l_1$   $l_2$   $l_3$ ,  $n_1$  ed  $n_2$  sono riscaldati a vapore per mantenere alla materia la voluta plasticità.

Sonvi altri tipi di apparecchi per avere la mescolanza dell'olio di lino colla farina di sughero, che la ottengono direttamente fra laminatori; però crediamo sufficiente, per lo scopo del presente scritto, quanto in argomento finora si disse.

Modo di applicare la pasta del linoleum sulla tela. — La mescolanza della linossina colla farina di sughero quando è portata alla temperatura di 140 a 150° C., ha in sè quanto occorre per aderire fortemente sulla tela, tanto più se si sottopone ad una conveniente pressione. Naturalmente quanto maggiore è la pressione impiegata e più larghi gli interstizi fra i fili della tela, tanto più forte sarà la presa della materia sulla tela. Secondo esperienze fatte i limiti della forza di adesione della materia colla tela, sono fra 3,1 kg. e 14 kg. ogni 100 mm. di larghezza di tela. Ciò non è cosa fissa ed in generale si ritiene che l'adesione sia sufficiente quando piegando il linoleum la materia non si distacca dalla tela, il che si ottiene anche quando il valore

dell'aderenza è di alquanto inferiore al limite minimo suindicato.

La tela prima di esser rivestita col linoleum viene convenientemente spalmata per proteggerla contro l'umidità; la spalmatura può anche farsi dopo che si applicò il linoleum.

Se la spalmatura si fa precedere al ricoprimento della tela è necessario che dopo la spalmatura la si lasci asciugare per bene prima di procedere al rivestimento; ciò si ottiene in apposite camere o essiccatoi riscaldati coll'aria calda o col vapore. La tela può esser appesa, oppure fatta scorrere continuamente fino a che sia asciugata.

La spalmatura più durevole è quella all'olio di lino, mentre quella fatta collo spirito o colla trementina sono di poca durata, tuttochè abbia il vantaggio di asciugar molto presto.

La spalmatura ordinariamente si fa mescolando alla vernice un colore, ed essa si ottiene anche per via meccanica.

Uno dei meccanismi adatti all'uopo si è quello rappresentato nelle fig. 3 e 4, Tav. II, e che è dovuto al Walton.

La tela è avvolta al gran rullo W e dopo esser passata nei piccoli rulli di guida a e b si distende sul tavolo in ghisa t sopra il quale trovasi il truogolo colla vernice colorante. Fra i rulli c e d corre una tela di gomma, senza fine, della grossezza di 10 a 15 mm.

La tela del rullo W scorre sul tavolo colla stessa velocità della tela senza fine.

La spatola meccanica s che distribuisce la vernice colorante, è attaccata ad una leva che oscilla attorno all'asse f; tale spatola mediante una vite può premere più o meno contro la tela da spalmare, regolando così la grossezza della spalmatura.

Anche nel senso della larghezza si regola la spalmatura, mediante due ali h che sono attaccate alla spatola s e distanti fra loro quanto è larga la tela o quanto deve esser larga la spalmatura.

Queste ali, colla spatola e la tela, costituiscono per sè il truogolo ove collocasi la vernice spalmante.

Il piccolo rullo *i* al disopra della spatola *s* solleva la tela da spalmare che poi si avvolge al rullo *k*, il quale per poter aver la sicurezza che indurrà la voluta tensione nella tela, ha una velocità periferica alquanto maggiore di quella che anima la tela stessa; di li passa alla serie di rulli paralleli *m m m*, *n n n* fra i quali si trovano i tubi del calorifero destinato ad essiccare la vernice applicata sulla tela.

Un altro apparecchio per dare il color di fondo alla tela è quello segnato nella fig. 5, Tav. II. La tela avvolta nel gran rullo W va sui rulli a b c; l'ultimo di questi rulli ha una periferia leggermente scabrosa, per aumentare l'attrito e costringere la tela a muoversi.

La materia colorante si colloca nel recipiente k che è riscaldato a vapore e che è munito di un agitatore meccanico. L'accesso della materia colorante vien regolato dal robinetto e.

Generalmente in commercio si trovano tre qualità distinte di linoleum, cioè: linoleum di tinta uniforme; linoleum granito e linoleum a mosaico.

Diremo brevemente del modo diverso che impiegasi per preparare questi tre diversi prodotti.

Linoleum di tinta uniforme. — In generale la materia che costituisce il ricoprimento della stoffa per formare il linoleum esce dalla macchina di mescolanza o sotto forma

di lamine, che ad un solo spessore od a più spessori si collocano sulla tela e vi sono rese aderenti colla pressione, oppure la materia, come già si è visto, viene ridotta in polvere grossolana o granitica, la quale si lancia sulla tela e vi si dispone in modo uniforme prima di collocare la tela sotto lo strettojo.

Gli strettoj adoperati per ottenere l'aderenza del miscuglio di linossina colla tela sono o piatti oppure a laminatoi. Sieno però di qualunque forma, è cosa essenziale che essi possano essere riscaldati col vapore, e quindi tanto gli strettoi piatti quanto quelli a cilindro, sono di ghisa vuota per potervi far penetrare il vapore; la pressione del vapore è generalmente di 4 a 5 atmosfere.

L'introduzione del vapore nei cilindri giranti del laminatojo si fa come è schematicamente indicato nella fig. 870.

Da uno dei fusi del cilindro si fa penetrare concentricamente il tubo a del vapore; pel tubo c si ottiene l'uscita del vapore che essendo penetrato col tubo a fino all'altra estremità del cilindro, ritorna dopo aver percorso tutta la cavità interna cedendo una parte del suo calore alle pareti. Un'opportuna chiusura b permette che il cilindro sia a perfetta tenuta di vapore.

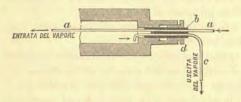


Fig. 870. - Modo per introdurre il vapore nei cilindri dei laminatori.

Un apparecchio per la preparazione del linoleum sulla tela si è quello segnato nelle figure 6 e 7, Tav. II, e che è in funzione nella fabbrica di Walton.

La materia che costituisce l'intonaco del linoleum convenientemente preparata, come già si è detto, cade da Y su di una tela senza fine a che è distesa fra i rulli R ed R. Di li cade nel truogolo b che è largo quanto la tela da ricoprirsi dall'intonaco. Il truogolo ha una parete a saracinesca che può sollevarsi più o meno mediante la vite k, regolando così l'uscita della materia. Il truogolo non ha fondo, ma in sua vece vi è una tela metallica senza fine  $t_1$  distesa fra i rulli  $d_1$  e  $d_2$ . Quest'ultimo è il motore, ma riceve il moto da un pajo di ruote dentate mosse da un altro cilindro  $e_2$  che assieme ad un cilindro  $e_1$  fa muovere un'altra tela senza fine  $t_2$ .

Le due piastre  $c_1$  e  $c_2$ , che sono riscaldate internamente dal vapore, sono così avvolte dalle tele senza fine  $t_2$  e  $t_1$ .

La piastra  $c_1$  è sempre fissa, mentre quella  $c_2$  è mobile attorno all'asse f e ad ogni giro dell'albero è obbligata ad abbassarsi e premere contro la piastra  $e_1$  dagli eccentrici g calettati all'asse.

Ad ogni sollevamento della piastra  $c_2$  la leva h che è collegata all'eccentrico g spinge un nottolino i e fa fare nel ritorno un dato arco di rotazione al rullo  $e_2$  ed alla tela senza fine che vi è avvolta.

Intanto la tela inferiore  $t_1$ , regolando convenientemente la saracinesca del truogolo colla vite k, porta una certa quantità di materia fra le piastre  $c_1$  e  $c_2$ , ed ivi colla pressione prodotta dalla piastra superiore la materia vien ridotta

ad uno strato di altezza uniforme e di larghezza eguale a quella della tela del linoleum.

La distanza fra i cilindri  $e_2$  e  $d_2$ , che determina la grossezza dello strato di materia che è formato fra le due piastre, è di poco superiore alla grossezza definitiva che deve aver la materia sulla tela del linoleum.

La tela, già spalmata nel modo accennato più innanzi, si svolge dal rullo W e passando fra i cilindri  $w_1$  e  $w_2$  riscaldati a vapore, trova la piastra di materia che viene da  $d_2$ . La distanza fra i due cilindri  $w_1$  e  $w_2$  è regolata dalla vite l. Il diametro di questi cilindri è identico, come pure è eguale il numero dei giri che essi fanno ad ogni minuto; quindi la loro azione sulla materia che fra essi passa, è unicamente premente ed è escluso qualunque scivolamento; quindi fra questi due cilindri succede la vera e sicura unione della materia sulla tela del linoleum.

Per aumentare la resistenza del linoleum così preparato e per rendere ancora più liscia la superficie esterna, la si fa passare fra due altri cilindri  $w_3$  e  $w_4$  che sono raffreddati da un continuo flusso di acqua fredda che attraversa l'interno dei cilindri. Di li la stoffa può esser senz'altro avvolta ad un rullo, se fu sufficientemente raffreddata passando fra i due cilindri  $w_3$  e  $w_4$ .

Una macchina più recente per la preparazione del linoleum si è quella ideata pure dal Walton e rappresentata

schematicamente nella fig. 871.

La pasta del linoleum è condotta da una tela senza fine in m, ove cade nel truogolo R posto fra i cilindri  $w_1$  e  $w_2$  riscaldati a vapore, dotati della stessa velocità e di eguale diametro.

La tela di base del linoleum parte dal rullo  $W_1$  e dopo essersi tesa nel rullo e si avvolge al cilindro  $w_1$  e di li passando fra  $w_3$  e  $w_4$  al rullo k, al gran cilindro T ed al rullo l, per passare poi dopo un viaggio più o meno lungo nell'essiccatore a vapore, al tamburo  $W_2$ .

La materia della spalmatura si applica immediatamente fra i due cilindri  $w_1$  e  $w_2$  alla tela che fra essi è avvolta. La tela ricoperta ha uno spessore d'intonaco alquanto maggiore di quello che il linoleum avrà in definitiva; però facendola passare fra i due altri cilindri  $w_3$  e  $w_4$  riscaldati a vapore, si ottiene la riduzione dello spessore alla quota voluta ed il finimento della stoffa. Il tamburo T è attraversato dall'acqua fredda e quindi serve a raffreddare la stoffa per poteria così avvolgere direttamente su  $w_2$ .

Per impedire che, a motivo del non completo raffreddamento del linoleum, questo si attacchi nell'avvolgersi al rullo W2, si mette sul linoleum una stoffa sottile di cotone, che si avvolge contemporaneamente al linoleum. Però è meglio far percorrere al linoleum prima di avvolgerlo al rullo W2, un cammino alquanto lungo, acciò la materia dell'intonaco abbia tempo a raffreddarsi ed indurirsi. Tanto meglio poi se si fa passare la stoffa in un calorifero.

Per ottenere una superficie perfettamente liscia nel linoleum è necessario che i cilindri, fra i quali succede la compressione della stoffa coll'intonaco, sieno resi lisci e continuamente puliti da ogni impurità. A tal uopo serve una specie di raschietto, fatto come indica la fig. 872, che è largo come il cilindro e vi produce un attrito più o meno intenso a seconda della pressione prodotta da viti s.

Tal cura si deve aver solo per il cilindro che è in immediato contatto colla pasta del linoleum, mentre per il cilindro

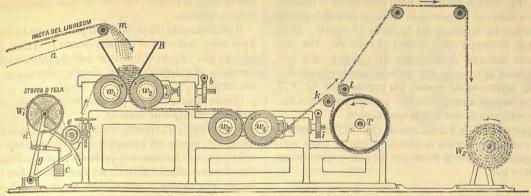


Fig. 874. - Macchina Walton per la preparazione del linoleum.

opposto, che è in contatto colla tela, non sono necessarie tante cure.

Solo alcuni fabbricanti fanno'il controcilindro 'scanalato con scanalature parallele all'asse e larghe 2 mm., o rigato con scanalature circolari normali all'asse e che sono divise fra di loro da costole larghe mm. 0,6 e profonde mm. 0,9.



Fig. 872. — Congegno per pulire i cilindri dei laminatoi di compressione.

Queste scanalature imprimono delle righe o trasversali o longitudinali nella stoffa dalla parte della tela e si vorrebbe con esse provvedere al ricambio dell'aria sotto il linoleum, quando è disteso sul pavimento, facilitando così lo scopo del linoleum che è quello di allontanare l'umidità.

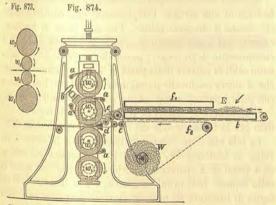


Fig. 873 e 874. — Calandre (tipo Kidd e Mather) per cilindrare il linoleum.

I cilindri sono di una lunghezza fra m. 2,10 e 2,15 e per mantenere la rigidità con tal lunghezza, il loro diametro si fa da 650 a 700 mm.

Per esser più sicuri della rigidità dei cilindri la ditta J. H. Kidd e J. Ch. Mather di Manchester proposero dei sistemi uso calandre, come quelli indicati nelle fig. 873 e 874.

La tela colla stoffa è premuta fra i cilindri  $w_1$  e  $w_2$  riscaldati a vapore, ed i cilindri esterni  $w_3$  e  $w_4$  che sono a contatto con quelli interni servono di rinforzo a questi

ultimi. I cilindri possono essere o tutti dello stesso diametro, come nella fig. 874, o di diametro diverso (fig. 873), ed in questo caso sono gli esterni quelli che hanno un diametro maggiore.

Si tentò di fare il linoleum doppio o di distendere e comprimere l'intonaco, non solo da una parte ma anche dall'altra della tela. Però i tentativi non furono continuati non solo per il maggior costo, ma anche per le difficoltà d'ordine tecnologico che si incontrano nella fabbricazione.

Delle macchine proposte la più perfetta si è quella del Lucas di Staines, colla quale si ottiene il doppio strato di spalmatura sulle due faccie della tela, ed a volontà si può variare la grossezza della spalmatura da ambe le parti. La macchina è schematicamente rappresentata nella fig. 875,

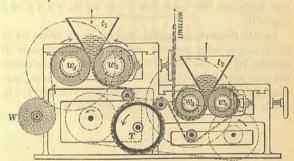


Fig. 875. — Macchina di Lucas per applicare la pasta del linoleum sulle due faccie della tela.

e non occorrono ulteriori spiegazioni per intendere il modo con cui funziona, ricordando solo che W è il rullo per la tela da ricoprire,  $w_1$  e  $w_2$  la prima coppia di cilindri per preparare l'intonaco da una parte e  $w_3$  e  $w_4$  quella per l'intonaco dall'altra parte. T è il cilindro refrigerante e  $t_1$  e  $t_2$  i due truogoli per la pasta del linoleum.

Linoleum granito. — Per preparare il linoleum granito devono prima di tutto prepararsi diversi impasti di linoleum di colori variati adottando per ognuno una sola tinta; questi impasti si riducono in piccoli pezzi ineguali, si mescolano assieme e si collocano fra due tele. Poi riscaldandoli si sottopongono alla pressione idraulica formandone dei cubi o dei cilindri. Da questi si tagliano lame sottili che servono per formare la pasta del linoleum.

Però il procedimento venne ora cambiato allo scopo di renderlo meno costoso, più spedito e di più sicura presa colla tela. In t (fig. 876) si mettono i pezzi della massa di linoleum a diversi colori ed a dimensioni uniformi facendoli passare al setaccio. La larghezza del truogolo t è eguale a quella della tela preparata che è avvolta al rullo  $W_1$ . Per ottenere una uniforme distribuzione della massa sulla tela, sonvi dinanzi al truogolo due specie di spatole eguagliatrici  $s_1$  ed  $s_2$ , rappresentate in scala più grande nella fig. 877, che sono sospese a tiranti a e che possono fare molte successive oscillazioni, fino a 200 ogni minuto.

La parte anteriore b della spatola (fig. 877) eguaglia lo strato e se vi è eccedenza di materia questa si porta nella parte posteriore c ove si ferma per poi cadere lateralmente fuori della tela.

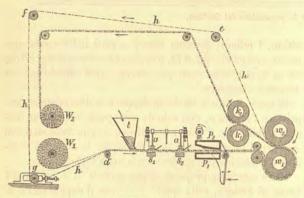


Fig. 876. - Apparecchio di Walten per preparare il linoleum granito.

Per sostenere la tela che svolgesi dal rullo  $W_1$ , vi è una fortissima tela senza fine h che va da g a d e ed f (fig. 876).

La tela ricoperta dal voluto intonaco passa prima fra le tavole  $p_2$  e  $p_1$  dello strettojo, riscaldato a vapore come di metodo. Ivi succede una prima compressione della massa che vien completata in seguito fra i cilindri  $w_1$  e  $w_2$ , pur riscaldati a vapore. Dopo la stoffa passa fra i cilindri  $k_1$  e  $k_2$  che la raffreddano e di li si avvolge al rullo  $W_2$ .

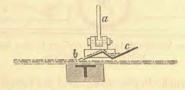


Fig. 877. — Particolare delle spatole s, s, della fig. 876.

Vi fu chi tentò di far il linoleum, non solo granito ma anche fibroso, per imitare il legno dei palchetti; però l'esperimento non diede risultati soddisfacenti e quindi fu abbandonato.

Linoleum a mosaico (Inlaid Linoleum). — Questo è il prodotto più difficile ad ottenersi nell'industria del linoleum.

Il primo tentativo venne fatto nel 1885 da Hoffbauer, direttore della Erste Deutsche Patent-Linoleum-fabrik di Berlino, il quale produceva del linoleum a striscie di varii colori, ottenute nel truogolo ove la pasta del linoleum era ripartita in tanti scompartimenti in ognuno dei quali trovasi una tinta diversa di pasta.

Però questo genere non incontrò molto favore nel commercio, a motivo della monotonia del disegno, ed anche perchè non era facile ottenere la netta separazione delle striscie colorate.

Il procedimento più perfezionato per ottenere del linoleum a più colori intarsiati si è quello dovuto al Walton. Questi prepara due striscie di linoleum della larghezza voluta, ma con pasta di colore uniforme, diverso naturalmente nelle due striscie.

Queste striscie sono preparate come quelle ordinarie, nel modo già estesamente indicato.

Esse passando fra appositi laminatoi, dei quali uno haadate sporgenze, queste nel passaggio del linoleum si imprimono nella pasta e vi lasciano una profonda impronta. Per le due striscie sonvi cilindri diversi, ma così fatti che dopo il passaggio delle striscie in uno si abbia per impronta il controstampo di quel che è rimasto impresso nell'altra. Quindi mettendo le due striscie M N (fig. 878) che hanno la stessa grossezza a una sopra l'altra, le sporgenze dell'una penetrano esattamente negli incavi corrispondenti dell'altra, come vedesi schematicamente indicato nella figura.

Le due striscie così unite si passano fra due cilindri di laminatojo scaldati a vapore, ed ivi succede l'intima unione delle due paste rese molli dal calore.

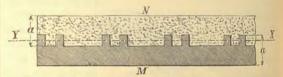


Fig. 878. - Stampo per ottenere il linoleum a mosaico di due colori.

Dopo ciò le striscie unite passano dinanzi ad una sega con lama senza fine, la quale taglia secondo la linea XY, ottenendosi così due striscie a mosaico. La velocità della sega è di 20 a 25 m. al secondo. La sega non è a denti, ma è a lama di coltello.

Si cercò di ottenere più facilmente il linoleum a mosaico, facendo in una striscia l'impressione con cilindri a risalti che dànno il disegno voluto. Poi con pasta di linoleum, colorita nel modo voluto e ridotta in polvere si ottiene il riempimento degli incavi; passando le striscie fra due laminatoi caldi la polvere della pasta si forma di nuovo in pasta che si unisce anche alle pareti delle incavature. Una pulitura con pietra pomice e con acqua compisce poi il preparato.

L'ingegnere J. Hands di Dalston adottò il seguente metodo per la fabbricazione del linoleum a mosaico (fig. 879).

La tela che deve ricevere l'intonaco del linoleum si avvolge al tamburo W1 e dopo essere passata sui rulli m ed n viene in A spalmata superiormente con una specie di colla liquida. Indi va sul cilindro  $c_1$  ove si incontra in B  $\infty$ foglio di linoleum d<sub>1</sub> preventivamente preparato ed avvolto al tamburo W2. Però prima che il foglio di linoleum arrivi in B, subisce in S1 la perforazione secondo il disegno prestabilito. Sul rullo W3 si avvolge un altro foglio di linoleum di colore diverso e questo foglio d2 passando in S2 vien s0g getto ad un'operazione, per la quale si intagliano i pezzi esattamente eguali a quelli che vennero tolti al foglio di nello strettojo S1. Le cose sono combinate per modo che questi pezzi ritagliati vadano a riempiere esattamente i vuoli lasciati nel foglio S1, e questo sorretto e trasportato dalla tela metallica senza fine b b, passa prima fra le due piastre riscaldate a vapore  $h_1$  ed  $h_2$ , ove si da ai pezzi il voluto calore

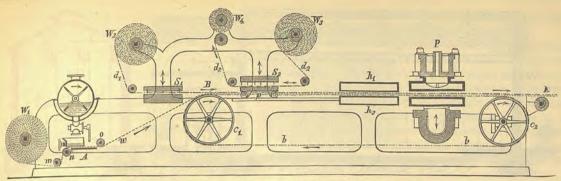


Fig. 879. - Macchina di Hands per il linoleum a mosaico.

perchè 'si uniscano col rimanente del foglio: poscia l'unione si rende più completa sotto l'azione dello strettojo idraulico P.

Il Walton parti da un altro punto di (vista per ottenere il linoleum a mosaico. Egli pensò di comporre il linoleum con pezzi già preparati a disegno e disposti regolarmente sulla tela. La difficoltà che vi è in tal metodo si è quella di avere i pezziche si corrispondano perfettamente. Perciò egli scelse dei disegni a forme poligonali che potessero comporsi facilmente su di una tavola di legno attraversata da scanalature sottili sia orizzontalmente che normalmente e di traverso,

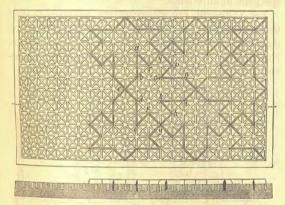


Fig. 880. — Stampo in legno per il linoleum a mosaico.

come indica la fig. 880. Per limitare i poligoni che costituiscono il disegno, sonvi delle lamine di acciajo fatte a coltello e di altezza costante, ma tale da sporgere da una altezza costante dal piano superiore della tavola rigata.

Con queste lame di cui il coltello è rivolto in alto si limilano esattamente i contorni dei disegni, ed è certo che così si possono avere di precise dimensioni tutte le parti del disegno anche se voglionsi a diversi colori.

Supponiamo di voler far lo stampo per intagliare i pezzi, come a b c d .... p q r (fig. 880) che devono esser di uno stesso colore.

Si mettono a posto le lamine o coltelli d'acciajo che formano il contorno e si premono nella scanalatura fino a che tutti i coltelli si trovino in uno stesso piano.

Si sparge con polvere sottile tutto lo spazio compreso e vi si cola del gesso. Dopo che il gesso ha fatto presa si toglie dalla forma ed in essa verranno riprodotte le righe per ricevere i coltelli. Si circonda la forma di gesso con un telajo e poi la si riempie con metallo fuso.

Supponiamo che sia p una di queste placche (fig. 881) e che il disegno sia, per semplicità, fatto a rettangoli. Le lame di acciajo m si mettono nelle scanalature che risultino nella fondita dello stampo ed esse risaltino dal piano del riempimento sulla piastra p di quel tanto che occorre perchè possano penetrare per tutta la grossezza del foglio di linoleum del colore voluto e che deve riempire i quadrati p ed f.

Il riempimento è fatto con lamina sottile di ottone che ricopre una piastra di caoutchouc, assicurata alla piastra p da piccole viti s.

Îl suo scopo si è quello di far da molla per allontanare dallo stampo i pezzi dopo che successe la punzonatura. I quadrati adiacenti o sono completamente perforati e quando succede la perforatura del foglio di linoleum collo stampo,

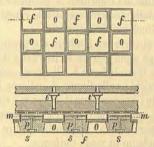


Fig. 881. - Stampo in metallo per il linoleum a mosaico.

la parte di foglio che corrisponde ai quadrati o viene allontanata dalla punta t.

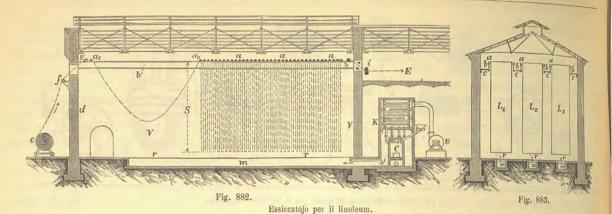
Un analogo stampo, ma coi quadrati o pieni ed i quadrati f perforati, serve per preparare i pezzi che con altro colore di pasta completano il disegno.

Ciò si ripeta, sia per un altro disegno qualunque, sia per un numero qualunque di colori che entrino a comporre il disegno.

L'essenziale si è che servendo la stessa placca di legno per fare tutte le forme, queste riescono perfette come contorno e si adattano benissimo nel formare il mosaico di linoleum sulla tela.

L'operazione di collocare i pezzi sulla tela, quella di riscaldarli e comprimerli per aver l'aderenza e solidità volute, si fa pur con apposita macchina.

Essiccamento del linoleum. — Il linoleum così preparato quando esce dalle macchine, è ancora alquanto molle e conviene farlo asciugare acciò non si guasti. Di più, siccome esso ha ancora un odore non molto aggradevole,



proveniente dall'incompleta ossidazione, così occorre completarla.

Questo doppio scopo si ottiene sottoponendo il linoleum all'azione di una corrente d'aria calda.

L'aria deve avere una temperatura che varii solo fra 25° e 30° centigradi, e deve provvedersi acciò sia costantemente rinnovata.

Coll'essiccamento si accresce la resistenza del linoleum ed aumentasi il peso della stoffa.

Un tipo di essiccatojo adatto per il linoleum si è quello delle figure 882 e 883. Le pareti sono in muratura ed il riscaldamento si fa in una stufa K ad aria calda.

Il calorifero C è attraversato continuamente dall'aria spinta dal ventilatore v e che facendo diversi giri attorno ai condotti del fumo del calorifero si riscalda e si distribuisce ai canali m e dalle molteplici graticole r nella camera V V ove trovasi il linoleum da essiccare.

Il linoleum si trova nel tamburo e e passando per i rulli f g  $a_1$  si avvolge a più riprese su bacchette di ferro a sostenute da grosse travi di ferro b. Di questi sostegni possono esservene parecchi; nella figura  $\dot{e}$  indicato il caso di tre  $L_1$   $L_2$   $L_3$ . Finito l'essiccamento il linoleum  $\dot{e}$  ritirato verso E.

Fra le travi sonvi delle tavole *c c* che servono per il passaggio degli operai, i quali devono distribuire le bacchette *a* avvolte dal linoleum in modo uniforme.

L'altezza S della stoffa dalla bacchetta a in giù, varia secondo le fabbriche. Occorre che dalle banchine c in su siavi spazio sufficiente perchè gli operai lavorino comodamente e che da terra all'estremità della striscia di linoleum siavi almeno 1 metro.

La lunghezza S della striscia sospesa non deve esser troppo grande acciò il peso proprio non produca delle tensioni sulla parte superiore avvolta alle bacchette a.

Siccome il linoleum pesa da 6 ad 8 Kg. per m. corrente, così si vede che a 12 metri si avrebbe all'appoggio uno sforzo trazione di 96 Kg., mentre la parte inferiore non sarebbe soggetta a sforzo alcuno.

È quindi conveniente che la lunghezza S non superi i 10 metri.

Stampa del linoleum. — La fabbricazione del linoleum a mosaico è molto costosa; quindi è relativamente caro il prodotto. Volendo aver del linoleum a disegni di più colori, bisogna far ciò colla stampa su striscie già preparate ad un colore solo.

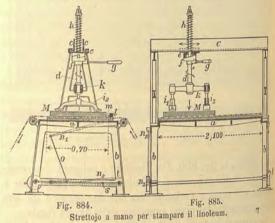
La stampa si fa con colori minerali stemperati coll'olio di lino.

Gli stampi possono essere od in legno o metallici.

Per disegni che occupano una larga superficie si adoperano quasi sempre stampi di legno; ed allo scopo di aver sul linoleum un grosso strato di colore, si praticano nella parte dello stampo che deve ricevere la tinta, delle scanalature piccole ma vicine fra di loro, e che tengono il colore come i tiralinee nei compassi ordinari.

Se invece i disegni sono a linee semplici e superficie colorate molto piccole, è preferibile far gli stampi su striscie di bronzo che si incastrano per 5 mm. nel legno, dal quale poi sporgono di altrettanto.

Per i disegni che rappresentano imitazioni di tessuti usansi delle bacchette cilindriche di metallo di 2 mm. di diametro che si dispongono sul legno, a seconda del disegno, riuscendo così facile la costruzione del modello e bella l'esecuzione dello stampo.



L'ampiezza degli stampi dipende dal numero delle volte che il disegno si ripete nella larghezza della striscia.

Generalmente si usa far in modo che il modello o stampo entri un numero intero di volte nella larghezza della stoffa, e ciò, come ben si capisce, per semplicità e perchè il lavoro proceda con sollecitudine e sicurezza.

La stampa si fa striscia per striscia nel senso della larghezza. Se occorre stampare a più colori si completa ogni striscia prima di procedere oltre. Finora si giunse a far fino a 6 colori diversi con stampi adatti.

Lo stampo si fa premere su di un cuscinetto di cuojo ove è preparato il colore; indi servendosi di opportuni segni precedentemente fatti sul linoleum si colloca lo stampo sulla striscia e lo si preme con un torchio o strettojo. 887 Fig. Cullan Macchina a stampare il linoleum di R. 988 Fig.

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 66.

La spalmatura del colore sul cuscino di cuojo vien fatta o con un pennello o con cilindri.

Per ottenere un'esatta impressione del colore è necessario che esso sia disteso in modo uniforme sulla superficie dello stampo; che le figure abbiano dei contorni netti e ben precisi; che il linoleum sia disteso perfettamente su di un tavolo piano, che si abbia la cura più minuta sia per ben osservare i segni di riferimento, ove deve collocarsi lo stampo, sia per il modo stesso di collocarlo sul linoleum; che la pressione sullo stampo si regoli ed aumenti gradatamente, per modo che il colore faccia buona presa sul linoleum, senza dar luogo a sbayature.

La pressione si fa o con strettojo a mano o con strettojo a macchina. Il più usato è lo strettojo a mano, tanto più perchè, eccetto che nei lavori correnti ed ordinari, non si può avere uno stampo che abbracci tutta la larghezza del linoleum, e quindi occorre sempre molta cura da parte dell'operajo per mettere a posto gli stampi.

Uno strettojo a mano usato per questo scopo si è quello delle fig. 884 e 885.

La striscia di linoleum è sostenuta dal piano di ghisa *a*, la cui lunghezza è di poco superiore alla larghezza della striscia, mentre la larghezza è compresa fra 600 e 700 mm.

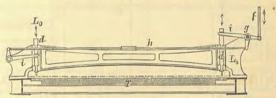


Fig. 888. — Sezione attraverso XX per far vedere il dettaglio della macchina punzonatrice.

Il tavolo poggia su due cavalletti b b che superiormente hanno due traverse c c foggiate ad angolo. Le traverse sostengono lo strettojo propriamente detto, di cui la madrevite e è scorrevole nel senso trasversale sulle guide c c.

La vite dello strettojo è circondata da un'appendice cilindrica, che nella parte superiore, foggiata a superficie elicordale, è in contatto con analoga appendice annessa alla madrevite. Un manubrio g può far girare la vite in uno all'appendice. La molla h che avvolge superiormente la spira della vite, è destinata a far ritornare la vite alla posizione normale se per caso essa girando la manovella g siasi abbassata, a motivo dei due piani inclinati dell'appendice f e suindicata.

I puntelli  $i_1 i_2$ , connessi colla traversa k, servono per trasmettere lo sforzo della vite sulla piastra M che contiene lo stampo.

Per limitare la striscia del linoleum che deve essere stampato ed in pari tempo aver una guida sicura per lo stampo, vi è una robusta sbarra rettangolare di ferro segnata l con sporgenza fissa m. Tale sbarra è sorretta da due leve ad angolo  $n_1$   $n_2$ , acciò la si possasollevare, mentre si fa avanzare la striscia di linoleum per progredire nella stampatura.

Lo stampo M si bagna colla tinta voluta, sollevandolo a mano e mettendolo in appositotavolo vicino. Poi lo si rimette a posto con cura sul linoleum servendosi per guida delle appendici annesse alla sbarra.

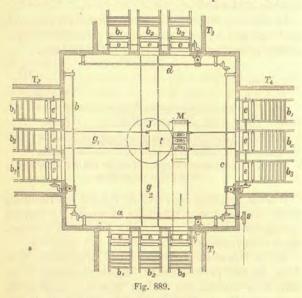
Per la stampatura a macchina esistono diversi tipi di macchine. Quella rappresentata nelle fig. 886-888, è dovuta all'inglese Rob. Cullan di Staines.

Illinoleum da stampare poggia su di un piano in ghisa T, ai lati del quale trovansi due nastri senza fine a avvolti alle ruote  $c_2$   $c_1$ .

Questi nastri portano distribuiti in modo uniforme per tutta la loro lunghezza dei piccoli piuoli cilindrici s coll'estremità arrotondata e che sporgono dal piano superiore del tavolo T, penetrando in fori praticati nella striscia di linoleum, per cui questa si muove quando sono in moto ambi i nastri a.

I buchi occorrenti nelle striscie del linoleum si fanno a macchina e precisamente dall'apparecchio L<sub>0</sub> (fig. 887,888) che si trova da ambe le parti del tavolo T. Ogni apparecchio ha due punzoni d d, la cui distanza corrisponde a quella esistente fra i piuoli dei nastri a.

Il movimento della punzonatrice  $L_0$  è dato dall'albero principale  $W_2$  ed è regolato dall'eccentrico a cuore e e le annesse leve fgh (fig. 886, 887) ed i. Le rotelle k poste in corrispondenza della puleggia  $c_1$  premono sulla striscia di linoleum ed assicurano così l'entrata dei piuoli nei fori.



Due guide prismatiche ll (fig. 886 e 887) sorreggono la tavola P col colore, senza che essa tocchi il linoleum. Questa tavola ha un moto di va e vieni dato da apposita puleggia n e dalle leve m'' m m'. La fornitura del colore è fatta da due piccoli recipienti o che oscillano sopra la tavola F. Essi sono così fatti che nel moto di oscillazione fatto dalla tavola F il colore si ripartisce su essi in modo uniforme prima di recarsi in contatto dello stampo M. Questo stampo è guidato in modo sicuro da apposite aste metalliche nel suo moto di su e giù. La posizione esatta dello stampo è assicurata da quattro piuoli r che penetrano in altrettanti fori del castello s. La pressione dello stampo sul linoleum si fa anche a macchina regolando opportunamente la lunghezza dei puntelli prementi tt.

Come si vede nella figura, sonvi contemporaneamente due modelli che possono agire per la stampatura del linoleum a due colori. Un apposito congegno determina il movimento della striscia di quel tanto che occorre per far le successive stampature.

La macchina, come si vede nel disegno, può esser messa su di un binario, ed è bene che il binario sia parallelo alla parete dell'essiccatojo, acciò esso possa prendere le diverse striscie che da esse escono e stamparle.

La fig. 889 dà un'idea del modo studiato dal Walton per far servire una stessa macchina a diversi essiccatoj.

La macchina si trova in una camera a pianta quadrata, le cui pareti dànno ad altrettanti essiccatoi a tre file di striscie, come si è visto nella fig. 882.

La macchina M dopo avere stampato le liste che si trovano in  $b_1$   $b_2$  e  $b_3$  degli essiccatoi  $T_1$  e  $T_3$ , percorrendo il binario  $g_1$  si porta sul binario  $g_2$  girando sulla piattaforma per stampare le liste degli essiccatoi  $T_2$  e  $T_4$ .

Dopo la stampatura il linoleum si rimette negli essiccatoi dove rimane alcune settimane.

Dopo si ritagliano gli orli laterali per togliere le pari bucherate. Si lava la superficie colorata e si arrotolano le pezze a bastoni di legno, dopo aver ricoperta la superficie del linoleum con carta velina.

Lincrusta Walton. — Questo nuovo genere di ricoprimento per pareti consta di uno strato di carta sul quale si

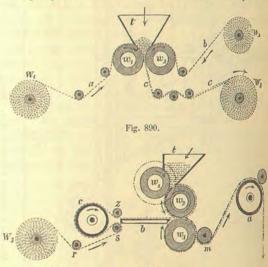


Fig. 891. Macchina per preparare la lincrusta (fig. 890 e 891).

distende uno strato di intonaco formato da linossina, resina e gomma, nelle proporzioni rispettive di 8,4; 3,7; 1, ottenendo così un preparato che è completamente atto a riparare dall'umidità.

Se in  $W_1$  vi è un rullo colla tela a ed in un altro rullo  $W_2$  vi è della carta, unendo la tela colla carta sui cilindri  $w_1$   $w_2$  riscaldati a vapore e facendo cadere dal truogolo la pasta composta nel modo su indicato, si ottiene col girare dei cilindri una stoffa che si avvolge al rullo  $W_3$  e che serve di base per ottenere la lincrusta con disegni impressi (figure 890 e 891).

Alla pasta su indicata si aggiungono per ogni 100 parti di essa 137,5 di ocra, 7,5 di minio e 5 di resina con un poco di paraffina e di trementina, fino a che la pasta rimarra abbastanza fluida. La trementina si evaporizza in contatto coi cilindri riscaldati.

Dopo che la tela è così preparata ed avvolta al rullo  $W_3$  si fa passare su di un tavolo in ghisa b dopo aver ottenuto la voluta tensione col cilindro c ed i rulli rsz. Dal tavolo b la stoffa passa fra i cilindri riscaldati  $w_2$  e  $w_3$  e di li dopo aver accerchiato il cilindro m va sul cilindro a.

Fra i cilindri  $w_1$  e  $w_2$  scorre un foglio di linoleum che incontrandosi sul tavolo b colla stoffa fra i cilindri  $w_2$  e  $w_3$ 

viene premuto contro la stoffa.

Il cilindro  $w_2$  ha una velocità di rotazione doppia di quella del cilindro  $w_1$  e nello stesso tempo è tenuto a temperatura più bassa, per cui il foglio di linoleum non rimane attaccato al cilindro  $w_1$  ed è assicurata la continuità per metterlo in contatto colla stoffa del rullo  $W_3$ .

L'impronta degli ornamenti sulla superficie esterna della

lincrusta si fa dal cilindro m sul cilindro  $w_3$ .

I disegni che si possono fare sono svariatissimi, il che rende la lincrusta assai adatta per addobbi di camere, di carrozze, ecc. ecc.; nella Tavola III se ne riprodussero alcuni in fototipia per aver qualche esempio di essi.

Prima di procedere nell'enumerazione delle diverse qualità di tele incerate propriamente dette, crediamo utile premettere alcune nozioni generali che riferendosi alla maggior parte delle tele ci eviteranno delle inutili ripetizioni nell'esposizione.

IV. — TELA INCERATA COMUNE (franc. Toile cirée; ted. Wachstuch; ingl. Oil-cloth).

In generale le tele che voglionsi rivestire di una spalmatura, che le renda atte agli usi comuni, devono essere ben distese acciò la spalmatura possa succedere in modo uniforme.

A

Fig. 892. — Spatola per spalmare la tela a mano.

Ora il lavoro può essere fatto o a mano od a macchina.

Nella lavorazione a mano si usa distendere la tela su telai in legno in modo analogo a quello che in piccolo si usa per distendere la tela ove devesi ricamare.

Ciò limita naturalmente la lunghezza della tela che si vuol preparare inquantochè i telai per essere maneggevoli non devono avere dimensioni troppo grandi.

Vi è però modo di far dei telai fissi al fabbricato ed in allora essi possono esser lunghi quanto è il locale ove si trovano. Siano i telai fissi o mobili, le operazioni per la preparazione della tela sono le stesse.

Si comincia dal dare una prima spalmatura che serva per imbevere il tessuto per modo che più tardi riceva meglio, e senza troppo spreco, gli strati successivi che costituiscono il vero intonaco della tela incerata.

Questa spalmatura nella tela ordinaria può esser semplicemente la pasta, oppure in certi casi anche la colla od un impasto di gesso.

Il primo strato si spalma con una specie di spatola A di lamiera sottile di ferro (da 1 a 2 mm.) e che è infissa ad un manico M (fig. 892). L'intonaco si versa in quantità sulla tela e poi si cerca di farlo scorrere e distenderlo su tutta la larghezza e sulla lunghezza della tela.

Se il telajo è molto lungo, come è appunto il caso dei telai fissi, allora può darsi che non potendosi eseguire in fretta il lavoro da un uomo solo, questi debba abbandonarlo per riprenderlo più tardi. Ma siccome in questo frattempo l'intonaco si asciuga dove se ne interruppe la spalmatura,

così ne segue che al riprenderla non si potrebbe aver che difficilmente la continuità uniforme dello strato. Perciò in tal caso usasi affidare il lavoro a quattro operai. Due di essi che si collocano ad un estremo, uno dirimpetto all'altro, avendo la tela in mezzo curano unicamente la spalmatura e cercano di coprire ognuno la metà circa della larghezza della tela; altri due si collocano all'altra estremità della tela e curano la spalmatura andando verso il centro, per cui quando essi si incontrano le due parti di spalmatura che essi stanno eseguendo sono fresce e possono benissimo riuscire uniformi e senza salti od altre interruzioni.

Dopo ogni strato e quando esso è asciutto, si fa la pomiciatura della tela. Asciugata la superficie, dopo averla ben lavata, si procede ad una nuova spalmatura che dà il fondo colorato della tela. La spalmatura si dà o colla spatola o meglio con pennelli larghi. Anche questa nuova spalmatura dopo che è asciutta si deve levigare prima di procedere alla stampa dei disegni coi quali si vuol ornare la tela, ed al finimento generale colla vernice.

La lavorazione a mano per quanto sia tuttora molto diffusa è però limitata alle fabbriche ove il prodotto non è molto rilevante; invece le grandi fabbriche che devono produrre molto, adottarono tutte delle disposizioni meccaniche che valgono a sostituire in gran parte la mano dell'uomo nella lavorazione.

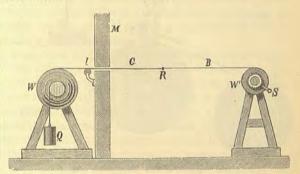


Fig. 893. — Metodo per tenere distesa la tela che deve essere spalmata.

La tela per la lavorazione a macchina si avvolge in cilindri, come già si è visto per la preparazione del linoleum, e le cose si dispongono per modo che la tela, dopo aver ricevuto la spalmatura, passi in un essiccatojo ove si asciuga prima che ne esca per ricevere una seconda spalmatura. La temperatura nell'essiccatojo è dai 25 ai 30° C.

Ma anche in questo caso è necessario che la tela sia ben distesa ed un mezzo per far ciò si è quello segnato nella fig. 893. La tela è avvolta al tamburo W, ed è fissata per un lembo nel senso della larghezza al tamburo, secondo una generatrice, o direttamente, o per mezzo di tante cordicelle di ugual lunghezza. All'altra estremità R della tela sono fissate altre solide cordicelle che sono lunghe quanto è lunga la pezza di tela avvolta al tamburo W. Le cordicelle B si fissano per un loro estremo al tamburo W'. Questo tamburo è munito di manovella S con una ruota a denti e nottolino.

Il tamburo W ha applicato all'asse un contrappeso Q che si oppone allo sforzo fatto dalla manovella S e così tiene distesa la tela.

La tela se molto lunga si piegherebbe, ed in tal caso per sostenerla si tendono sotto di essa o delle funi od una rete.

Il tamburo W si mette vicino alla parete M del locale ove si lavora la tela, entrandovi questa in una fenditura orizzontale, cui è guidata più specialmente da un rullo l. L'apparecchio da spalmare, di cui ora vedremo i contorni principali, si colloca anche all'esterno del locale da lavoro, ma nulla impedisce che esso si metta anche all'interno immediatamente dopo la fenditura dalla quale deve passare

Quest'apparecchio per spalmare è schematicamente rappresentato nella fig. 894, ove W è il tamburo sul quale è avvolta la tela da incerare: la tela svolgendosi dal tamburo passa fra i rulli X e W1 dei quali il primo ha un diametro di circa 10 centimetri ed il secondo di 30 a 40 cm. Nel passaggio la tela è leggermente stretta fra questi rulli.

Al disopra del rullo piccolo X trovasi un recipiente K la cui sezione trasversale è triangolare : nel recipiente vi ha una fenditura lungo lo spigolo inferiore w che può essere regolata più o meno nell'apertura dal tappo P mosso da viti come V. Il tappo è pur fatto a prisma triangolare ed è lungo quanto l'apertura del recipiente K. Nel recipiente si mette o l'olio

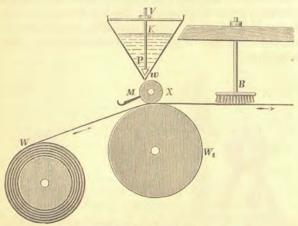


Fig. 894. - Apparecchio per la spalmatura meccanica.

di lino cotto, o l'impasto col colore: e secondo che l'apertura di scolo è più o meno libera, ed il recipiente è più o meno in alto, si può regolare l'efflusso della materia per modo che di essa cada solo quel tanto che occorre per dare alla tela la spalmatura dello spessore voluto.

Il coltello M che trovasi dinanzi al rullo X serve per togliere dal rullo il superfluo della materia spalmante; e la quantità tolta è guidata opportunamente perchè non ricada sulla tela, ma bensi vada su recipienti disposti lateralmente al coltello, dai quali poi è di nuovo messa nel recipiente superiore K. Una spazzola B larga quanto tutta la tela serve per ottenere una più perfetta distribuzione della materia spalmante, se per caso ciò non si fosse ottenuto dai due rulli X e W1.

Per la sorveglianza dell'apparecchio si richiedono due operai, uno di essi trovasi sempre ad accudire il recipiente della spalmatura e per sorvegliare la pasta che venne raschiata dal coltello M onde rimetterla nel recipiente K. L'altro invece fa girare il rullo W1 procurando che la tela si svolga in modo uniforme fra i rulli X e W1.

L'applicazione della spalmatura si può fare anche se la tela è condotta da una lista di caoutchouc senza fine sulla quale si appoggia.

Sopra la tela trovasi una lama trasversale lunga quanto è larga la tela e che può essere fissata al castello dell'apparecchio che regge i rulli sui quali si avvolge la tela senza fine. La lama è inclinata, e può disporsi alla distanza che si vuole dalla tela.

La materia spalmante si versa addirittura dietro la lama e col movimento della tela la spalmatura si dispone con spessore uniforme sulla tela stessa, purche ben inteso, si abbia cura di rifornir sempre la materia in modo abbondante e per tutta la larghezza della tela. Un metodo analogo abbiamo visto adottarsi anche pel linoleum.

La materia spalmante, senza tener conto della prima spalmatura fondamentale che si dà alla tela, è quasi sempre fatta con un impasto di olio di lino cotto con una materia colorante: essa è sempre molto elastica quando la si applica ma in seguito a poco a poco si restringe e ciò più intensamente dalla parte che guarda la tela che alla superficie esterna, inquantochè da quella parte l'ossigeno può penetrare più facilmente per mettersi in contatto della massa ed ossidare l'olio di lino.

Il restringimento ha per conseguenza la screpolatura dello strato d'intonaco, e può darsi il caso che in allora la tela prenda un aspetto brutto per modo da renderla o invendibile o molto deprezzata.

Deve quindi esser cura del fabbricante di combinare l'intonaco per modo che non si verifichi facilmente il fenomeno

della screpolatura.

Perciò occorre che sia curata assai la cottura dell'olio di lino, aggiungendovi quegli ingredienti che valgono a facilitarne l'ossidazione. Conviene perciò lavorare su grandi quantità di olio, perchè così si compensano con adatti ingredienti le conseguenze che derivano dalle diverse provenienze dell'olio di lino.

Per provare un olio di lino cotto e riconoscere se esso sia o non adatto alla preparazione delle tele incerate, se ne prende una piccola parte e lo si spalma su di una lastra di vetro preventivamente ben pulita, poi la si colloca in sito caldo fino a che non sia essiccato completamente. Se lo strato d'olio essiccato si presenta come una massa vitrea, anche guardandola a trasparenza contro la luce, allora si dirà che l'olio ha le qualità volute per la fabbricazione delle tele incerate.

Se per contro si osservano nella massa delle screpolature, allora ciò significa che l'olio fu troppo cotto, e quindi occorre modificarlo mescolandolo con una sostanza che lo renda atto

ad essiccarsi lentamente.

Ciò può ottenersi con olio di lino crudo raffinato coll'acido solforico, come già si è detto parlando del linoleum, e che si mescola in date proporzioni all'olio di lino troppo cotto, facendo però l'aggiunta con un certo criterio e per tentativi. Perciò si prendono, p. es., 10 litri di olio troppo cotto e vi si aggiunge un centilitro di olio di lino crudo e raffinato, e si mescolano bene fino a che la miscela sia completa; dopo ciò si fa la prova sul vetro e si nota il risultato. Se la prova riesce si dirà che basta l'aggiunta dell'1 % di olio di lino crudo per modificare quello cotto, se poi non riesce se ne aggiunge un altro centilitro e si rinnova la prova, e cosi via via si procede fino a che non si abbia una prova soddisfacente, crescendo gradatamente di un centilitro ogni 10 litri.

Se per contro l'olio di lino riuscisse troppo poco cotto, il che si riconosce colla prova al vetro quando lo strato di olio tarda ad essiccarsi e mantiene sempre una certa viscosità, vi sarebbe l'inconveniente che gli strati applicati sulla tela incerata tarderebbero troppo ad asciugare, e ciò è un disturbo evidente per la fabbricazione.

In questo caso occorre aggiungere all'olio un essiccante, facendo le aggiunte a piccole porzioni su una determinata quantità d'olio, e verificando colla prova sulla lastra quale è il risultato dell'aggiunta per rispetto all'aspetto che l'olio prende sulla lastra, fino a che esso non sia quale si conviene per la natura del lavoro da farsi nella tela incerata.

La spalmatura si fa sottile nella tela fina e di lusso, mentre è più grossa sulla tela incerata ordinaria.

Dopo che viene applicato uno strato di spalmatura lo si lascia asciugare e prima di procedere all'applicazione di un nuovo strato è necessario pomiciare lo strato già applicato.

La pomiciatura si fa a mano o sulla tela distesa nei telai o sulla tela messa su tavoli piani. In ogni caso si sparge sulla tela della polvere di pietra pomice e la si frega con pezzi di pietra pomice a superficie alquanto larga.

Però nelle grandi fabbriche si sopprime la pomiciatura a mano per sostituirla con una meccanica. Su di un tavolo si distende la tela da pomiciare. All'estremità del tavolo e disposto trasversalmente trovasi un rullo che affiora alla superficie superiore del piano. Al disopra di questo rullo se ne trova un altro ad esso parallelo ed essi sono fra loro legati per mezzo di ingranaggi, ma in modo tale che, mentre il primo rullo fa, p. es., un giro, il rullo superiore ne fa da 15 a 20. Immediatamente dinanzi alla coppia di rulli trovasi un recipiente fatto a truogolo e che nel fondo ha una fenditura longitudinale lunga quanto i rulli; questo recipiente si riempie di una pasta scorrevole di pietra pomice in polvere ed acqua.

Quando il rullo inferiore è in moto esso comunica anche delle scosse regolari al truogolo suindicato, per cui da esso cade continuamente della pasta sulla tela da pomiciare che passa fra i due rulli.

A motivo della diversa velocità che hanno i due rulli e della pressione che essi esercitano sulla tela e che può regolarsi in modo conveniente, si ha che il rullo superiore opera sulla tela la pomiciatura colla pasta di pietra pomice e ciò in modo regolare e completo.

Dopo che la tela è passata fra questi due rulli la si fa passare sotto ad una spazzola cilindrica messa in moto rotatorio e che pulisce completamente la tela della polvere di pietra pomice che ancor vi restasse.

Cosi preparata la tela riesce facile passarvi un secondo strato, p. es., quello che dà il colore di fondo uniforme, il che si opera mediante un pennello, regolando però la densità del colore per modo che un solo strato basti a dar una linta uniforme alla tela.

Se si vuol far la tela la quale presenti un'imitazione del marmo, allora usasi mescolare alla creta bianca del nero di fumo finissimo, ma solo quanto basta per avere quel leggero bigio che osservasi nel marmo comune venato, e con questo colore si dà la spalmatura fondamentale. Si può ottenere un'altra imitazione di marmo aggiungendo al nero fumo anche un poco di oltremare. Per il marmo rossiccio si aggiunge rosso.

Su uno di questi colori di fondo si fa la marmoreggiatura, il che ottiensi a mano con colore molto scorrevole e con un

pennello largo che deve esser maneggiato per modo da far si che le linee non sieno troppo marcate, bensi sfumate, come appunto si trovano in natura nella venatura del marmo.

La marmoreggiatura deve farsi quando non è ancora ben asciutto lo strato di base e la riuscita dell'operazione dipende essenzialmente dall'abilità degli operai, i quali, per riuscire nell'intento, oltre i pennelli adoperano anche la spugna, il panno grossolano, e perfino le teste di lattuga o di cavolo, tagliate attraverso e colle foglie legate.

Analogo sistema si usa, variato naturalmente secondo lo scopo, per ottenere l'imitazione delle diverse qualità di legname, ed i prodotti che in questo genere dà l'industria della tela incerata sono assai pregevoli.

Si è riusciti, massime pel legname, a surrogare la mano dell'uomo facendo riprodurre il disegno sulla tela incerata ben levigata da un rullo in legno, ma il disegno della fibra è riportato in rilievo.

Per far dei disegni sulla tela incerata si usano degli stampi in legno che si applicano a mano e tanti se ne hanno quanti sono i colori che entrano a formare il disegno.

L'opera dell'uomo è qui necessaria ed occorrono grandi cure da parte degli operai per mettere bene a posto gli stampi caricati bene colle tinte e far si che queste non si spandano sulla tela. Però attualmente molte fabbriche estere, massime per le tele con disegni semplici ed a pochi colori, si servono anche di cilindri di legno col disegno in risalto, appunto come si usa per la tappezzeria di carta e per la stampa delle stoffe.

Dopo che fu preparato il fondo e ricoperto poi col disegno voluto, si lascia asciugare la tela o in stufe, od in cameroni, od all'aria aperta sotto tettoje e quando l'intonaco della tela è perfettamente asciutto si spalma tutta la superficie con uno strato di vernice copale che si allunga, o coll'olio di trementina, comunemente detta acqua ragia, oppure più economicamente col petrolio raffinato e trattato prima coll'acido solforico per liberarlo dall'acqua che potesse contenere.

Però la vernice non deve essere troppo diluita, perchè altrimenti non eserciterebbe più la protezione voluta sulla tela. È meglio quindi determinare il grado di densità facendo diverse prove su pezzi di tela incerata fino a che si ottenga lo strato di vernice quale si conviene per preservare bene la tela.

#### Diverse specie di tela incerata.

Molteplici sono le varietà di prodotti che vengono forniti dall'industria della tela incerata; noi indicheremo le principali che sono:

- 1. Le tele marocchinate e le tele conciate;
- 2. Le tele incerate liscie da una parte, con colori variati od imitazione di legnami, marmi, ecc.;
  - 3. Le tele incerate liscie dalle due parti;
  - 4. Le tele inccrate per tappeti da pavimenti;
  - 5. Le tele incerate stampate per tavoli;
- 6. Le tele incerate stampate per cieli e pareti di carrozze;
  - 7. Le tele incerate per tende;
- 8. Taffetas; tele incerate impermeabili per usi domestici e terapeutici;
  - 9. Tessuti impermeabili per vestiti;
  - 10. Tela incerata per pittura;
  - 11. Tele incerate per copertoni;
  - 12. Tele incerate per coperture di tettoje, carri, ecc.

In generale per tutte le tele, valgono le norme generali date precedentemente per la spalmatura e verniciatura, salvo le varianti che verremo indicando nei diversi casi.

#### 1. Tela marocchinata o tela americana

(fr. Moleskine, Toile-cuir; ted. Amerikanisches Ledertuch; ingl. American Leather-cloth).

Questo prodotto è venuto dall'America da circa 40 anni, e per le sue proprietà, nonostante l'alto prezzo, trovò presto un grande smercio.

Esso infatti è una tela incerata che cerca di imitare il cuojo e quindi invece di aver la rigidità della tela incerata ordinaria, si presenta morbida e flessibile per modo da potersi paragonare al cuojo, sostituendosi a questo in molti casi, massime in quello di ricoprire mobili ordinari, cuscini per vetture ferroviarie, ecc.

La tela marocchinata di buona qualità deve essere estremamente flessibile e tanto elastica che dopo piegata non debba rimaner traccia della piegatura. Lo strato sulla tela deve esser sottile tanto da permettere di distinguere la tessitura sottostante; però volendosi imitare il cuojo si viene oggidi ad ottenere che non più si discerna il tessuto, e che l'aspetto della spalmatura presenti tutte quelle piccole scabrosità che sono proprie del cuojo conciato.

Il tessuto che serve di base per la tela americana o marocchinata è una tela di cotone, la cui altezza può andare fino a 2 m. Il tessuto è fitto e lavorato a spiga, per cui esso oltre ad una gran solidità presenta anche una certa elasticità in tutti i sensi. Se ciò non si verifica, la tela non può esser adatta per la fabbricazione della tela marocchinata, perchè in opera ben presto farebbe screpolare la spalmatura.

Prima d'impiegare il tessuto per la fabbricazione della tela marocchinata si prova come esso si comporta nella lavatura. Perciò si prende un pezzo di tela di lunghezza e larghezza esattamente fissate e lo si lascia per una mezz'ora nell'acqua bollente. Qualunque qualità di tessuto sottoposto a questa prova si restringe più o meno; ma per quello della tela americana il restringimento deve essere il minimo possibile; se invece si scorge che il ritiro è grande è cosa prudente far bollire la tela nell'acqua prima di spalmarla, acciò essa non riesca più influenzata per questo riguardo dall'umidità.

La spalmatura che si dà al tessuto per far la tela marocchinata è molto costosa: quindi per ragioni di economia, oltre che per ragioni tecnologiche è necessario che lo strato sia molto sottile. Per raggiungere questo scopo occorre che la superficie della tela sia molto liscia. Ciò, nella tela di cotone che presenta sempre, quando è greggia, una certa lanuggine, si ottiene facendo passare velocemente la tela fra rulli di cui quello in contatto colla superficie da spalmare sia rovente. Oppure si può prendere un tubo di ferro con piccoli forellini, e dentro al tubo si faccia passare del gas che nei forellini si accende. Il rapidissimo passaggio della tela su questo tubo produce la bruciatura di tutta la lanuggine della parte ove devesi dar la spalmatura. Per la parte opposta non vi è male alcuno perchè la lanuggine resti, non dovendosi la tela ricoprire da quella parte con spalmatura di sorta.

Nel fare sulla tela le diverse operazioni che occorrono per ottenere il prodotto voluto, è necessario che essa sia ben tesa. Ciò si ottiene o col mezzo solito dei telai o con quello dei cilindri, come si è accennato per la fabbricazione delle tele incerate in generale.

La tensione deve esser continua ed uniforme, acció si possa evitare che mentre la spalmatura si essica, non abbia a raggrinzarsi se per caso diminuisce la tensione nella tela.

Quando la tela è tesa nel modo conveniente, essa permaggiore garanzia vien sostenuta inferiormente da tanti piccoli rulli disposti trasversalmente e ripartiti simmetricamente per tutta la lunghezza della tela, che può esser di 20 a 30 metri. La lavorazione si fa o sotto tettoje, o meglio entro locali chiusi, i quali dovranno esser abbastanza lunghi per contenere i teli di quella lunghezza.

Si può restringere la lunghezza della tela da lavorarsi contemporaneamente, avvolgendo il telo ad un tamburo, man mano che è spalmato ed asciugato; ma ciò dà luogo a molte difficoltà di fabbricazione e non è scevro di inconvenient per la buona riuscita del prodotto. Quindi è sempre preferibile aver dei tavoli lunghi quanto i teli da spalmarsi.

La prima spalmatura che si adopera per la fabbricazione della tela marocchinata è formata col caoutchouc sciolto nel solfuro di carbonio. Però questo dissolvente ha due difetti: volatilizza troppo presto, perchè bolle a soli 45° ed è dannoso alla salute; quindi è necessario che vengano seguite molte precauzioni per ovviare od attenuare questi inconvenienti.

Si prende il caoutchouc e per mezzo di coltelli ben affilati lo si riduce in pezzi minutissimi, ed in tale stato lo si a cuocere a più riprese nell'acqua. Dopo il caoutchouc viene asciugato e lo si mette in recipienti di vetro, nella proporzione di ½0 della sua capacità; e ciò perche il caoutchouc nelle successive operazioni gonfia fortemente e potrebbeanche traboccare dal recipiente.

Si versa quindi nel recipiente un miscuglio in parti eguali di solfuro di carbonio e di spirito di vino a 90 % almeno.

Chiuso ermeticamente il recipiente lo si espone in un silo ove sia moderata la temperatura, e lo si agita di tanto in tanto. Il caoutchouc si scioglie nel liquido e si forma come una pasta semifluida nel recipiente, la quale tanto più è omo-

genea quanto più lungamente venne agitata la pasta.

Per grandi quantità si possono anche aver degli apparati
mossi meccanicamente onde ottenere la mescolanza e la
soluzione del caoutchouc.

Sia qualunque il modo con cui si prepara la pasta di caoutchouc, essa prima di applicarla si diluisce più o meno colla vernice.

Invece del miscuglio dissolvente su indicato, si può usare nella preparazione della tela marocchinata, il petrolio depurato dall'acqua. Con ciò mentre si da all'intonaco la proprietà di asciugarsi un po' più lentamente, non si introduce nell'ambiente un vapore nocivo come lo è quello del solfuro di carbonio, perchè il petrolio non fa male agli operai.

Lo strato di caoutchouc deve esser disteso uniformemente sulla tela, e perciò usansi dei mezzi meccanici semplicissimi dei quali uno si è quello rappresentato nella fig. 895. Là tela da spalmarsi è distesa sui rulli M ed N, e passa fra i duerulli a e b, dei quali quello inferiore a può esser mosso lentamente dalla manovella K e dall'ingranaggio Rr; il superiore b è immobile attorno al suo asse, ma può premere più o meno contro la tela e contro il rullo inferiore a seconda che la leva

doppia HH, cui da una parte è attaccato un peso G, è più o meno allentata dalla catena che si avvolge all'albero F.

Quindi è facile intendere come regolando colla catena la pressione del rullo *b* sul rullo *a*, si possa avere sulla tela uno strato più o meno grosso e disteso con pressione costante.

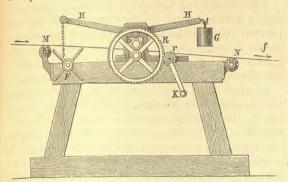


Fig. 895. - Apparecchio per spalmare il caoutchouc sulla tela.

L'operajo versa sulla tela e dalla parte opposta al movimento la pasta di caoutchouc in piccola quantità, con un cucchiajo, cercando di distenderla per tutta la larghezza; se per caso avesse messo troppa pasta essa si accumula dietro i rulli a b e bisogna allora sospendere l'aggiunta di altra pasta fino a che non sia consumato il superfluo. La pasta deve esser fluida ma non troppo, e si riconosce che è troppo fluida dal fatto che attraversa la tela, mentre nella tela marocchinata la spalmatura di caoutchouc deve rimanere solo da una parte, senza attraversar tutta la grossezza della tela.

Quando la pasta di caoutchouc è stata sciolta nel solfuro di carbonio, allora i vapori che si formano nell'asciugarsi sono dannosi alla salute degli operai; in tal caso si può impiegare un mezzo per attenuare se non [togliere completamente quest'inconveniente.

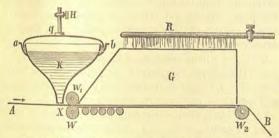


Fig. 896. — Apparecchio per rendere innocuo il solfuro di carbonio.

La pasta semifluida di caoutchouc si mette in un truogolo K di lamiera di ferro, con sezione trasversale triangolare (fig. 896) e costituente un prisma lungo quanto è larga la tela da spalmarsi. Nei lati a e b si trova un canale, che gira anche nei due lati trasversali, e questo canale pieno di acqua riceve il coperchio q e rende il vaso del tutto chiuso all'aria quando è chiuso il coperchio. La fenditura che trovasi nello spigolo inferiore X del truogolo permette il passaggio della soluzione di caoutchouc non appena si apre il robinetto X del coperchio.

Non essendo tutte le pezze di tela di egual larghezza, si deve regolare la lunghezza della fenditura aperta X mediante una lamina che scorre lungo lo spigolo e che si ferma con viti alla distanza voluta.

La tela A B passa fra i rulli W  $W_1$  la cui reciproca distanza si regola a volontà, acciò essi esercitino sulla tela e sullo strato la pressione voluta. Appena passati i rulli W  $W_1$  la tela entra in una specie di cassa G, che è continuamente raffreddata dall'acqua che cola dal tubo R munito di tanti fori.

I tubi paralleli e trasversali sui quali passa la tela sono continuamente attraversati dal vapore, per cui una buona parte del dissolvente del caoutchouc che si trova sulla tela si evaporizza e si condensa nell'interno della cassa G, dalla quale vien raccolto per essere nuovamente utilizzato, senza che abbia potuto nuocere agli operai.

La tela uscendo dalla cassa è ancora attaccaticcia e si dovrebbe lasciarla asciugare tenendola distesa.

Si può anche non aspettare che essa sia completamente asciutta e proseguire nelle successive operazioni.

Il secondo sistema è quello che dà i migliori risultati e che in pari tempo riesce più spiccio.

Dopo il primo strato e quando esso è ancora attaccaticcio, vi si sparge sopra in modo uniforme una polvere finissima di una materia che varia secondo la tinta di fondo che vuol darsi alla tela.

Così per il fondo bianco usasi la magnesia, la biacca, l'ossido di zinco puro o la steatite; per il giallo l'ocra gialla; per il rosso l'ocra rossa; per il bruno la terra d'ombra; per il nero il nero fumo; per il celeste l'oltremare, ecc.

Notisi però che per la presenza del solfuro di carbonio nello strato di caoutchouc non ancora asciugato, se per la polvere si adoperano dei sali di piombo, questi subiscono delle trasformazioni che rendono brutta la tela in poco tempo. Quindi l'impiego dei sali di piombo è meglio evitarlo finchè sia possibile. Per far l'operazione dello spargimento della polvere si prende una cassa di legno la quale sia larga quanto la tela da spolverizzare, ed abbia le pareti laterali di un'altezza da 15 a 20 centimetri.

Il fondo di questa cassa è fatto a setaccio colla mussolina fina. La cassa si colloca immediatamente dopo la scatola G della fig. 896, e con un semplice congegno meccanico la si fa continuamente scuotere come usasi per i setacci nei molini di grano, e così si sparge sulla tela, man mano che si avanza, uno strato uniforme di polvere. La tela così spolverizzata potrebbe esser subito arrotolata in un tamburo, perchè lo strato di caoutchouc più non attacca; ma è meglio tener la tela distesa e lasciarla asciugare fino a che essa più non dia odore di solfuro di carbonio.

Dopo ciò mediante spazzola di mediocre durezza si spazzola la stoffa ed essa allora apparisce di un colore uniforme, ma senza alcun risalto.

Allora si dà uno strato di tinta fatta con vernice ed il colore che la tela deve avere, macinati finamente e riducendo poi la fluidità del miscuglio alla massima possibile, acciò la stoffa, pur ricevendo il calore voluto, non abbia ad avere uno strato troppo grosso di colore. È opportuno far perciò delle prove con pezzi di tela già spalmati e spolverati per riconoscere fino a qual limite di fluidità si può giungere adoperando dell'acqua ragia o del petrolio purificato.

La pittura si esegue con pennelli fini, larghi ed a pelo lungo; bisogna però badare che non deve mai ripassarsi il pennello dopo che si esegui una pennellatura, perchè in allora la tela prenderebbe in quel punto un doppio spessore di tinta.

Se in qualche raro caso questo primo strato di colore non riuscisse sufficiente a coprire completamente tutti i punti della tela, allora dopo che è perfettamente asciugato il primo strato, si dà una seconda mano colle stesse precauzioni.

L'ultimo strato che si dà alla tela per finimento si è con vernice finissima e trasparente; ma prima di far ciò, se occorre dare alla superficie spalmata quell'aspetto che presenta il cuojo conciato, si fa passare la tela su due rulli di cui l'inferiore è liscio, mentre il superiore ha alla superficie la riproduzione in risalto di tutte le lievi accidentalità che si riscontrano nel cuojo. Il rullo superiore è riscaldato continuamente dal vapore che circola nell'interno, per ottenere che le impressioni da esso prodotte sulla tela siano durature.

Le tele americane o marocchinate si fabbricano o lucide (bright) od opache (dull). Esse possono essere o colla grana del cuojo (Leather-grain) o con grane diverse, come p. es.: Coarse shot grain; Fine shot grain; Large diamand grain; Small diamand grain; Moire grain; Coarse diagonal grain; Fine diagonal grain; Hide grain; Plain (liscia).

Le qualità principali che si fabbricano in Inghilterra sono

così denominate:

Moleskino (Moleskin) per copertura di cappelli militari, per cilindri da cocchieri, per cilindri di litografia, per coprire valigie e simili.

Essa si fa plain bright e di tre qualità diverse A B C.

Quella grossa A può esser larga 39, 50 e 54 pollici, quella più sottile B è solo larga 50 pollici, e per ultimo quella ancor più sottile C è solo larga 49 pollici.

Olonetta (Duck) serve per coperture di mobili, per car-

rozze e simili. Si ha in diverse qualità:

grossa Duck A, qualità 1 X, larga solo 50 pollici » 1 X )) )) )) )) media )) )) )) 1 )) 9 )) )) )) fina 3 )) 2). )) )) grossa Duck B X )) )) media )) )) T 1) 0 2 )) )) )) 0 )) fina 0 7) 3 )) )) D, che può esser larga 45'6, media Duck 50", 54", 63" e 72" poll. C, larga solo 46' pollici ))

Spigata (Drill) per mobili e coperture di carrozze: grossa Drill, qualità 1, larga solo 49 pollici 2 media )) 3 sottile

Fine Japanned Cambric, per fodere di cappelli e simili: sottile e larga solo 45"6.

Mussola (Muslin), serve per mobili, per legatori di libri, per fodere di ombrelli e simili:

grossa Muslin, qualità super., larga 45"6 e 53"4 A, larga 45"6 e 53"4 media )) B )) )) 43"4, 45"6 e 53"4 C sottile 9) )) 45"6, 50"1 e 53"4 1 media >> )) 45"6, 53"4, 63", 72" 2 )) )) 2 X » solo 45"6 3) 3) 3 43"4, 45"6 e 53"4 sottile )) 9) )) 4 solo 45"6 )) )) )) )) )) 5 )) )) )) 3) 5 X

Tela marocchinata per cappelli (Hat sweats), adoperata specialmente nell'interno dei cappelli per proteggerli dal sudore della testa.

Tela pelle (ingl. Morocco) per mobili, ed imita tutte le qualità di pelle del Marocco.

Tela conciata (ted. Gegerbestes Gewebe). — Questo prodotto è formato con tela scelta, tessuta con fili sottili ma poco torti, ed in pari tempo la tessitura non deve essertroppo serrata altrimenti non potrebbe ricevere lo strato della spalmatura che consta di un miscuglio di colla con una materia atta alla concia; tal miscuglio è insolubile nell'acqua.

La tela si mette prima a cuocere per 10 o 15 minuti in una soluzione molto allungata di colla fina; poi si passa la tela fra due rulli che spremono il superfluo della colla, Quando la tela, ben distesa, sia quasi asciutta si sottopone alla concia colla corteccia di quercia-sughero, essendo la soluzione della materia conciante di una data densità. La tela assorbe la materia conciante in una proporzione relativa alla quantità di colla di cui è impregnata, notando che la combinazione chimica della colla con la materia conciante succede in breve tempo, quindi non occorre lasciar molto tempo la tela nella soluzione della concia.

La tela dopo si fa asciugare e si rimette quindi a bagno nell'acqua. In seguito si ripete l'operazione del bagno nella

colla e poi nella concia, e ciò per tre volte.

Dopo ciò si prende una soluzione più densa di colla, ma non mai più del 4% d'acqua e si ricomincia l'operazione colla concia, e ciò si ripete fino a che sulla tela si abbia uno strato di spalmatura tanto consistente da non far più distinguere la tessitura dalla tela. In tal condizione la tela vien passata fra due rulli lisci, fra i quali è fortemente compressa. Questa tela che ha la pieghevolezza della pelle si può tingere come si fa per le pelli. Per es., se si vuol tingere in nero, si spalma la tela con tintura a caldo di legno di campeccio (franc. Bois de campêche; ted. Blauholz; ingl. Log-wood); e dopo che la spalmatura è asciutta la si spalma mediante una spugna con una soluzione acquosa molto densa di bieromato di potassa (fr. Bichromate de potasse; ted. Zweifach chromsaures Kali; ingl. Bichromate of potassa).

Il nero si ottiene anche col vetriolo verde (franc. Vitrio. vert, Vitriol de fer, Couperose vert; ted. Eisenvitriol; ingl. Green vitriol, Copperas) da sostituirsi al legno di campeccio

però non riesce così bene come col campeccio.

Per gli altri colori, condizione essenziale acciò la tinta riesca di bello aspetto si è che la colla adoperata nella concia sia fina e chiara; la colorazione più semplice si ottiene coi colori d'anilina che non richiedono altra operazione preliminare. Invece per i colori vegetali convien preparare la stoffa con una soluzione di Allume di rocca (francese Alun de roche; tedesco Alaun, Alaun von Rocca; inglese Rock Alum o Alumen).

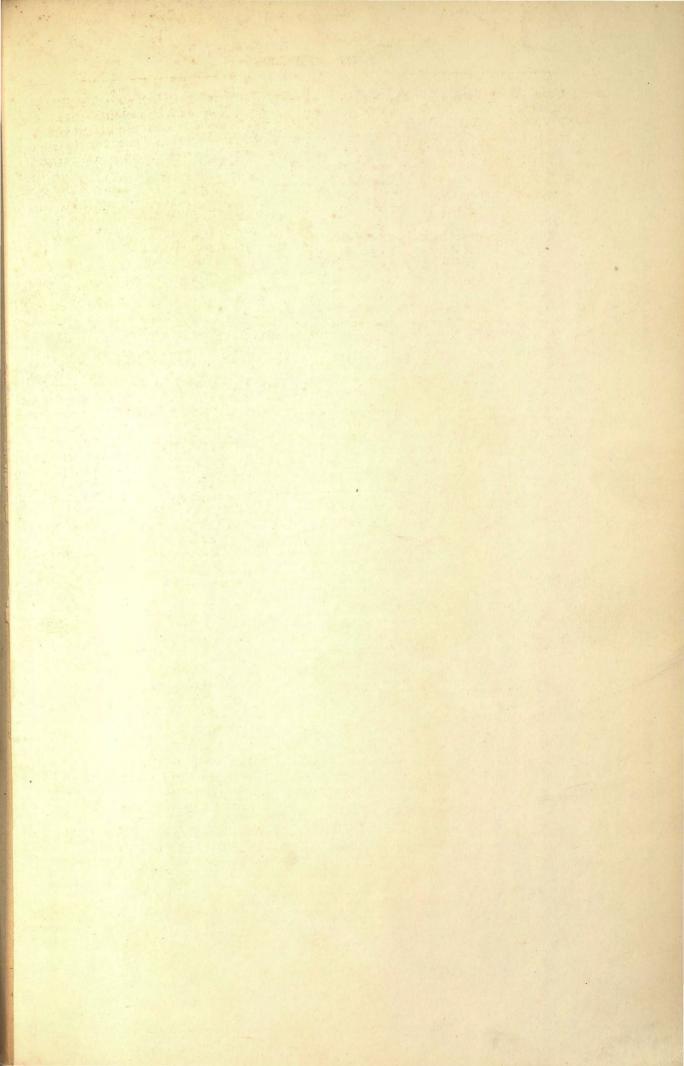
Dopo colorata, la tela conciata è sottoposta alla pressione fra due cilindri che dieno alla superficie l'aspetto della

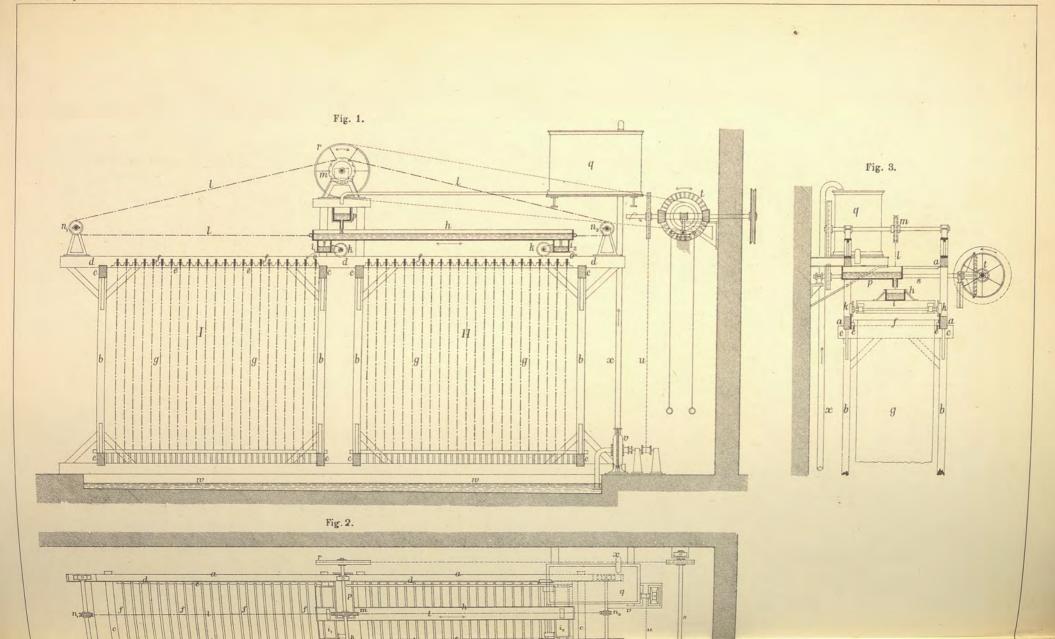
pelle conciata con tutte le piccole rughe.

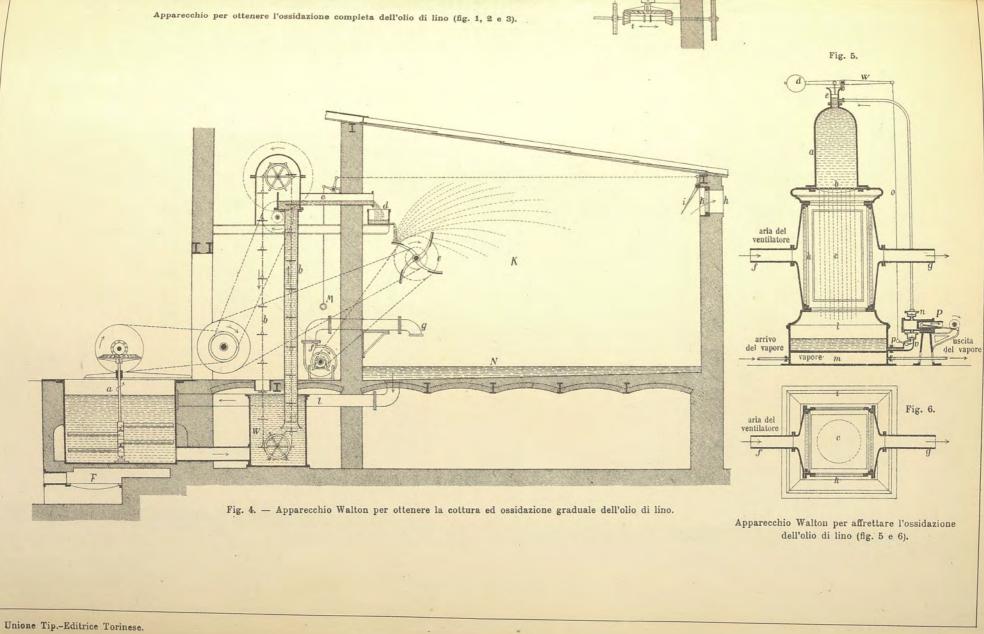
Nella fabbricazione in grande tutte queste operazioni possono farsi a macchina.

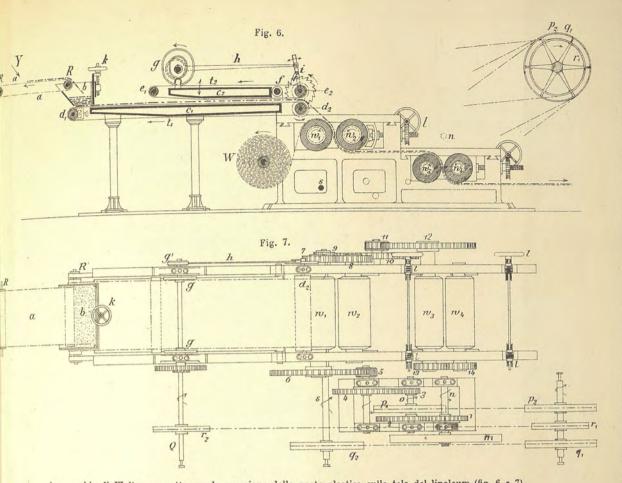
2. Tele incerate lucide da una parte, con colori variati od imitazione di legnami e marmi.

La fabbricazione rientra in quella della tela incerata in generale. La tela può esser liscia ed a disegni.

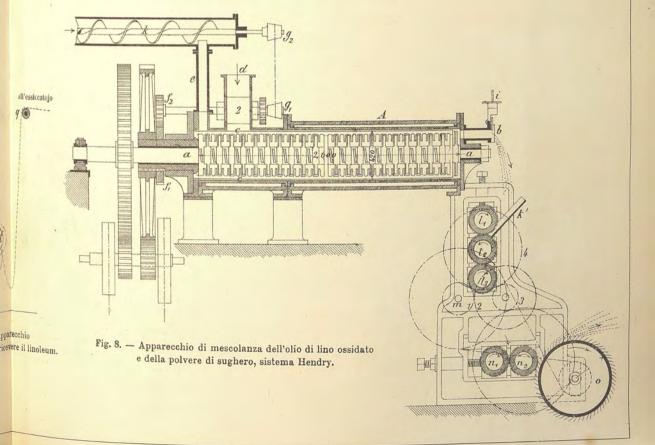




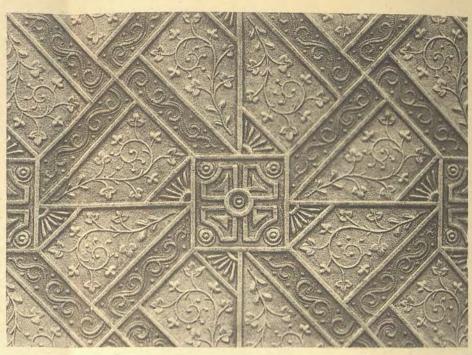


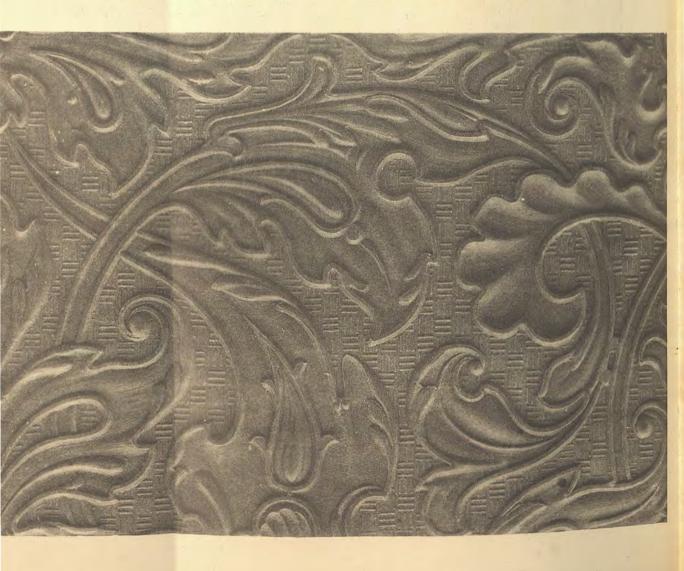


Apparecchio di Walton per ottenere la pressione della pasta elastica sulla tela del linoleum (fig. 6 e 7).



# TIPI DIVERSI DI LIN

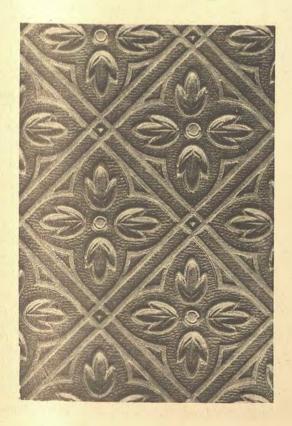




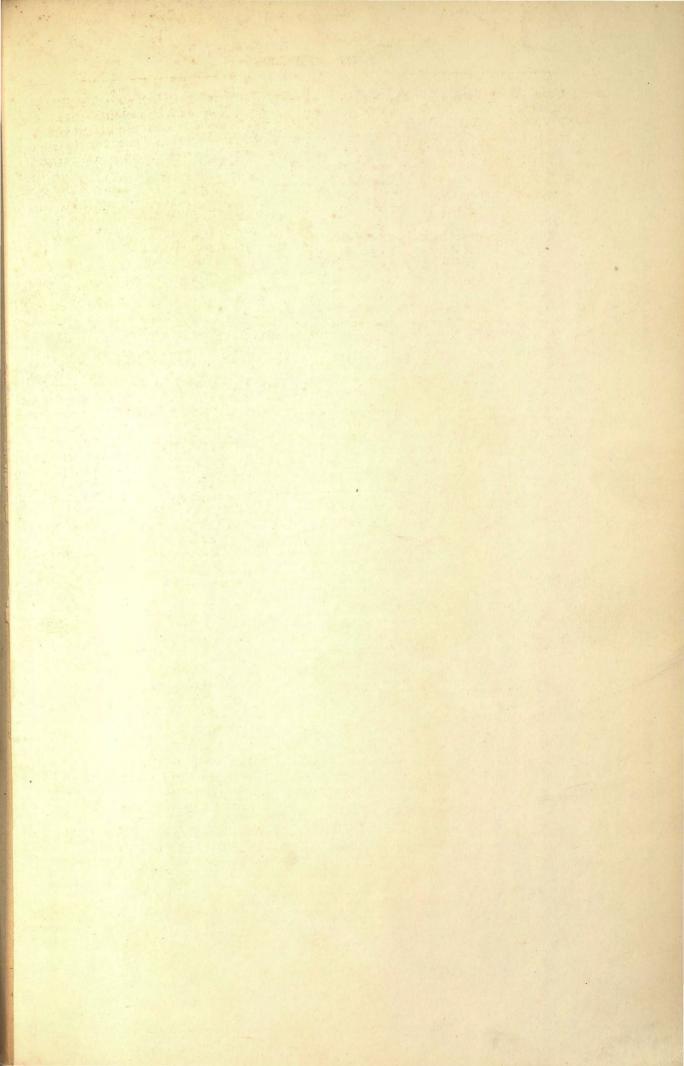
# INCRUSTA-WALTON











Quella liscia, detta anche Mussola verniciata nera (Black Japan Muslin, plaid), serve per fodere d'ombrelli, fodere di cappelli per militari, fodere di poggimani, cappelli e simili.

La stampata (Printed black Japan Muslin) può esser a disegni diversi, e serve per scrittoi, tavolini e simili.

A questo genere di tela incerata appartengono anche i fustagni incerati (oil baize), che sono tele di cotone rivestite solo da una parte da spalmatura lucida, come pel caso delle tele marocchinate. Questi fustagni possono esser dipinti o a imitazione di legno, o di marmi, od a disegni variati.

I prodotti inglesi di questo genere di stoffe distinguonsi per la bellezza e finitezza del lavoro e per esser perfettamente lisci. In questa categoria sonvi due specie, cioè quelle con disegno a mosaico (monochromy) e quelle con disegno a molti colori (chromo baizine).

Tutte queste tele sono molto morbide, pieghevoli, e siccome lo strato della spalmatura è molto sottile, così esse resistono all'uso senza che si screpoli lo strato.

#### 3. Tele incerate liscie dalle due parti.

Queste tele incerate, dette anche tele verniciate doppie (double japan oil cloth), sono come le precedenti, colla differenza che esse sono verniciate a lucido da ambe le parti. Possono aver la stessa tinta od una tinta diversa nelle due faccie.

La lavorazione è più lunga che le altre.

Impiegansi per valigie, ricami, fodere di cappelli, per letti d'ammalati, ecc.

Nella fabbrica di Giorgio Niccolini di Firenze vi hanno le seguenti varietà di queste tele :

- a) Mercantile, imitazione caoutchouc, nera da ambe le parti;
- b) Mercantile, verde da una parte e nera dall'altra, per ricamo;
  - c) Mercantile a due parti gialle;
  - d) Drill a due parti, lucida per valigie;
- e) Domestica a due parti, una verde ed una rossa. Si fa trasparente ed usasi anche per letti di ammalati.

# 4. Tele incerate per tappeti da pavimenti.

Queste tele (oil floor-cloths) si fabbricano su tessuto grossolano su cui si spalma un intonaco la cui grossezza può variare da 1 a 3 millimetri.

La tela può esser dipinta anche al rovescio (back printed, floor-cloth) o non dipinta che da una parte (hessian back, floor-cloth).

A questa categoria appartengono le passatoje (ingl. Passage oil cloths, od anche Oil stair-cloths), che possono essere o dipinte solo da una parte, o dipinte anche al rovescio. In quest'ultimo genere si fanno dei tappeti per toelette con orlo tutto in giro (toilet-mats).

### 5. Tele incerate stampate per tavoli.

Questi tappeti (baize mats) sono per lo più rotondi e incerati solo da una parte su fustagno. I disegni sono svariati.

I sottobicchieri (glas mats), le sottobottiglie (bottle mats) e le sottolampade (lamp mats) potrebbero mettersi in questa calegoria. Essi sono però verniciati e stampati da ambe le parti.

Si possono comprendere in questa categoria le tovaglie di tela incerata (oil table cloths) che imitano le tele tessute,

mediante risalti ottenuti colla stessa tinta bianca del fondo. Queste tovaglie si fanno anche con un orlo colorato ad una o più tinte.

# 6. Tele incerate per cieli e pareti di carrozze.

Sono tele incerate comuni che si stampano con disegni adatti alla tappezzatura delle vetture, sia cittadine che di

Sonvene di molte varietà, e la più comune è quella detta Traliccio stampato per vetture (gig cloth) che può essere o verniciata solo da una parte o da ambe le parti.

La tela può esser o il fustagno o la tela olona o quella di juta.

## 7. Tele per tende.

Queste tele (window blinds, verandah blinds) sono tessuti leggeri di lino o di cotone, spalmati con una sottile spalmatura o da una sola parte o da ambe le parti.

Queste tele possono esser anche dipinte a disegni, e sono più o meno trasparenti a seconda del colore di fondo che loro si è dato. In pari tempo esse sono impermeabili e si lavano con una spugna tenendole distese dinanzi alle finestre.

# 8. Taffetà incerato

(ingl. Oil taffetas, oil-silk; ted. Wachstaffet; fr. Taffetas).

Tele incerate impermeabili per usi domestici e terapeutici. — Sotto questa denominazione si comprende una specie di tela incerata sottilissima, trasparente ed impermeabile.

Essa usasi specialmente nella idropatia, nella economia domestica, per fodere di cappelli, per ricoprire carte geografiche, ecc.

Il tessuto che adoperasi per il taffetà fino è la seta finamente tessuta; nelle qualità scadenti usasi anche la tela sottilissima di cotone; essa però non dà i risultati così belli che dà il tessuto di seta, massime per la trasparenza.

Il tessuto viene poi spalmato con una vernice tanto da una parte che dall'altra, e le qualità che deve avere questa vernice sono: che sia trasparente, e che quando è asciutta sul tessuto non si screpoli e permetta alla stoffa la massima pieghevolezza.

Il segreto quindi della riuscita per il buon taffetà sta oltre

che nella stoffa, nella vernice.

Per preparare questa vernice è necessario aver della buona gomma copale delle Indie. La gomma si riduce in polvere che si distende su lastre metalliche esposte per diversi giorni ad una temperatura di circa 120° C. Per tal modo la gomma si libera dall'acqua che in quantità considerevole contiene e che se non fosse espulsa danneggierebbe il prodotto.

Di questa gomma se ne prendono quattro parti e si mettono in una bottiglia assieme ad una parte in peso di canfora e dodici parti di etere solforico.

L'introduzione della gomma nelle bottiglie si fa quando la gomma è ancora calda, ma dopo che già si è introdotta la canfora; l'etere solforico viene per ultimo.

La bottiglia si tura con molta diligenza, perchė la soluzione facilmente gonfia e ribollisce; indi la si mette in sito caldo, ma non oltre i 30° C., perchè, come si sa, l'etere solforico bolle a 36°, e quindi la bottiglia potrebbe per questo fatto scoppiare.

La soluzione deve esser di tanto in tanto agitata e quando si vede che la massa nella bottiglia ha preso una tinta uniforme ed opalina, la si lascia in riposo fino a che si vede che nel fondo si è formato uno strato di deposito. La parte superiore si decanta in un'altra bottiglia, mentre il fondo della prima si scioglie di nuovo coll'etere per formare una nuova quantità di vernice.

La pasta decantata non è però immediatamente utilizzabile, perchè l'etere che contiene volatilizzandosi in modo assai celere, non permetterebbe che la vernice potesse venir

distesa.

Deve quindi aggiungersi alla soluzione un po' di spirito di vino; ma siccome questo se contiene dell'acqua, separa la copale dall'etere, così occorre che lo spirito sia rettificato.

Ad ogni modo è bene procedere per tentativi e su piccole quantità per riconoscere quanta sia la quantità di alcool rettificato che si può aggiungere alla soluzione di gomma nell'etere prima che determini la precipitazione della gomma.

Fatta la conveniente soluzione di gomma nell'alcool, deve lasciarsi in riposo per più settimane in sito ove non abbia a subire alcuna scossa. In questo frattempo la soluzione continuamente si chiarifica lasciando cadere nel fondo della bottiglia un nuovo deposito di particelle di gomma che si precipitano.

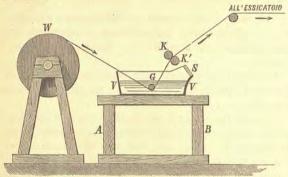


Fig. 897. — Modo di applicare la vernice al taffetà.

Le bottiglie vengono così decantate una seconda volta, prima che la vernice sia adoperata.

Come si vede, l'operazione è lunga e fastidiosa, ma pur è la più sicura per aver il prodotto di prima qualità che si addice per preparare i buoni taffetà.

L'applicazione della vernice sulla stoffa distesa su di un telajo si fa per lo più d'inverno, per ritardare l'evaporazione dell'etere e dell'alcool.

Si applica lo strato con larghi pennelli prima da una parte, e, se è possibile, si rivolta subito il telajo e si applica dall'altra, per cui la vernice dei due strati si collega attraverso la stoffa.

L'applicazione della vernice si può fare anche con un semplice procedimento meccanico, come è indicato nella fig. 897.

La tela da spalmarsi si avvolge al tamburo W·e di li si fa passare entro ad una vasca di latta, ove accavalca prima un rullo di vetro G; indi uscendo dalla vasca passa fra due rulli K K' e di li si passa nell'essiccatojo.

Nella vasca contiensi la vernice copale e l'orlo superiore verso S si protende verso la stoffa, per raccogliere la quantità superflua di vernice che accumulasi sulla stoffa; eguale ufficio hanno i due rulli K e K'.

La stoffa di taffetà usata in medicina per vescicanti, o nell'economia domestica (waterproof oil cloth) per l'impermeabilità, si può preparare a disegni con colori, come pure si può dare alla stoffa un colore unito sul quale risaltino dei disegni: il tutto è poi ricoperto colla vernice impermeabile. Se si tratta solo di dare alla stoffa una tinta unica, questa si può unire alla vernice e così con una sola operazione si colorisce e si rende impermeabile la stoffa. Però si può dare la tinta di fondo e su di essa stampare il disegno.

Generalmente il solo taffetà trasparente si fa di seta. Le altre qualità di taffetà e di stoffe impermeabili si fanno di tela cotone, e più grossa a seconda degli usi, non essendo più

indispensabile la trasparenza.

Le tele per usi terapeutici per ospedali, possono anche rendersi impermeabili colla gomma o col caoutchouc.

In generale per rendere impermeabili le tele o stoffe di qualunque natura, colla gomma, guttaperca o col caoutchouc, si incomincia dal prepararle in modo acconcio acciò il lavoro riesca a dovere. Il tessuto deve esser privo di qualunque appretto e di materie grasse; esso deve esser senza pelo e colla superficie priva di nodi.

L'impermeabilità si ottiene in modo diverso a seconda delle diverse qualità di stoffa colle quali si tratta.

Per le tele d'uso terapeutico si usa in generale il tessuto di cotone: questo tessuto si spalma con gomma bianca, o nera, o bruna. La spalmatura si fa o da una parte sola (tessuti semplici gommati da una parte sola) o da due parti (tessuti doppi con gomma alle due parti), oppure lo strato si frappone a due tele (tessuti addoppiati con gomma intraposta alle due tele).

L'impermeabilità si ottiene con quattro operazioni prin-

cipali, cioè:

1º Preparazione delle soluzioni;

2º Preparazione delle tele;

3º Spalmatura sulle tele; 4º Vulcanizzazione del tessuto.

La benzina è il miglior dissolvente del caoutchouc e della guttaperca. La benzina può esser pura o mescolata ad altre sostanze. È più pericolosa quella pura. Di preferenza adoperasi quella del catrame.

Le soluzioni sono preparate in modo differente a seconda della loro densità e della natura delle sostanze adoperate, come pure a seconda della qualità delle tele cui vengono

destinate.

Le tele o stoffe quali si ricevono dalla tessitura non si possono passare direttamente alle macchine spalmatrici, ma vengono assoggettate ad una serie di operazioni preliminari variabili colla natura delle stoffe e collo stato in cui si trovano.

Le stoffe cariche di soverchio appretto vengono lavate accuratamente in apposite vasche: se il pelo è visibile si passano le stoffe nelle macchine a bruciare tal pelo: per ultimo le stoffe greggie, massime quelle di lana, devono esser assoggettate ad una spazzatura e ad una cilindratura

in apposite macchine.

L'applicazione delle soluzioni sui tessuti si fa con apposite macchine ove si trovano diversi congegni più o meno perfezionati, ma dei quali i più importanti sono: uno per fissare i diversi strati di soluzione al tessuto, e l'altro destinato a facilitare l'evaporazione della benzina contenuta nella soluzione. A questi vanno aggiunti altri apparecchi, sia per l'avvolgimento dei tessuti durante la preparazione come per l'intaccatura, per spazzolare e cilindrare le tele, ed in alcune macchine anche un apparecchio per scaricare l'elettricità che si sviluppa nei tessuti per l'attrito.

Per la vulcanizzazione due sono i metodi più usati, cioè la vulcanizzazione mediante il vapore e la vulcanizzazione

mediante agenti chimici.

Nel primo caso il sistema più perfezionato di vulcanizzazione consisterebbe nel sottrarre il tessuto dal contatto diretto del vapore. A tal uopo la pezza di tessuto da vulcanizzarsi vien collocata contro una caldaja ermeticamente chiusa, la quale a sua volta si colloca entro un'altra caldaja di maggiori dimensioni che pur si chiude per poter ritenere il vapore il quale durante tutta l'operazione attornia la piccola caldaja che contiene la stoffa.

La durata dell'operazione, come anche il grado di pressione del vapore, varia secondo la qualità della stoffa che si deve trattare, ed a seconda del materiale impiegato per la spalmatura come anche, fino ad un certo punto, a seconda

delle dimensioni della stoffa.

Il secondo mezzo di vulcanizzazione si ottiene con un liquido speciale vulcanizzato (miscuglio di solfuro di carbonio con cloruro di zolfo). Il liquido si mette in vasche di legno foderate con lamine di piombo.

Il tessuto è obbligato a strisciare su di un cilindro girevole, collocato al fondo della vasca e perciò continuamente bagnato dal liquido. In questo passaggio si vulcanizza certamente in modo più celere che non col vapore ma però

più imperfettamente.

Le proporzioni della mescolanza nel liquido vulcanizzato, variano a seconda della natura del tessuto e dello spessore dello strato gommato. In alcuni tipi di tessuto è necessario ripetere la bagnatura per raggiungere una buona vulcanizzazione. Dopo la vulcanizzazione i tessuti con gomma nera semplici sono passati alla verniciatura che vien fatta con una soluzione di gommalacca nell'ammoniaca. Per ultimo tutti i tessuti sono collocati in una camera di disinfezione.

Per la differenza nell'operazione di vulcanizzazione la ditta Pirelli e C. di Milano, che è l'unica che fabbrichi queste tele col caoutchouc, fece diverse categorie:

Tipi economici: Tessuti per ospedali; Tipi correnti: Vulcanizzati a vapore; Tipi extra: Tessuti vulcanizzati a vapore; Tipi economici: Tessuti vulcanizzati a solfuro; Tipi correnti: Tessuti vulcanizzati a solfuro; Tipi extra: Tessuti vulcanizzati a solfuro.

#### 9. Tessuti impermeabili per vestiti.

Questi tessuti sono fatti o con tela di cotone o con stoffa di lana mista con cotone o di lana mista con seta. Essi si preparano con gomma bianca, nera o vellutata al rovescio (tessuti vellutati), oppure con gomma frapposta a due strati di stoffa (tessuti addoppiati).

Le norme generali per la preparazione di questa stoffa sono analoghe a quelle esposte al numero precedente.

Due gruppi principali di stoffe si preparano per vestiti impermeabili:

a) Tessuti di cotone;

b) Tessuti di lana semplice o di lana mista con cotone o con seta.

I tessuti di cotone si preparano con gomma bianca o nera, da una sola parte o dalle due parti, e lucidi da una parte. Essi si preparano anche addoppiati colla gomma frapposta a due strati di tela che possono essere della stessa qualità o diversa, sia per qualità che per colore.

I tessuti gommati lucidi da una parte sono più specialmente indicati per preparare impermeabili per operai, fattorini, cocchieri, manovratori, ecc. ecc. Essi sono tutti

vulcanizzati a vapore.

I tipi addoppiati si prestano benissimo per abiti da cacciatori, pescatori, palombari, addetti ai lavori idraulici, minatori, ecc. ecc. Questi tipi devono avere un forte strato di gomma pura, acciò soddisfino allo scopo cui sono destinati: essi non si vulcanizzano.

I tessuti fini, di lana o di lana mista a cotone e seta, richiedono maggiori cure per la preparazione, dovendo essi conservare la morbidezza e la tinta della stoffa, nonostante lo stato di soluzione che li rende impermeabili.

Essi si preparano o con gomma non lucida, ed in tal caso sono vulcanizzati con solfuro di carbonio e cloruro,

prima della verniciatura.

Si preparano anche tessuti con gomma vellutata al rovescio, ed essi vengono vulcanizzati sempre per via chimica, ma dopo l'applicazione della fecola.

Per ultimo i tessuti addoppiati si vulcanizzano durante

l'operazione dell'addoppiamento.

Per i tessuti di lana si adoperano diversi tipi di soluzione impermeabile, massime per i primi strati che devono avere una tinta adatta a quella della stoffa acciò questa non venga alterata.

Lo stesso dicasi pure dei tessuti vellutati nei quali per ottenere una buona aderenza devonsi adoperare soluzioni di differenti densità.

Nella preparazione dei tessuti addoppiati e specialmente pei tessuti di lana con gomma di Para (*Paramatta*), che sono di maggior consumo, massime quelli di color nero usati per impermeabili di militari, si hanno diversi tipi di gommatura. Mantenendo la carica costante si varia la qualità del materiale impiegato per poter ottenere una graduatoria nei prezzi del tessuto.

#### 10. Tela incerata per pittura.

Le tele preparate per i quadri ad olio per pittori (inglese Canvas; ted. Maler Leinwand) devono esser ben spianate e mantenersi inalterate, altrimenti il lavoro dell'artista si guasterebbe.

Generalmente la tela da pittori si vende già distesa su telai, ed è perciò più conveniente eseguirne la preparazione

mentre è così distesa.

Pei tessuti si preferisce la tela di lino tessuta in modo uniforme e di grossezza di filo più o meno grande a seconda dell'estensione del quadro. Nel fare il telajo si provvede acciò la tensione si ripartisca uniformemente su tutta la superficie della tela.

La spalmatura della tela si fa con un pennello largo.

Un modo di preparare la tela si è quello di spalmarla con gesso sciolto in un essiccativo: però si osserva che la presenza dell'essiccativo può influire sulla conservazione del quadro, e si attribuisce anzi a ciò il guasto che si verifica in certi dipinti ad olio, perchè la crosta della tinta si screpola e cade dalla tela.

Per regola generale dovrebbe escludersi dalla preparazione fondamentale della tela qualunque sale di piombo, perchè esso col tempo si oscura e può quindi influire sulla

tinta del quadro.

Il metodo migliore per preparare la tela da pittura si è quello di spalmarla con olio di lino cotto, cui però si aggiunge tanto olio di lino crudo, ma raffinato coll'acido solforico, quanto basti acciò la mescolanza diventi densa e si possa stendere facendo corpo sulla tela, tuttochè in strato sottile.

Questo procedimento ha anche lo scopo di far si che l'olio penetri fino ad una certa profondità nelle fibre del tessuto, rendendo questo più durevole e stabilendo un nesso più omogeneo di aderenza fra il fondo ed il dipinto ad olio che sopra vi si stenderà.

Dopo che il primo strato è alquanto asciugato per modo che si lasci leggermente imprimere dal dito, se ne dà un secondo, formato come il primo da un miscuglio di olio

cotto e di olio crudo.

Su questo si dà l'ultimo strato, che è composto di gesso più volte finamente macinato con olio di lino; qualche volta si rende il miscuglio leggermente bigio aggiungendo del nero fumo all'impasto.

Si spalma la tela con questo strato, reso fluido dall'olio di lino, ed i telai si lasciano essiccare per settimane e mesi a

seconda della stagione.

Quando l'essiccamento è completo si procede alla pomiciatura, che si fa con polvere fina di pietra pomice, rendendo così la superficie della tela ben spianata e liscia quale occorre per la pittura.

Se si tratta di pittura con dimensioni straordinarie, allora non si può più stendere la tela su telai, ma questa si forma a rotoli ed in tale stato si porta nel laboratorio del pittore.

È evidente che in tal caso nel preparare la tela è necessario far si che essa dopo ricevuto lo strato conservi sempre un certo grado di elasticità che permetta senza screpolarsi le manipolazioni cui può andar soggetta nell'avvolgerla, svolgerla e distenderla definitivamente.

Per la tela da pittura si propone anche il seguente pro-

cedimento: si prende:

Caoutchouc liquefatto . . parti 61 in peso Vernice grassa di copale . . » 15 Essenza pura di lavanda . . » 15 Trementina di Venezia . . » 30 Biacca pura . . . . » 1000 Olio di lino purificato . . . » 1000

Queste diverse materie si applicano successivamente sulla tela, la quale è poi messa in una corrente d'aria per poter seccare facilmente.

#### 11. Tele incerate per copertoni.

L'applicazione delle tele impermeabili per coprire e difendere dalla pioggia le merci, le macchine e simili è di molta importanza, nè è quindi a meravigliarsi che l'industria relativa abbia preso un grande sviluppo. E per dare un'idea dell'importanza della cosa basti citare un solo ramo di industria che utilizza i copertoni ed è l'industria di trasporti per ferrovie. Ora solamente in Italia si hanno in circolazione sulle ferrovie oltre a 10 000 copertoni per coprire non solo le merci che soffrirebbero il contatto dell'acqua ma anche per difendere dal pericolo d'incendio. causato dalle scintille che escono dalle locomotive, certe merci, come, per esempio, il fieno, la paglia, la legna e simili.

Di questi copertoni se ne deve rinnovare tutti gli anni circa un quarto, il che forma già per sè un cespite di spesa non indifferente.

I copertoni si fanno in modo diverso a seconda dell'uso speciale cui sono destinati.

Se per piccole macchine o per oggetti di mole non troppo grande si fanno i copertoni con tela di cotone preparata con gomma bianca all'interno e vulcanizzata a vapore.

I copertoni grandi, come appunto sono quelli adoperati nelle strade ferrate, si fanno con tela di canapa, o con tela di filo, o con tela di cotone.

Essi possono essere o colorati, o senza alcuna tinta o

spalmatura apparente.

Per ottenere i copertoni delle strade ferrate non si può fare a meno di cucire fra di loro diversi teli perchè la larghezza di m. 5,60 non si può aver nei telai. La cucitura è o semplice, o doppia, o tripla: in quest'ultimo caso il filo adoperato per la cucitura si usa più sottile, ma il punto si fa più corto, sempre allo scopo di non aver nelle cucitura una parte facilmente permeabile se l'ago deve esser grosso, e quindi si abbiano dei buchi grossi troppo vicini fra di loro.

Supponiamo di voler rendere impermeabili dei copertoni lasciando il color greggio della tela. Diverse sono le ricette per ottenere l'impermeabilità della stoffa, in tali

condizioni.

Si può, per esempio, fare un bagno con 900 litri di acqua calda ove si sciolgono 120 litri di polvere fina di allume cristallizzato (solfato di alluminio e di potassa) e 40 chilogr. di bianco di Meudon depurato e poi ridotto in polvere fina.

L'aggiunta del bianco di Meudon dà luogo ad un'effervescenza, perchè l'acido solforico dell'allume si rende libero e combinandosi col bianco di Meudon si precipita al fondo lasciando libera l'allumina in soluzione nell'acqua.

Quando l'acqua sarà raffreddata e che saranno depositate al fondo tutte le parti prodotte dalla combinazione chimica si travasa il liquido in un altro recipiente mediante un sifone. In questo recipiente si mette il copertone e ve lo si lascia il tempo conveniente perchè la tela siasi in tutte le parti convenientemente imbevuta della soluzione. Dopo ciò si mette il copertone a bagno in una soluzione di sapone fatta nelle proporzioni di chilogr. 1,5 di sapone per ogni 25 chilogr. di tessuto e per 70 chilogr. d'acqua. L'acqua deve esser bollente per sciogliere bene il sapone, ma non vi si immerge il copertone se non quando la temperatura è a 30° centigradi. L'immersione nell'acqua e sapone deve esser breve. Dopo ciò si immerge il copertone nell'acqua pura e lo si distende per asciugare.

Un altro procedimento si è quello consigliato da Fehling. Si fa una soluzione di allume di rocca e la si precipita coll'acetato di piombo. La soluzione si decanta e poi la si fa bollire mettendovi il copertone. Dopo ciò il copertone lo si mette in una soluzione di gelatina, colla di pesce e gomma arabica, e lo si fa asciugare ben disteso all'aria.

Invece della seconda soluzione, che rende un po' rigide le stoffe, se ne può sostituire una con 64 º/00 di trementina e 16 % di sapone di soda. Il copertone lo si fa asciugare all'aria per tre giorni, poi lo si fa bollire in una soluzione di 64 º/oo di trementina, 8 º/oo di caoutchouc e 64 º/oo di olio d'oliva.

Altro metodo sarebbe il seguente:

Si prendono 4100 litri d'acqua nella quale si fanno sciogliere 400 chilogr. di allume, 40 chilogr. di carbonato di calce, e per ultimo chilogr. 1,5 di sandracca sciolta prima nell'alcool.

Dopo che il miscuglio è stato agitato in modo conveniente acciò si operi la soluzione dei diversi componenti, lo si lascia in riposo fino a che si depositi nel fondo tutto quel che trovasi in sospensione nel liquido. La parte chiarificata del miscuglio si travasa con cura in un'altra vasca, e mediante l'iniezione di vapore la si riscalda a 60° o 70°. Il copertone si mette nel bagno caldo e ve lo si lascia per un po' di tempo, spiegandolo nei diversi sensi acciò la soluzione penetri dappertutto. Dopo ciò lo si toglie dal bagno e lo si distende all'aria per farlo asciugare.

Un procedimento dovuto a Husson e Baudichon consiste nello spalmare il copertone con un sapone speciale formato dalla riunione di acidi e di un ossido metallico.

Per 1 chilogr. di sapone di potassa che si fa sciogliere nell'acqua calda si aggiunge una soluzione di solfato di ferro fatta parimente nell'acqua calda.

Mescolando le due soluzioni si forma una doppia decomposizione del solfuro di potassa che, essendo solubile, resta nell'acqua, e del sapone di ferro che per esser insolubile precipita al fondo del vaso.

Il sapone precipitato lo si decanta e lo si lava a più riprese nell'acqua bollente, per liberarlo di tutte le particelle di solfato di potassa che per caso potesse ancor contenere, indi lo si fa gocciolare e seccare.

Questo sapone di ferro, dopo seccato lo si scioglie in mezzo Kg. di olio di lino, nel quale si fece preventivamente fondere un ettogramma di caoutchouc. Si è questa soluzione che si distende sul copertone, che per tal modo è reso impermeabile senza perdere la pieghevolezza della stoffa, il che contribuisce ad evitare molte cause di avaria nei copertoni.

Quando non si crede di dover conservar la tela del color greggio naturale, si possono impiegare altri metodi per render impermeabili i copertoni.

Si fa un miscuglio colle seguenti proporzioni:

Olio di lino				gr.	700
Litargirio in polvere .				))	21
1erra d'ombra in polvere		1		))	125
Bitume				))	40
copale			1	))	16
Nero di Germania				))	98
					1000

e tal mescolanza, agitata bene a caldo, la si applica sul copertone disteso, o con un pennello o con una spazzola.

Dopoche il primo strato è secco se ne applica un secondo, e così via via (per 4 o 5 strati) tanto da una parte che dall'altra della tela.

Sull'ultimo strato si può applicare una mano di vernice. Il nero di Germania dà la tinta nera al fondo, ma volendo un'altra tinta basta sostituirla nel miscuglio al nero di Germania.

Il metodo di Mougin per i copertoni consiste nello spalmarli da ambe le parti, prima con una soluzione di caoutchouc nell'olio di lino e poi con la medesima soluzione alla quale siasi aggiunto del litargirio e della terra d'ombra.

Secondo R. A. Brooman si ottiene una conveniente impermeabilità dei copertoni nel seguente modo.

Si fa un miscuglio di:

Azotato di potassa				p.	200
Resina					270
Gomma gutta .				))	30
Calce spenta .				))	100

Da una parte si fa il latte di calce e dall'altra si scioglie nell'acqua l'azotato di potassa, poi si scioglie la resina e l'azotato a fuoco dolce. Il latte di calce si aggiunge alla soluzione d'azotato di potassa e poi si aggiunge la gomma gutta e la resina. Raffreddandosi, il miscuglio prende l'aspetto di materia dura ed inalterabile.

Di questa materia se ne prendono 10 chilogrammi e si mettono assieme a 10 litri di acqua bollente. Nel medesimo tempo si scioglie in disparte 1 chilogr. di allume in 10 litri d'acqua.

La stoffa si mette a bagno prima nella prima soluzione, quindi nella seconda, e poi si fa seccare in un essiccatojo.

I signori Gillet e Monnier adoperano un miscuglio di 100 parti di caoutchouc sciolto nell'essenza di trementina cui si aggiungono 30 parti di allumina. Questo miscuglio si applica sui copertoni mediante una spazzola od un pennello. Si possono dare diverse mani, però non si passa ad un'applicazione senza che la precedente sia già ben secca.

Per i copertoni delle strade ferrate, di dimensioni  $7,20\times5,60$ , si prescrive la tela con fili di puro lino, tessuto in modo accurato e senza fili rotti od uniti con nodi irregolari o mal fatti. Il peso della tela fina è di chilogrammi 0,60 al m. q. al massimo, quando non è ancora spalmata, e di chilogr. 1,10 dopo la spalmatura. La tela deve esser a tre fili, dei quali due nel senso dell'ordito ed uno in trama, ed il numero dei medesimi per ogni centimetro non sarà inferiore ai 20 nel senso dell'orditura ed a 10 nel senso della trama.

La resistenza della tela greggia sarà di chilogr. 225 almeno, provata su striscie di m. 0,05 di larghezza per la trama, e di m. 0,05 per l'ordito, su di una lunghezza di 40 cm., non compreso il tratto afferrato dagli strettoi della macchina.

Per la spalmatura non è prescritta una speciale ricetta, solo essa non dovrà essere colorita in nero e dovrà garantire la perfetta impermeabilità: nella ricetta dovranno essere esclusi gli ingredienti corrosivi e che possono dar luogo a fermentazione. La spalmatura, applicata da ambe le faccie, dovrà resistere, senza alterarsi, ad una temperatura di — 45° e ad una di + 55° essendo queste la minima e la massima temperatura cui i copertoni possono essere esposti in servizio.

# 12. Tele incerate per coperture di tetti.

Un'utile applicazione trovano le tele rese impermeabili per la copertura dei tetti a motivo della loro relativa leggerezza e per la facilità di adattarsi alle diverse accidentalità che i tetti presentano.

Quantunque per lo scopo di coprire tetti possano bastare le tele impermeabili dei copertoni, pure se ne preparano alcune speciali che noi menzioneremo. E fra tutte, la più comune si è la tela incatramata.

La materia prima per far la spalmatura è il catrame, il quale allo stato naturale contiene un certo numero di sostanze di cui alcune sono volatili a temperatura inferiore a quella dell'acqua in ebollizione, come per es. la benzina: alcune poi sono fisse alla temperatura ordinaria, come la paraffina che usasi per la fabbricazione delle candele.

Tutte le sostanze che si trovano nel catrame sono mescolate a particelle minute di carbone cui è dovuto il color nero del catrame. Se si adopera il catrame naturale e dopo averlo fatto riscaldare lo si spalma sulla tela, esso per settimane intere resterà in istato di relativa morbidezza, per cui può ricevere l'impronta delle dita; conserva inoltre un odore particolare non sempre aggradevole, e se esposto al sole nella stagione estiva si liquefa e cola dalla tela.

È quindi necessario sottoporre il catrame ad una conveniente preparazione prima di adoperarlo per spalmare la tela.

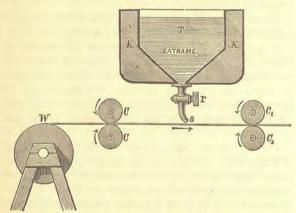


Fig. 898. - Apparecchio per spalmare meccanicamente il catrame sulla tela.

L'operazione principale si è quella della distillazione che separa dal catrame i materiali facilmente volatilizzabili. La distillazione si fa gradatamente da 60° a 300°, ma è bene, per utilizzare i prodotti, che si scindano quelli ottenuti fra 60° e 120° da quelli che si hanno fra 120° e 300° essendo di natura diversa.

Dopo la distillazione a 310º quel che resta nell'alambicco è la materia adatta per spalmare la tela.

La spalmatura si fa con un pennello, mentre la materia è calda e sciolta. Siccome però non appena il catrame tocca la tela fredda si indurisce e rende difficile l'uniforme spalmatura col pennello, così usasi dagli operai anche una spatola di legno, il cui uffizio si è quello di ajutare l'opera del pennello nel distendere la spalmatura in modo uniforme.

La spalmatura si fa da ambe le parti della tela e contemporaneamente.

Il catrame può esser disteso sulla tela anche per mezzo meccanico (fig. 898).

La tela si avvolge attorno al tamburo W e prima che essa vada nel posto ove deve ricevere il catrame la si fa passare fra due rulli CC che premono fortemente l'uno sull'altro. Alla distanza di 50 a 60 cm. dai rulli CC se ne ha un altro pajo  $C_1$   $C_1$  fra i quali passa pure la tela. I rulli CC sono di legno, mentre quelli  $C_1$   $C_1$  sono di metallo e vuoti per potersi riscaldare o facendovi circolare

del vapore, od introducendovi di tanto in tanto delle bacchette di ferro arroventato, oppure dei carboni accesi.

Al disopra dello spazio compreso fra le due paja di rulli si trova il recipiente K K che contiene il catrame caldo e che può esser tenuto alla voluta temperatura facendo circolare attorno al vaso il vapore o l'acqua calda.

Il robinetto r lascia passare per la bocca o il catrame che è destinato a spalmare la tela, e si può regolare la quantità che defluisce a seconda dello strato di spalmatura che si intende applicare sulla tela. Se la tela è a tessuto fino la quantità di catrame è limitata ad un sottile strato, se invece è a tessuto grossolano e poroso allora bisogna aumentare la grossezza dello strato.

La pressione dei due cilindri C<sub>1</sub> C<sub>1</sub> contro la tela fa si che il catrame penetri bene nelle fibre, per cui, quantunque la tela non sia incatramata che da una sola parte, si vede nera da tutte due le parti.

Dopo ciò la tela si appende all'aria sotto tettoje aperte lateralmente perchè così si asciuga e perde qualunque odore sgradevole.

Colle tele incatramate si possono fare anche dei copertoni per carri da ferrovia.

Adoperando la tela incatramata per tetti si usa di spargerla con sabbia fina appena esce dai cilindri C<sub>1</sub> C<sub>1</sub>, ma è necessario in tal caso diminuire la pressione reciproca dei due cilindri acciò lo strato di catrame resti alquanto grosso e si mantenga ancor molle uscendo dai cilindri per ricevere ed incorporare la sabbia. Applicando questa tela sui tetti essi sono resi meno incendiabili di quel che lo sarebbero se non si mettesse la sabbia.

Per coprire i vagoni delle strade ferrate usasi anche la tela resasi impermeabile. Ora diversi sono i mezzi per ottenere ciò:

a) Si prepara il cielo del vagone con tavolato a superficie unita. Si stuccano in esso tutte le fenditure a giuntura, indi si applica uno strato di tinta bigia molto abbondante. Dopo si applica un grosso strato di vernice waterproof, e mentre questo strato è ancor fresco si applica la tela, che è della qualità conosciuta col nome di tela olona, e tessuta tutta in un pezzo quanta è la larghezza del veicolo. La tela, prima di applicarla, deve spalmarsi con olio di lino cotto. Si assicura la tela tutto attorno alla cornice del vagone, e la si distende convenientemente.

Dopo si spalma la tela, prima di tutto con vernice waterproof che poi si lascia asciugare: dopo si dà un secondo strato della stessa vernice, ma molto abbondante, e mentre è ancora fresca la vernice si ricopre lo strato con sabbia fina di fiume passata al crivello, ed essiccata al forno

Quando lo strato è asciutto si toglie con una scopa la sabbia sovrabbondante.

b) Invece di preparare la tela quando è distesa sul carro, si suole anche prepararla a parte, per non aver poi che ad inchiodarla.

In tal caso, sul tavolato che costituisce il cielo deve formarsi un piano di posa morbido per la tela, ed esso è composto di:

Lo strato si fa di 2 a 3 mm. di spessore uniforme su tutto il cielo, poi vi si applica la tela, assicurandola tutta attorno e distendendola convenientemente acciò non faccia alcuna gobba.

La tela è di canape in un sol pezzo e dopo averla spalmata con olio di lino, vi si distende uno strato di intonaco grosso da 1,5 a 2 mm. e formato con un impasto di olio di lino, terra gialla e biacca. Per applicare lo strato la tela vien distesa in appositi telai e la spalmatura si fa a mano con larghe spatole.

Dopo la tela si fa essiccare in un essiccatojo, avendo però cura di spalmarla con olio di lino cotto anche dalla parte opposta a quella che ricevette la spalmatura.

### BIBLIOGRAFIA.

Encuclopédie-Roret. — M. Maigne, Nouveau Manuel complet du fabricant d'objets en caoutchouc, gutta percha, gomme factice, toile et taffetas cirés, Paris 1880. - Rudolf Esslinger, Die Fabrikation des Wachstuches, Wien, A. Hartleben's Verlag, 1880. — Raimund Hoffer, Kautschuk und Guttapercha, Wien, A. Hartleben's Verlag, 1892. — Hugo Fischer, Geschichte, Eigenschaften und Fabrikation des Linoleums, Leipzig, Verlag von Arthur Felix, 1882. — Amtlicher Bericht über die Industrie und Kunstaustellung zu London im Jahre 1862, erstattet nach Beschluss der Commissarien der deutschen Zollvereins-Regierungen, VII, 4 Klasse S. 726. — Breslauer Geweblatt, 1863, N. 1. -Dingler's polytech. Journal, 1863, Bd. 167, S. 238; 1884, S. 337; 1873, S. 431. — The Mechanic's magazine, 1862, p. 274. — Mittheilungen aus den K. techn. Versuchs Anstalten, 1866-1887, S. 85. — Civilingenieur, 1879, S. 580. — Wagner's, Jahresberichte, 1865, p. 558. – Mulder, Die Chemie der Austrocknenden Oele, Berlin 1867. - Muspratt, Encyclopedie der technischen Chemie, Braunschweig 1875. - Andés, Die trocknenden Oele, Braunschweig 1882. — Dr. Schädler, Die Technologie der Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreiches, Berlin 1883. - Dr. Benedikt, Analyse der Fette und Wachsarten, Berlin 1886.

Per la storia dello sviluppo nella fabbricazione del Linoleum e della Lincrusta si possono consultare anche le seguenti patenti inglesi:

Numero	Anno	Numero	Anno
10054	1844	2498, 3858-3857.	1877
2926	1858	3370, 768, 3252 .	1865
2969-209	1860	2620, 2845	1872
1600 e 1387	1861	990-1226	1874
1635-232, 1037 e		2217, 5118	1879
3310	1863	1309	1876
2149	1866	4332-6039	1882
103	1862	10221-1208	1885
543 e 2084, 2340 .	1864	1008, 6518	1884
4134	1875	14039, 14797	1886
2057	1871		

S. FADDA.

TEMPERA. — Francese Trempe; tedesco Hartung; inglese Hardening.

Generalmente parlando dicesi tempera quel procedimento pel quale si induriscono le parti superficiali dei pezzi formati con alcuni prodotti a base di ferro. Però in pratica l'operazione si fa generalmente solo sul ferro o sull'acciajo, e denominasi cementazione, tempera superficiale o tempera a pacchetto (franc. Trempe en coquille, Trempe en paquet; ted. Einsatzhärtung, Oberflächenhärtung, Cementiren, Künstliche Härtung; ingl. Casehardening) se si fa per il ferro, o per l'acciajo, e tempera, propriamente detta, se si fa esclusivamente per l'acciajo.

Il fatto comune a tutte le operazioni di tempera si è quello di portare i pezzi, che a tal procedimento devono sottoporsi, ad una determinata temperatura, e poi farli raffreddare più o meno rapidamente, o nell'acqua, o nell'olio,

o nei grassi, o nell'aria.

La tempera era nota anche agli antichi e noi leggiamo in Plinio, libro XXXIV, cap. XLI: Summa autem differentia in aqua est, cui subinde candens immergitur..... Tenuiora ferramenta oleo restingui mos est, ne aqua in fragilitatem durentur.

Nelle pagine seguenti esporremo brevemente le nozioni più salienti che concernono sia la Cementazione che la

Tempera.

#### CEMENTAZIONE.

Per ottenere la cementazione del ferro o dell'acciajo si collocano i pezzi già preparati entro a casse di ferro avendo cura di attorniare ognuno dei pezzi con una materia che facilmente ceda il carbonio.

Le casse si chiudono, otturando anche le fessure con argilla: poi si collocano in un forno ove si eleva la temperatura fino al calor rosso. L'azione di questa temperatura si fa durare più o meno a seconda delle dimensioni dei pezzi: generalmente da 9 a 30 ore.

Nelle fig. 899-903 si è indicato sia un tipo di forno adatto per la cementazione, sia il modo di disporre i pezzi entro le casse di cementazione. I pezzi non devono mai toccarsi, e se qualche parte di essi non deve subire l'effetto della cementazione occorre spalmare preventivamente quella parte con argilla, che si fa asciugare prima di mettere i

Dopo che la cassa è rimasta nel forno acceso per quelle date ore che si saranno stabilite a seconda del volume dei pezzi, si fa cessare il fuoco; la cassa vien tolta dal forno, ed i pezzi ad uno ad uno si estraggono e si immergono rapidamente nell'acqua fredda, e vi si lasciano fino a completo

Deve aversi qualche cura nel procedere all'immersione dei pezzi nell'acqua. Se essi sono di dimensioni variabili, si immergeranno lentamente cominciando dalle parti più sottili; se sono lunghi si immergeranno verticalmente. I pezzi molto grossi possono per lo più immergersi in qualunque modo nel bagno refrigerante.

Il riscaldamento dei pezzi può farsi anche senza casse, purchè essi durante il riscaldamento si trovino circondati, nelle parti che devono essere cementate, di materie che

cedano facilmente il carbonio.

Un altro modo per ottenere la cementazione senza cassa si è quello di formare una pasta con materie adatte per la

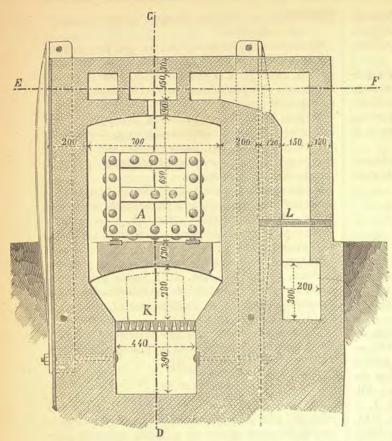


Fig. 899. — Sezione trasversale del forno da tempera sulla linea AB (fig. 903).

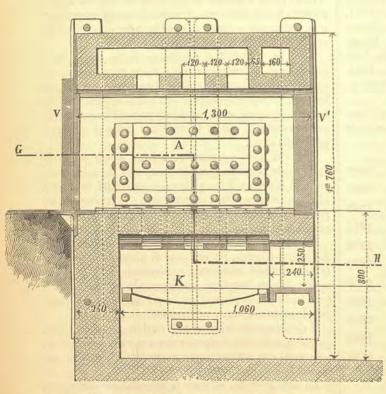


Fig. 900. - Sezione longitudinale del forno da tempera sulla linea CD (fig. 899).

cementazione; spalmare i pezzi con tal pasta, e dopo che la spalmatura è asciutta sottoporre i pezzi all'azione del calore per quel tempo da stabilirsi esperimentalmente, a seconda della natura dei pezzi e di quella della pasta cementante.

Le materie che si mettono entro alla cassa per circondare i pezzi da cementare sono: o carbone di legna, o unghie, o cuojo in rutagli, o fuliggine di legna od il nero animale.

Adoperando il carbone di legna in polvere si deve attivare l'azione del calore per almeno 12 ore; se si desidera che lo strato superficiale che subisce l'influenza della cementazione sia molto grosso, relativamente, bisogna che il calore agisca per un tempo più lungo.

I ritagli di cuojo sono buoni materiali di cementazione, però meno attivi di quel che sia il carbone di legna. Meno efficace è l'azione cementante della fuliggine di legna.

Adoperando il nero animale non si deve far agire il calore per un tempo inferiore alle 24 ore, se vuolsi ottenere anche un sottile strato nella cementazione.

Come materia cementante può anche adoperarsi il cianuro di potassa o prussiato giallo di potassa (franc. Prussiate jaune de potasse, Ferrocyanure de potassium, Cyanoferrure de potassium jaune, Lessive de sang; ted. Kaliumeisencyanür, Ferrocyankalium, Blausäureskali, gelbes Blulaugensalz; inglese Jellow prussiate of potash, Ferrocyanodite of potassium), che sotto l'azione del calore si decompone in prussiato di potassa, azoto e carburo di ferro.

Il pezzo da cementarsi viene prima riscaldato al calore rosso ciliegia, ed in tale stato lo si ricopre col cianuro di potassa in polvere. Allora il carbonio del carburo di ferro si combina con una parte dell'azoto e, secondo Fremy, costituisce un composto azoto-carbonato la cui azione sembra sia essenziale per la cementazione. Quando tutto il cianuro è fuso si fa cessare l'azione del calore sul pezzo che viene immerso nel bagno d'acqua fredda. L'azione cementante così ottenuta non si estende oltre a qualche decimo di millimetro di spessore.

Le resine vengono pure adoperate quale materia cementante, ma veramente non perchè esse abbiano un'azione molto diretta, bensì perchè se un pezzo si espone al fumo della resina bruciata si ricopre di uno strato di fuliggine che lo renderà meglio atto a ricevere la cementazione, mediante le altre materie ordinarie cementanti.

La formazione dell'idrogeno bicarbonato (francese Hydrogène percarboné, o bicarboné, Gas oléfiant; ted. Kohlenwasserstoffgas; ingl. Hydroguret of carbon, carburetted hydrogen, olefiant gas) durante il bruciamento delle resine impedisce anche l'accesso diretto dell'aria sui pezzi da cementare.

I grassi animali vengono adoperati nella cementazione, ma solo per formare l'impasto delle materie cementanti che poi si spalmano sui pezzi

Al medesimo uso possono adoperarsi la farina sciolta nell'acqua, il lievito di birra, ecc. ecc.

Si suole aggiungere alle materie cementanti, oil sale da cucina, od il borace, od il vetro pesto, od il nitrato di potassa.

Questi corpi sottoposti ad alta temperatura fondono e con ciò si distacca dai pezzi che si vogliono cementare quel poco d'ossido che si fosse formato alla superficie. In pari tempo la crosta formatasi con questa fusione impedisce il contatto diretto coll'aria e quindi la formazione di nuovo ossido.

Cosi pure le materie cementanti che trovansi uniformemente diffuse nella massa fusa, si trovano sempre in presenza del pezzo sotto l'azione del calore e così esercitano convenientemente la loro influenza.

Quando i pezzi rimasero sotto l'azione del calore per quel tempo che è necessario, basta immergerli nell'acqua fredda perchè la crosta si screpoli e si distacchi, presentando così all'azione dell'acqua la superficie nitida dei pezzi.

Usansi anche l'arsenico ed il fosforo come materie cementanti. Però non è consigliabile tale impiego, perchè in primo luogo tanto l'arsenico che il fosforo sono nocivi alla salute degli operai, ed in secondo luogo perchè le combinazioni di questi corpi col ferro o coll'acciajo dànno luogo a prodotti assai friabili.

Fra le ricette principali che sono consigliate per ottenere la cementazione, ricordiamo le seguenti.

Partendo dal principio che il punto di fusione del sale da cucina coincide quasi con quello del rosso ciliegia del ferro o dell'acciajo, lo si mescola col prussiato giallo di potassa, o solo o misto a corno calcinato. A questa miscela si aggiunga il borace. Questo possiede la proprietà di sviluppare degli ossidi metallici e la sua aggiunta tende a mantenere la superficie esterna del pezzo da cementare in uno stato di massima purezza. Inoltre, come già si è accennato precedentemente, con questa miscela ove entra il sale da cucina ed il borace, si forma attorno al pezzo uno strato vetroso che, pur non facendo ostacolo alla sfuggita dei gas, impedisce completamente l'entrata dell'aria esterna, e così la combustione del carburo o delle sue combinazioni si trova notevolmente ridotta, e si viene quindi ad avere per la cementazione uno strato più grosso.

Al borace si può sostituire uno dei borati, od un silicato che presenti le qualità volute, ma è più semplice ed economico servirsi del borace.

La miscela che ha dato i migliori risultati è così formata:

Sale comune	potassa	peso	71,40
Prussiato giallo di		»	23,80
Borace		»	4,80
			100.00

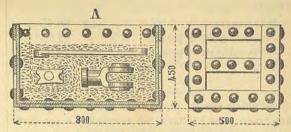


Fig. 901. - Cassa per la cementazione.

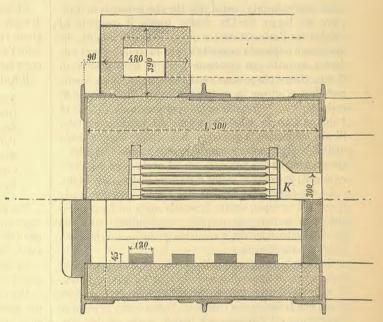


Fig. 902. - Sezione orizzontale del forno da tempera sulla linea EF (fig. 899).

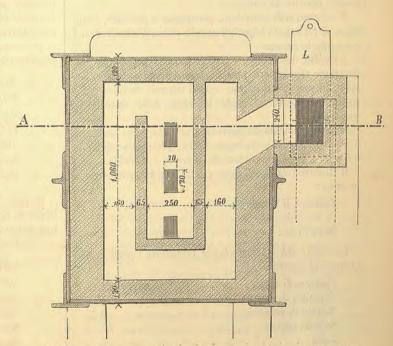


Fig. 903. — Sezione orizzontale del forno da tempera sulla linea GAKH (fig. 900).

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 68.

Oppure:

Sale comune		peso	66,15
Prussiato giallo di potassa			22,05
Corno calcinato in pezzi .			7,35
Borace			4,45
			100,00

Quest'ultima miscela produce uno strato cementante a grana grossa; essa è tuttavia più economica, e per certi determinati impieghi la sua applicazione è così vantaggiosa

come quella della prima miscela.

È evidente che queste proporzioni non sono da osservarsi rigorosamente: notisi solo che una proporzione maggiore nel borace farebbe gonfiar troppo il composto ed indebolirne l'azione. Grazie a questo composto liquido, che deve esser impiegato preferibilmente in scatole senza saldatura, formate con lamine di ferro di uno spessore di 2 mm. circa e che possano esser ricoperte con altra lamina metallica, si ottiene, in un forno ordinario e colla durata di cementazione di circa due ore, una grossezza di mm. 0,5 ad 1 mm. a seconda delle dimensioni del pezzo cementato. Si può aumentare la grossezza dello strato, rimpiazzando nella miscela le materie evaporate sotto l'azione del calore. Questo rimpiazzo si farà ogni ora od anche ogni mezz'ora, e ciò nella proporzione di una metà delle materie impiegate.

La disposizione del focolajo può variare secondo i casi; si può, ad esempio, situare la scatola sopra un focolajo costruito in mattoni, circondati da combustibile, attivando poi la combustione con un sistema qualunque anche prov-

visorio di ventilazione.

Secondo le dimensioni della scatola, la materia entra in fusione in uno spazio di tempo che varia fra <sup>1</sup>/<sub>4</sub> e <sup>3</sup>/<sub>4</sub> d'ora. È indispensabile d'introdurre gli oggetti da temperare prima che la fusione sia completa. Si può anche proseguire l'operazione col composto già liquido introducendovi una nuova quantità di materie contemporaneamente ad ogni singolo oggetto da temperare.

È necessario di riscaldare, per quanto è possibile, in un fuoco di carbone di legna gli oggetti prima d'introdurli nel

composto in fusione.

I residui del composto liquido possono avere una utilizzazione vantaggiosa per la tempera degli utensili in acciajo. Si può infatti portare questi utensili al calor rosso perfetto ricoperti in modo uniforme della miscela in questione.

Il raffreddamento dei pezzi si fa, al solito, od in un bagno d'acqua fredda od in un bagno d'olio. Questo procedimento è dovuto a Th. Lauger (brevetto tedesco, n. 55544).

Il Rinmann dà la seguente ricetta per la cementazione in cassa:

Carbo	one di	betull	a			parti	4
))	di	cuojo				))	1
Nero	fumo					))	3

La ricetta del Karmarsch per cementare i pezzi in una fucina è la seguente:

Carbone di corna.			parti	24
Segatura di corna			))	4
Nitrato di potassa			))	9,5
Sale da cucina .	12		))	55
Colla				6

Ognuno di questi componenti vien ridotto separatamente in polvere, poi si mescolano assieme nelle proporzioni volute, pestandoli in un mortajo.

I pezzi da cementare si portano al calore rosso scuro e poi si estraggono dal fuoco e si ricoprono colla miscela che si fa cadere sui pezzi roventi, facendoli passare per un setaccio fino. La miscela aderisce ai pezzi riscaldati e si forma come una crosta vitrea tutto attorno alla parte che vuolsi cementare.

In tal condizione sono ricondotti al fuoco e riscaldati fino alla temperatura opportuna, raggiunta la quale i pezzi vengono immersi nell'acqua per il voluto raffreddamento.

Un'osservazione da fare si è che il sale da cucina prima di esser introdotto nella miscela dovrà riscaldarsi, per togliere l'umidità che esso contiene, ed impedire così che sotto l'azione del calore collo schioppettio che esso farebbe, possa far saltare la crosta.

Il Kulicke indica la miscela pastosa formata da:

Acido tartarico					in pe	eso parti	6
Olio di fegato						))	30
Sego di bue .						))	10
Polvere di carb	one	di	legr	a		))	2
Nero d'osso .						))	8
Corna di cervo	bru	ciat	е.		- 4	))	3
Prussiato giallo	di	pot	assa		4	))	5

Per preparare questa miscela si fonde prima di tutto il sego di bue, aggiungendovi l'olio di fegato; poi ad uno ad uno tutti gli altri ingredienti nelle proporzioni volute dopo averli ridotti in polvere fina.

La miscela è in principio quasi liquida; dopo alcuni

giorni acquista la consistenza del sego.

Per adoperarla la si spalma sui pezzi da cementare, e poi questi vengono riscaldati alla temperatura voluta. Può anche procedersi nel seguente modo: si riscaldano prima i pezzi alla temperatura del calor rosso: in tale stato si immergono nella miscela, e dopo che i pezzi sono raffreddati si riscaldano alla temperatura voluta. In seguito si fa il raffreddamento nel bagno d'acqua come al solito.

Per cementare o temperare le lime si applicano anche le seguenti miscele, quando la cementazione non si fa in cassa:

a)	Sale da cucina	1	litri	2
,	Vetro pesto			0,50
	Olio di piede di bue			0,75
	Farina di segala			0,75
	Cloroformio in polvere			0,75
	Carbone di betulla in polvere			0,75
	Prussiato giallo di potassa .	grai	nmi	100

Il prussiato giallo di potassa si scioglie in 4 litri di lievito di birra; gli altri ingredienti si aggiungono uno ad uno agitando bene la massa.

b) Ricetta di Schirlitz:

Farina di corna abbrustolite I	parti	16
Corteccia di china in polvere .	))	8
Prussiato giallo di potassa in polvere	))	4
Nitrato di potassa puro in polvere	))	2
Sale di cucina in polvere	)))	4
Sapone nero ,	))	30

c)	Unghie di bue				parti	10
	Corteccia di chi	na			))	10
	Sale da cucina				))	5
	Borace				))	5
	Salnitro .				))	3
	Sapone verde				))	20

Questa miscela si forma cogli ingredienti ridotti in polvere e ben mescolati col sapone. La miscela col tempo indurisce, e perciò quando la si vuole adoperare bisogna stemperarla con un po' d'acqua per spalmarla sui pezzi da cementare, mediante un pennello.

d) La ricetta del Brinkmann è:

Sale da cucina		parti	2
Unghie di bue bruciate		))	30
Farina di grano		))	15

Questi tre ingredienti si pestano in un mortajo e si impastano coll'acqua fino a che si formi un fluido denso.

Volendo adoperare una delle miscele a, b, c, d, per es., per le lime, conviene applicarla sulle parti rugose e non mai sul codolo. Le lime spalmate si fanno asciugare, indi si

mettono nel forno per la cementazione.

Se durante il riscaldamento venisse a distaccarsi dalle lime qualche parte della crosta, devono ritirarsi quelle lime dal fuoco e ricoprire la parte scrostata con olio di piedi di bue, poi rimettere le lime al fuoco. Raggiunta la temperatura voluta per la tempera, le lime si immergono verticalmente e lentamente nel bagno d'acqua fredda senza muoverle lateralmente perchè ciò potrebbe produrre lo scontorcimento del pezzo.

Le lime dopo essere state nella vasca della tempera si puliscono con una striglia di fil di ferro e poi si bagnano nel latte di calce per preservarle dalla ruggine.

Il codolo della lima si stempera immergendolo in un bagno

di piombo fuso.

Îl Th. Lauger ha preso la privativa per le due seguenti miscele di cementazione:

1. Sale da cucina		parti	15
Prussiato giallo di potassa .		. »	5
Borace		))	1
2. Sale da cucina		parti	3,2
Prussiato giallo di potassa .		))	0,3
Borace	72	))	0,07
Truccioli di corna carbonizzati		>>	0,50

Queste due miscele servono per la cementazione in cassa. Se si dispone di una semplice fucina bastano due ore circa di azione del calore per ottenere una crosta cementata di circa 1/2 mm. Si può aumentare la grossezza dello strato cementato se, dopo che i pezzi rimasero per circa due ore sotto l'azione del calore, si rinnova la miscela aggiungendone della nuova a quella contenuta nella cassa, nella proporzione di 1/7.

La miscela si fonde sotto l'azione del calore; quindi il suo impiego può esser continuo, se ogni ora si rinnova sostituendo con altra miscela nuova in quantità proporzio-

nata al numero dei pezzi cementati. La ricetta del Bleichsteiner è:

Cianuro di potassa				parti	3	
Borace				))	1	
Acetato di piombo	1			))	1/3	

Gli ingredienti si pestano in un mortajo riducendoli in polvere finissima e poi mescolandoli bene nel mortajo.

L'applicazione della miscela in polvere si fa spargendola sui pezzi da cementare quando essi sono riscaldati al calor rosso; dopo i pezzi vengono ricondotti al fuoco per far loro raggiungere la temperatura voluta per la cementazione. Per ultimo si fa come al solito il raffreddamento nel bagno d'acqua.

#### Teoria della cementazione.

La cementazione non ebbe finora una spiegazione che soddisfi completamente sia dal lato teorico che da quello pratico; noi accenneremo alle opinioni che si sono manifestate dai metallurgici.

Qualche autore ritiene che il carbonio puro messo in presenza del ferro ad alta temperatura tenda a carburarlo in modo lento, a partire dalla superficie esterna; tal proprietà sarebbe comune anche ai gas contenenti il carbonio, eccezione fatta per l'acido carbonico.

Arzberg ammette che sienvi due mezzi per poter ottenere l'intima unione del ferro col carbonio, cioè la fusione e la cementazione.

Durante la fusione del ferro in contatto col carbonio si forma la ghisa, allo stesso modo che il silice, l'argilla e la calce messi assieme possono fondere formando dei silicati, mentre questi corpi presi isolatamente non potrebbero fondere.

Saint-Claire Deville dice che quando il ferro è alla temperatura del calor rosso i suoi pori si aprono per dar passaggio ai gas, e quindi essi diventano carburati o di natura tale da poter facilmente cedere il carbonio al ferro. Allora succede il fenomeno della cementazione attraverso la massa del ferro, senza che questo cambi di stato fisico.

Se nei pezzi molto grossi la carburazione si limita alla superficie o ad uno strato poco profondo, ciò spiegasi col fatto che in allora le forti dimensioni del pezzo non permettono l'apertura dei pori per tutta la massa, e questa non può esser tutta attraversata dai gas carburati.

La carburazione, abbiamo già detto, si può ottenere tanto pel ferro che per l'acciajo. Ma col ferro si ottiene solo uno strato alla superficie che è più ricco di carbonio, e quindi più duro: coll'acciajo invece la durezza prende un carattere speciale detto tempera, che, come ora vedremo, parrebbe essere una vera combinazione chimica e non un semplice miscuglio di ferro e carbonio.

La tempera è solo possibile per l'acciajo, mentre il ferro può esser solamente cementato.

#### TEMPERA PROPRIAMENTE DETTA.

Il procedimento sintetico per ottenere la tempera dell'acciajo è quello di riscaldarlo ad una determinata temperatura, e, quando è in tale stato, ottenerne il raffreddamento in un tempo più o meno lungo. Il risultato della tempera manifestasi in un aumento di durezza del metallo.

Non tutto l'acciajo che si produce in commercio si presenta nelle stesse condizioni rispetto alla sua composizione chimica, ed al variare di essa viene a modificarsi completamente il modo con cui si comporta l'acciajo nella tempera. Sonvi anzi degli acciai i quali non prendono assolutamente la tempera. 540 TEMPERA

Le categorie d'acciajo che prendono la tempera e che ci interessano nel nostro caso sono specialmente: l'acciajo Bessemer, l'acciajo Martin Siemens e l'acciajo fuso al crogiuolo.

Però sonvi delle numerose sotto-categorie di acciajo che si distinguono, o pel tenore di carbonio che essi contengono, o per la presenza di altri corpi che tendono a modificarne la natura ed il modo di comportarsi nella tempera.

In generale si ammette che aumentando il tenore di carbonio si faciliti di molto la tempera dell'acciajo; però anche a ciò vi è un limite, ed in generale si ammette che il grado massimo di temperabilità si ottiene quando il carbonio trovasi nel tenore del 2 per cento.

La durezza massima dell'acciajo dicesi durezza vitrea (franc. Dur comme le verre; ted. Glashart; ingl. Brittle).

La presenza del carbonio è indispensabile per ottenere la tempera. Se un acciajo contiene solamente *cromo* o *wolfram* non prende la tempera. Se invece contemporaneamente al cromo od al wolfram si ha anche il carbonio, allora la tempera è più intensa di quella che si avrebbe qualora si avesse il solo carbonio.

Anche il manganese contenuto nell'acciajo contribuisce ad aumentare la durezza nella tempera.

# Temperatura della tempera.

L'acciajo diventa incandescente riscaldandolo ad una temperatura compresa fra 500° e 600°; a questa temperatura si ha il cosidetto calore al color rosso cupo (franc. Rouge brun foncé; ted. Dunkel-braunroth; ingl. Dun-red). Aumentando la temperatura oltre i 600 gradi si hanno successivamente i seguenti stadi di calore denominati dal colore che prendono i pezzi riscaldati:

Rosso-ciliegia scuro (francese Rouge-cerise foncé;

ted. Dunkelkirschroth; ingl. Deep cherry-red);

Rosso-ciliegia chiaro (francese Rouge-cerise clair; ted. Heller Kirschroth; ingl. Clear cherry-red);

Rosso-giallo (francese Rouge jaune; tedesco Gelbroth;

ingl. Yellow-red);

Giallo (franc. Jaune; ted. Gelb; ingl. Yellow);

Bianco matto (appannato) (francese Blanc mat; tedesco Mattes Weiss; ingl. Dull white);

Bianco chiaro (franc. Blanc clair; ted. Helles Weiss;

ingl. Clear-White).

La temperatura di tempera dell'acciajo (franc. Température de la trempe; ted. Härtungstemperatur des Stahles; ingl. Hardening temperatur) è quella la quale permette di ottenere che sussista il miglior rapporto fra la durezza e la resistenza del metallo; essa è alquanto inferiore alla temperatura occorrente per fucinare l'acciajo e trovasi compresa fra quella del calore ciliegia scuro e ciliegia chiaro, cioè fra i 600° e 700° centigradi.

Il tenore di carbonio non è però senza influenza notevole sulla temperatura cui deve elevarsi l'acciajo per ottenere la tempera; maggiore è la quantità di carbonio e meno elevata

sarà la temperatura cui deve portarsi l'acciajo.

Operando la tempera alla temperatura voluta dalla natura intima dell'acciajo, si aumenta il limite di elasticità e la resistenza assoluta del metallo, mentre in pari tempo se ne diminuisce la malleabilità. Quindi una prima legge da seguirsi nella tempera dell'acciajo si è la seguente: La temperatura per la tempera non deve mai sorpassare il limite

che praticamente si riconobbe necessario per ottenere l'esito voluto.

Se nella tempera viene riscaldato troppo l'acciajo, allora la sua resistenza assoluta diminuisce, e la sezione presenta una frattura a grana cristallina. L'acciajo dicesi allora sovrariscaldato. Se invece la temperatura si limita al disotto del grado praticamente riconosciuto come necessario per la tempera, allora l'acciajo invece di indurire diventa più tenero senza però perdere la sua facoltà di temperarsi qualora sia trattato convenientemente.

Riscaldando l'acciajo per la tempera esso naturalmente dilatasi; se in tale stato lo si fa raffreddare repentinamente esso non riprende più il suo primitivo volume bensi rimarrà con un volume maggiore. In generale i pezzi temperati subiscono un aumento permanente nel senso della loro grossezza, ed un accorciamento nel senso della loro lunghezza.

L'aumento di volume è direttamente proporzionato al tenore di carbonio contenuto nell'acciajo, ed al grado di temperatura cui si elevò il metallo. Si può provare materialmente quest'aumento di volume prendendo un pezzo di filo d'acciajo nel quale si pratica un foro di diametro fisso e tale che una data spina vi si adatti perfettamente.

Se si tempera questo pezzo di filo d'acciajo, e dopo che è raffreddato si cerca d'introdurre la spina nel foro, si vedrà che ciò non è più possibile essendosi il foro allungato.

Del pari un anello d'acciajo diminuisce di diametro dopo la tempera. L'aumento di volume causato dalla tempera nei pezzi d'acciajo è tanto più grande quanto più piccola è la sezione trasversale dei pezzi temperati e quanto maggiore è il tenore di carbonio contenuto nell'acciajo.

Di questa circostanza deve tenersi un conto rigoroso nel temperare i pezzi che devono conservare delle dimensioni fisse, facendo delle esperienze sulle qualità d'acciajo adoperate, allo scopo di regolare le dimensioni dei pezzi prima della tempera in modo che, dopo che questa è avvenuta, si abbiano le dimensioni volute nel pezzo temperato.

Se nella tempera dell'acciajo si raggiunge la massima durezza, cioè quella vitrea, allora esso non sarebbe utilizzabile perchè troppo fragile; si rimedia però a ciò colla ricottura (franc. Recuit; ted. Anlassen, Nachlassen; ingl. Annealing, letting-down) il cui scopo si è di diminuire il grado di durezza avutosi nella prima operazione fino a quel punto che è necessario per la natura ed uso dei pezzi temperati.

Colla ricottura si ottiene non solo la diminuzione nella durezza dell'acciajo, ma anche un aumento della sua mal-

leabilità

Anche il volume dell'acciajo diminuisce colla ricottura, e quindi aumenta il peso specifico.

Come si vede, tre sono le operazioni principali importantissime che si devono curare nella tempera:

- 1. Il riscaldamento e la fucinatura dei pezzi;
- 2. Il raffreddamento;
- 3. La ricottura.

# Riscaldamento e fucinatura dei pezzi d'acciajo.

L'acciajo, massime quello che è destinato per la preparazione degli utensili, e che costituisce il maggior contingente di quello da sottoporre alla tempera, ha spessisimo una tendenza interna alla rottura, e tale tendenza

viene sollecitata nella massa dell'acciajo dalla lavorazione allo stato pressochè freddo cui detto acciajo è sottoposto nell'ultimo stadio.

Si è perciò che se non si usano delle adatte precauzioni durante la fucinatura di quest'acciajo è facile si verifichino nei pezzi lavorati, o scontorcimenti (franc. Déjeter, Gauchir; ted. Verziehen, Werfen, Krummziehem; ingl. Warping), o screpolature (francese Crevasses, Criques, Pailles; tedesco Borsten, Hartborsten, Härterisse; inglese Flaws, Cracks, Fractures).

Ad evitare simili inconvenienti occorre provvedere per una ricottura preliminare alla lavorazione ed alla tempera, da non confondersi con quella susseguente la tempera.

Nel foggiare i pezzi d'acciajo che sono in seguito destinati ad esser temperati, deve procedersi nel modo più spiccio, perchè, in generale, le calde ripetute troppo sovente possono alterare la natura dell'acciajo decarburandolo, e quindi esso risulta meno atto a ricevere la tempera.

Quando per la natura dei pezzi, con forme troppo complicate, sia indispensabile passare per un numero rilevante di calde successive, è bene far si che la foggiatura proceda per brevi passi, e quindi che fra un'operazione e le successive non corra troppo tempo, per modo che il pezzo non abbia a subire un raffreddamento notevole. Invece con una breve durata delle calde si deve poterlo ricondurre alla temperatura voluta per la lavorazione.

Naturalmente in questo caso deve prevedersi il calo naturale che l'acciajo subisce per il contatto col combustibile, allo scopo di proporzionarne acconciamente le dimensioni.

Sempre che è possibile poi, dopo la ricottura e le prime lavorazioni a caldo, sarà meglio finire la foggiatura colla lima o colla macchina, per evitare così di assoggettare il pezzo ad un numero di calde troppo grande, nel che vi è sempre pericolo di compromettere la riuscita dei pezzi.

Deve evitarsi che nel punto in cui si raccordano due superficie di un pezzo sienvi angoli rientranti o spigoli vivi; invece devono esservi dei raccordi con curve dolci o spigoli arrotondati.

I pezzi, massime se fatti con acciajo duro, non devono esser urtati violentemente sia col martello che collo scalpello, col bulino od altri simili attrezzi.

Per preservare il metallo dalla decarburazione, durante il lavoro di foggiatura a caldo, è utile immergerli a freddo in una soluzione di 100 grammi di soda e 1000 di argilla sciolti in un litro d'acqua.

I pezzi da fucinare si immergono in questa soluzione e poi si lasciano asciugare. Quando lo strato è asciutto si procede alla fucinazione.

L'acciajo duro si fucina al calore rosso-ciliegia chiaro. L'acciajo di media durezza si fucina al rosso chiaro.

Gli acciai dolci, ma tenaci, come sono, per esempio, quelli adoperati per le molle, si fucinano al calor giallo chiaro.

Oltrepassando questa temperatura si altera facilmente la natura dell'acciajo che diventa fragile. Nel riscaldamento deve evitarsi l'azione diretta dell'aria sul pezzo, perchè ciò potrebbe causare la bruciatura dell'acciajo.

Ne meno nocivi sarebbero gli effetti per l'acciajo, qualora nella foggiatura a caldo si andasse a temperature inferiori a quella suindicata. È chiaro infatti che lavorando l'acciajo non riscaldato convenientemente, esso verrebbe a perdere della sua elasticità, sarebbe più facile a screpolarsi, e siccome si produrrebbero nell'interno della massa delle tensioni molecolari, queste si rivelerebbero all'atto della tempera causando avarie nei pezzi preparati.

L'operazione della *ricalcatura* deve pur evitarsi nella foggiatura a caldo dell'acciajo, massime poi quando questo

è alquanto duro; e la ragione è ovvia.

Durante la foggiatura a caldo dei pezzi d'acciajo occorre badare a che essi vengano ad esser uniformemente compressi.

Cosi, per esempio, se da una sbarra d'acciajo di forma prismatica rettangolare si vuole ricavare una punta od un coltello, è chiaro che non tutte le parti della sezione trasversale vengono assoggettate in egual modo all'azione del martello e che la parte centrale resti meno battuta che le parti periferiche.

Vi sarà quindi una tensione interna che bisogna far cessare se non si vuole che i pezzi dopo lavorati si gua-

stino all'atto della tempera.

L'acciajo fucinato e laminato ha una grana più uniforme nella sbarra a sezione rettangola o quadrata di quel che si abbia nella sbarra tonda. Perciò è meglio ricavare gli attrezzi fini, per quanto si può, o da sbarre rettangole o da sbarre ottagonali. Se gli attrezzi devono avere una forma cilindrica sarebbe bene ricavarli al tornio da una sezione ottagonale.

Nell'acciajo a sezione rettangolare e quadrata, si ha una tensione molecolare maggiore nella parte periferica di quel che sia nella centrale. Quindi se devono farsi dei conii di medaglie od attrezzi analoghi conviene, per quanto è possibile, ricavarli dalla parte esterna piuttosto che dall'interna, massime per quella parte che è soggetta al massimo lavoro.

Tutti i pezzi lavorati alla fucina devono esser ricotti prima di temperarli.

Perciò i pezzi di forme semplici si riscaldano uniformemente fino al calor *rosso scuro*, e poi si lasciano raffreddare lentamente nell'aria.

Il trascurare queste operazioni, per profittare del calore di fucinazione nella tempera, comprometterebbe per lo più la riuscita dei pezzi.

Se i pezzi sono di piccole dimensioni e ad angoli vivi, sarà bene che, mentre si raffreddano all'aria, sieno circondati con polvere secca di coke, o di carbone di legna, o di scorie

Se i pezzi da temperare sono di forma complicata ed hanno delle parti che facilmente possono avariarsi, si riscaldano al calor rosso scuro raccogliendoli entro casse di lamiera di ferro, dopo averli accuratamente circondati con tornitura di ferro, ma senza ruggine.

La durata dell'azione del calore in questa ricottura preliminare si determina praticamente a seconda delle dimensioni e forma dei pezzi e della qualità dell'acciajo. Essa si prolunga più o meno a seconda che si vuol ottenere nei pezzi una minore o maggior durezza.

Il calore della ricottura non deve mai oltrepassare la

temperatura del rosso cupo.

Il raffreddamento si fa lentamente senza scoprire la cassa ma solo lasciandola esposta all'aria per qualche tempo. Riscaldamento per la tempera

(fr. Chauffage pour la trempe; ted. Erhitzen zum Härten; ingl. Heating for hardening).

Questo riscaldamento, che deve essere indipendente da quello di ricottura preliminare dell'acciajo, deve ottenersi in modo uniforme per tutto il pezzo o parte del pezzo che deve esser temperato.

Il riscaldamento può ottenersi in diversi modi:

a) In una fucina ordinaria. — Per i pezzi di natura delicata si usa nella fucina per la tempera il carbone di legna col quale si circondano i pezzi in modo regolare ed uniforme. Pei pezzi ordinari si può adoperare anche il carbone coke o quello fossile comune da fucina. Il combustibile si riduce in pezzi di piccolo volume e non troppo diversi fra di loro.

Nel collocare i pezzi da riscaldare bisogna badare a circondarli bene tutto attorno, e ad impedire che l'aria che viene dall'ugello vada a colpire direttamente i pezzi.

Al principio dell'operazione e quando si mettono a parte i pezzi da temperare, il fuoco deve essere già completamente acceso; dopo che il pezzo venne circondato dai carboni accesi, si modera l'azione dell'aria e si osserva l'andamento del riscaldamento. Quando si è per raggiungere la temperatura voluta, si aumenta la quantità dell'aria immessa.

La necessità di aver il combustibile perfettamente acceso quando si mettono i pezzi nel fuoco, è tanto più evidente per il caso in cui debbasi adoperare del carbon fossile, perchè così le piriti che spesso si incontrano in tal combustibile si decompongono e non danneggiano l'acciajo. Se tale precauzione non si usasse si avrebbe la superficie dell'acciajo macchiata per il deposito appunto di piriti, e con ciò si andrebbe incontro anche all'inconveniente di aver in quelle macchie dei punti che non ricevono la tempera. Questi punti diconsi anche punti teneri (tedesco Weichenflecken).

I pezzi con sezioni molto diverse fra di loro si riscaldano prima nelle parti più grosse; per seguire attentamente l'operazione l'operajo può ottenere il riscaldamento uniforme smuovendo il pezzo a seconda del bisogno per allontanarlo od avvicinarlo al punto ove più intenso è il calore.

Gli stampi grossi e simili si riscaldano a diverse riprese nella fucina per riuscire ad un uniforme riscaldamento nonostante la differenza nelle sezioni. Giova anche in questo caso od il raffreddamento parziale dopo ogni calda, o l'immersione totale nell'acqua calda.

b) Riscaldamento entro tubi su di una fucina ordinaria. — Se i pezzi da temperare sono di piccole dimensioni non si mettono a scaldare direttamente sul fuoco; invece si collocano dentro un tubo di ferro o di terra refrattaria o di ghisa, di diametro appropriato, e questo tubo si mette sulla fucina riscaldandolo nel modo solito fino a che i pezzi nell'interno abbiano raggiunta la temperatura voluta.

Analogamente si pratica per riscaldare gli stampi, conii di medaglie o monete, i quali presentano delle incisioni a risalti delicati che potrebbero guastarsi se in diretto contatto colla fiamma. È bene in simili casi circondare i pezzi entro al tubo con polvere di carbone, disponendo i conii per modo

che la parte non incisa sia al disotto voltata verso la bragia, mentre la parte incisa è coperta di carbone e si riscalda quindi più lentamente.

c) Riscaldamento entro fucine speciali. — Per i pezzi di lunghezza non ordinaria, è necessario provvedere per il riscaldamento uniforme entro fucine speciali. In esse si aumenta il numero degli ugelli acciò l'aria possa essere uniformemente distribuita per tutta la massa del combustibile.

Se in tal caso si adopera il carbone di legna gli ugelli si devono mettere alquanto inclinati e ad una distanza di circa 130 mm. fra di loro; l'apertura dell'ugello sarà ovale, delle dimensioni di circa 25 × 12 mm. coll'asse maggiore orizzontale.

Un esempio di fucina speciale per il riscaldamento di pezzi lunghi l'abbiamo nelle figure 904, 905, 906, 907 e 908.

La fucina, adoperata nelle officine ferroviarie, serve per i maschi creatori lunghi delle caldaje col focolajo cosidetto Belpaire.

Essa consta di un forno mobile A, di un pozzo B per la tempera e di una piccola grue C per sostenere il pezzo da temperare. Il forno A è rappresentato in sezione verticale nella figura 905, mentre le figure 906, 907 e 908 indicano diverse sezioni trasversali.

Come si rileva dal disegno, il forno consta di
una graticola interna, conica, formata di tante sbarre
di ferro a breve distanza fra
di loro.

La graticola è circondata da un involucro pur conico ed in lamina di ferro, essendovi un sufficiente spazio per potervi collocare i carboni.

Tanto la graticola che l'involucro sono poggiati su di

un tubo fatto a toro che comunica col condotto dell'aria di un ventilatore con tre tubi verticali che si elevano fra la graticola e l'involucro. Questi tre tubi sono perforati per tutta l'altezza costituendo una serie di piccoli ugelli.

Fra le sbarre della graticola e l'involucro si mette del carbone da fucina o del coke che viene acceso e l'alimentazione della combustione è mantenuta dall'aria che esce dai tubi verticali bucherati.

Il maschio creatore da riscaldare si mantiene nell'asse della graticola tenendolo sospeso alla piccola grue C nel modo indicato dalla fig. 904.

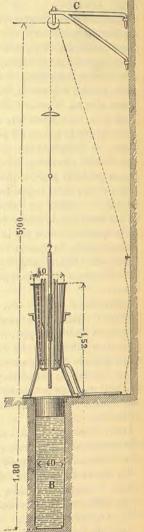
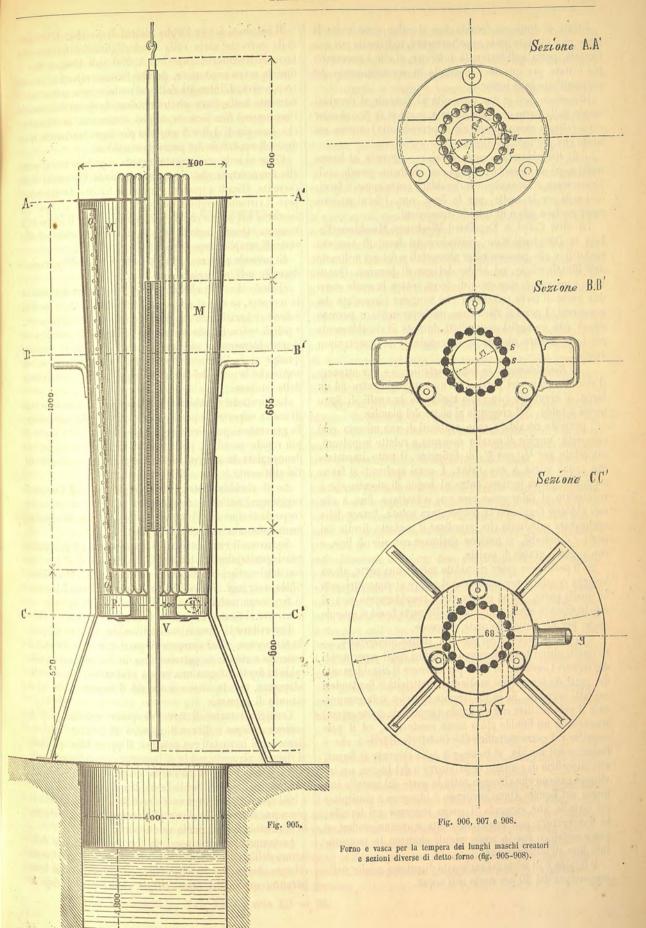


Fig. 904 — Insieme del forno colla carrucola e col pozzo.



Prima di tutto si riscalda fino al calor rosso scuro la parte non filettata posta superiormente, indi quella pur non filettata, posta nell'estremità inferiore, il che è necessario per evitare per quanto è possibile lo scontorcimento del pezzo all'atto della tempera.

Riscaldate così le due estremità si procede al riscaldamento della parte centrale filettata, e ciò si fa fino al calor rosso ciliegia chiaro; dopo ciò si procede alla tempera nel

modo che più innanzi diremo.

d) Riscaldamento entro forni. — Quando si hanno molti pezzi da riscaldare, e che essi debbono esserlo uniformemente, è conveniente il riscaldarli entro appositi forni; così si fa per le molle, per le lime, ecc. I forni possono

esser anche a gas e di tutte le dimensioni.

La ditta Collet e Engelhard Werkzeug-Maschinen-Fabrik in Offenbach-Main, costruisce dei forni di tempera portatili, e che possono esser alimentati o dal gas ordinario dell'illuminazione, od anche dal gas di benzina. Questi forni constano di una cassa di ferro, entro la quale sonvi due casse di terra refrattaria che vengono circondate dai gas accesi. I pezzi si riscaldano uniformemente e possono essere con comodità sorvegliati durante il riscaldamento per farlo cessare quando si sia raggiunta la temperatura voluta.

e) Riscaldamento in bagni metallici. - Per ottenere il riscaldamento dei pezzi si ha un crogiuolo entro ad un forno; il crogiuolo è in ghisa rinforzato da anelli di ferro messi a caldo. Nel crogiuolo si mette del piombo.

I pezzi da riscaldare sono spalmati di una miscela così composta: unghie di cavallo essiccate e ridotte in polvere, mescolate per 1/3 con 2/3 di fuliggine, il tutto impastato con acqua salata o con urina. I pezzi spalmati si fanno asciugare, poi si mettono entro al bagno di piombo che è mantenuto al calor rosso vivo e vi si lasciano fino a che essi abbiano raggiunto la temperatura voluta. Invece della spalmatura suindicata che impedisce il contatto diretto dei pezzi col piombo, si possono spalmare con olio di lino, o con sugna o grasso di majale.

Se il pezzo deve esser riscaldato solo da una parte, allora bisogna regolarsi per modo che il calore si concentri solo su quella parte. Ma ad ogni modo il riscaldamento non si può limitare in modo assoluto a quella parte bensì si estende

anche per un tratto alla parte adiacente.

f) Riscaldamento col processo elettro-idrotermico. -Di questi ultimi tempi vengono facendosi degli esperimenti dai signori Lagrange ed Hoho per ottenere il riscaldamento dei pezzi da temperarsi mediante l'elettricità e fondandosi sui fatti seguenti. Se in un circuito elettrico si fa comunicare il polo positivo con un anodo a superficie molto estesa, immersa in un liquido più o meno conduttore, ed il polo negativo col pezzo metallico che vuolsi riscaldare e che è immerso nel liquido, al passaggio della corrente si forma, alla superficie di contatto della sbarra e del bagno, un inviluppo gassoso che circonda tutta la parte del metallo immersa nel liquido. Quest'inviluppo è idrogeno e costituisce un fornello che circonda il corpo immerso nel liquido; la temperatura può esser molto alta e comunicandosi al pezzo metallico può in pochi minuti elevarne la temperatura fino all'incandescenza.

Il liquido è di solito del carbonato di potassa sciolto nella proporzione del 20 per cento nell'acqua.

Il catodo si fa con larghe piastre di piombo. L'intensità della corrente varia colla conducibilità del liquido. Per forze elettromotrici superiori a 250 volt bisogna fare il liquido meno conduttore, perchè l'azione calorifica non sia troppo viva. L'intensità della corrente non aumenta sensibilmente colla forza elettromotrice. In generale, quando l'inviluppo è ben formato, si può ammettere praticamente che esso sia di 4,5 a 5 ampères per ogni centimetro quadrato di superficie del pezzo da riscaldare.

Come si vede, con questo metodo si può portare il pezzo alla temperatura che si vuole, regolando l'intensità della corrente. Giunti a quel punto non si ha che da interrompere il circuito perchè il pezzo da riscaldare si trovi già immerso nel bagno che se è freddo può esser il bagno della tempera. Questo metodo però è finora enunciato ed allo

stato di semplice esperimento.

Si prevede però che possa prendere uno sviluppo considerevole nell'industria.

Quando si voglia che una parte di un pezzo non subisca la tempera, se non si può impedire che tal parte si riscaldi. è bene ricoprirla con una pasta composta di argilla, acqua, e peli di vacca. Questa pasta resta aderente al pezzo durante il riscaldamento e siccome non se ne distacca neanche quando si fa l'immersione nel bagno della tempera, ne segue che la parte del pezzo così coperta non subirà l'azione della tempera.

La durata del riscaldamento dei pezzi da temperare è cosa di molta importanza per la buona riuscita dell'operazione. In generale si può dire che il riscaldamento dev'essere il più rapido possibile, purchè però non ne venga con ciò danneggiata la riuscita della tempera e l'uniformità del

riscaldamento.

Se il riscaldamento è troppo pronto, difficilmente si raggiunge l'uniforme temperatura per tutta la massa del corpo da temperare. Si eccettua solo il caso di riscaldamento ottenuto mediante l'elettricità.

Se invece il riscaldamento è troppo lento allora abbiamo quasi inevitabilmente la formazione dell'ossido di ferro nei così detti rosticci (fr. Écailles, Mâchefer; ted. Eisensinter, Glühspane; ingl. Scales). Essi o non si staccano dal pezzo o lo fanno con molta difficoltà. Inoltre l'ossido di ferro, nei punti ove si forma, impedisce la tempera.

Per evitare la formazione dell'ossido di ferro sui pezzi da temperare, usasi spargere i pezzi con sale da cucina essiccato e ridotto in polvere; esso in contatto col metallo caldo si fonde e forma una crosta protettrice. Si può anche adoperare, per lo stesso scopo od il sapone molle od il

cianuro di potassa.

Consigliasi anche di fare una pasta, con due parti di carbone di legna e di una di cianuro di potassa, cotti assieme e poi impastati con gelatina. Il pezzo d'acciajo prima si riscalda alquanto, poi lo si immerge completamente nella pasta, quando questa è asciutta sul pezzo, lo si immerge di nuovo nella pasta, acciò se ne depositi un nuovo strato, e così successivamente fino a che si formi tutto attorno al pezzo una crosta di 2 a 3 mm. di grossezza. Dopo ciò il pezzo lo si riscalda fino al grado voluto per la tempera.

La temperatura dei pezzi da temperarsi dipende dalla natura dell'acciajo, ed è compresa fra il rosso-cupo ed il rosso ciliegia chiaro. Per l'acciajo duro, si ammette come temperatura quella del rosso-ciliegia cupo; per l'acciajo di media durezza il rosso-ciliegia; per l'acciajo tenero e dolce il rosso-ciliegia chiaro.

Se non occorre gran durezza, ma per contro molta tenacità, per es., per quelle parti di un meccanismo soggette a fregamento continuo e che devono perciò esser protette dall'azione di tal fregamento, non importa se anche si riscalda ad una temperatura più bassa di quella occorrente per la tempera, ricordando solo che l'acciajo non prende la tempera se si riscalda a temperatura inferiore a quella del rosso-bruno; in questo caso l'acciajo diventa tenero, ma può indurire ripetendo l'operazione del riscaldamento a temperatura più alta.

# 2. - Raffreddamento dei pezzi da temperare.

Per ottenere una buona riuscita nella tempera è necessario non solo aver cura acciò il riscaldamento sia uniforme e raggiunga la temperatura voluta, ma anche importa moltissimo che il raffreddamento succeda pronto ed uniforme anche se le dimensioni del pezzo da temperare variano da un punto ad un altro del pezzo.

La necessità di queste cure nel riscaldare e nel raffreddare i pezzi è dimostrata dal fatto che durante il riscaldamento l'acciajo si dilata, e nell'immergerlo repentinamente nel bagno per la tempera tende a restringersi; e se il passaggio non è graduale ed uniforme, tenuto conto della differenza nelle sezioni del pezzo, potrebbe verificarsi il caso che si abbiano in esso, o degli scontorcimenti o delle screpolature, se non si è provveduto perchè nelle diverse sezioni del pezzo il restringimento succeda in modo graduale ed uniforme.

I pezzi da raffreddarsi per la tempera dovranno immergersi nella relativa vasca, ma nel mezzo, acciò tutto attorno al pezzo il liquido possa esercitare in modo uniforme la sua azione refrigerante; cosa questa che non si verificherebbe se i pezzi si immergessero vicino alle pareti della vasca.

Occorrendo temperare un pezzo solo per un tratto, che perciò venne opportunamente riscaldato alla voluta temperatura, conviene immergere il pezzo nel bagno, non per il solo tratto che fu soggetto al riscaldamento ma per un tratto maggiore. Quando devono temperarsi pezzi piccoli come, per esempio, aghi, penne, e simili, essi possono esser gettati alla rinfusa nel bagno per esser raffreddati.

Lo sviluppo di vapori che si ha mettendo i pezzi roventi nel bagno freddo e che può nuocere alla buona riuscita della tempera, può attenuarsi immergendo lentamente nel bagno i pezzi da temperare e cambiando spesso la posizione ai pezzi nell'interno del bagno. Se il bagno di tempera fosse l'acqua corrente non occorre più muovere il pezzo perché l'acqua si rinnova continuamente in contatto ai pezzi. Si può anche evitare lo sviluppo dei vapori se i pezzi si raffreddano sotto un getto a doccia.

I pezzi lunghi, qualunque sia la loro sezione, devono immergersi nel bagno tenendoli verticali; se invece si immergessero parallelamente alla superficie del bagno, facilmente si scontorcerebbero. È anche buona regola di immergerli, pur mantenendoli coll'asse verticale, ma facendo loro percorrere nel bagno un cammino a spirale, e ciò perchè l'acciajo si trovi sempre in contatto a nuovo liquido non ancora riscaldato per la presenza del pezzo rovente. Ma se i pezzi sono di dimensioni trasversali molto esili per rispetto alla lunghezza, non è prudente farli muovere a spirale nel

liquido del bagno, bensi conviene immergerli gradatamente e verticalmente, se si vogliono evitare gli scontorcimenti.

I pezzi larghi e sottili si devono immergere nel bagno

dalla parte della minor sezione.

Gli oggetti a spessore ineguale si immergono verticalmente incominciando dalla parte più grossa, mentre se l'immersione succedesse dalla parte più sottile il pezzo certamente si scontorcerebbe perchè la parte sottile raffreddandosi non potrebbe seguire le contrazioni della parte più grossa che nella sua massa conserva una maggior quantità di energia termica. Se in pratica si presentasse qualche caso per cui riuscisse o difficile od impossibile l'immersione preliminare della parte grossa, allora si possono spalmare le parti sottili con un leggiero strato di argilla che ritarda il raffreddamento nel bagno.

Il bagno della tempera deve esser regolato in modo che durante l'operazione conservi approssimativamente uniforme temperatura. Quindi o deve aversi una vasca molto grande, oppure deve rinnovarsi in modo continuo il contenuto del bagno.

La celerità del raffreddamento dei pezzi fondasi sulla conduttibilità che ha il liquido del bagno pel calorico, sul suo peso specifico, sul suo calorico specifico, sul suo punto di ebollizione e sul calorico di evaporazione. Vi è ancora la temperatura del bagno che deve esser presa in molta considerazione per la tempera.

Abbiamo già detto che per aver la tempera dell'acciajo bisogna farlo riscaldare fino al calore rosso ciliegia; nel bagno esso deve discendere repentinamente fino alla temperatura del calore rosso scuro. Il raffreddamento successivo al disotto della temperatura del calor rosso scuro, non ha alcuna importanza marcata per la tempera, ma però esso serve per fissare il grado di durezza ottenuto nel primo stadio della tempera. Quindi nell'atto della tempera devono considerarsi due periodi ben distinti: il primo dicesi smorzamento, ed esso fissa la tempera e porta il pezzo alla temperatura del calor rosso-scuro; il secondo poi è il completo raffreddamento del pezzo fino alla temperatura del bagno, e ciò deve ottenersi al più presto possibile.

Temperando l'acciajo nell'acqua calda si riconosce facilmente che il primo periodo, quello di fissazione della tempera, e che è il più importante, dura più a lungo che quando si tempera coll'acqua fredda: la ragione sta nel fatto che l'acqua calda si presta meglio alla formazione dei vapori, il quale fatto ritarda l'azione dell'acqua per quanto concerne la tempera.

In generale si ammette che quanto più è bassa la temperatura del bagno, tanto migliore può riuscire la tempera dell'acciajo a parità di altre condizioni.

## Bagni diversi usati per la tempera.

Il liquido più usato per il bagno della tempera è l'acqua pura alla temperatura di circa 20° centigradi.

L'acqua può essere: o corrente, ed in tal caso i pezzi non si spostano e solo si fanno girare attorno a sè stessi acciò tutte le facce si trovino nelle stesse condizioni per quanto concerne l'azione dell'acqua sul metallo; o proveniente da sorgente, in allora l'acqua si fa venire entro a vasche dalle quali trabocca per uno sfioratore posto nella parte superiore. L'acqua può farsi giungere sui pezzi od a getto od a spruzzo.

Il getto prodotto da un certo battente, che può esser anche l'altezza di una casa, si fa arrivare direttamente sui pezzi da raffreddare in colonna alquanto grossa. Per contro volendo far pervenire l'acqua sotto forma di fili in parti minute sui pezzi, devesi impiegare il getto a spruzzo.

L'efficacia della tempera ottenuta coll'acqua si aumenta col mettere nel bagno una quantità di sal marino nella pro-

porzione del 2 al 4 per cento.

Le acque contenenti naturalmente dell'acido carbonico in soluzione temperano meglio che quelle chimicamente pure.

Il latte di calce aggiunto all'acqua del bagno diminuisce la sua conduttibilità per il calorico, e quindi la tempera che con tal bagno si ottiene riesce meno dura.

I coltelli ed in generale gli utensili che lavorano senza urto, conviene temperarli, o nell'acqua acidulata, od in quella a temperatura al di sotto dei 20° centigradi.

Qualche volta la tempera dei pezzi piani e molto sottili si ottiene senza danneggiare menomamente i pezzi, col circondarli con polvere fina di carbone inumidita.

Anche la sabbia fina, leggermente inumidita, può adoperarsi come un bagno di tempera; in tal caso più è grande la finezza dei grani di sabbia e maggiore è la efficacia della

Le materie grasse sono pur molto indicate per bagni di tempera. Quando si usa olio o grasso, od un misto di olio e grasso, ed il lavoro della tempera è continuo ed intenso, bisogna evitare che il bagno abbia a riscaldarsi troppo; perchè allora potrebbe infiammarsi. Perciò basta circondare la vasca del bagno con acqua fresca che si ricambi continuamente. Se però fra una tempera e le successive corre un certo lasso di tempo che permetta alla materia contenuta nel bagno di raffreddarsi, non occorre procurarne il raffreddamento continuo ed artificiale. Tale è il caso del bagno d'olio indicato nelle fig. da 904 a 908 per la tempera dei maschi creatori lunghi di cui già si è parlato.

L'olio può esser solo ridotto ad uno strato che galleggi

sull'acqua fredda.

In alcuni casi usasi la tempera combinata, la quale consiste nell'immergere prima nell'acqua i pezzi da temperare fino ad un certo grado di raffreddamento, e nel completare in seguito questo raffreddamento nell'olio.

Per certe qualità d'acciajo è indicata come bagno di raffreddamento l'aria atmosferica, o spinta sotto pressione contro i pezzi, oppur agitando i pezzi nell'aria. Di simile metodo si servono a Damasco per temperare le famose lame fabbricate in quella città.

Alcuni acciai speciali, come quello *mushet*, si temperano esponendoli all'aria per ottenerne il raffreddamento, dopo essere stati portati alla temperatura voluta per la tempera.

Si usa per la tempera un bagno di glicerina, secondo le indicazioni date dall'ingegnere capitano C. Teodofieff di Pietroburgo. La densità della glicerina può variare da 1,08 ad 1,26 a 15° centigr., e vi si aggiunge una maggiore o minor quantità d'acqua a seconda della qualità dell'acciajo e dello scopo che si vuol raggiungere nella tempera.

Il peso del bagno deve esser da 6 a 10 volte quello del pezzo da temperare e può nell'operazione della tempera portarsi la temperatura del bagno da 15° a 20° senza che si verifichino sensibili alterazioni sul risultato della tempera.

Volendo raggiungere un grado elevato di durezza nei pezzi da temperarsi immergendoli caldi nella glicerina, bi-

sogna medicare il bagno sciogliendovi del solfato di manganese, nella proporzione di 1 a 34  $^{\rm o}/_{\rm o}$ , e del solfato di potassio nella proporzione da 0,25 a 4  $^{\rm o}/_{\rm o}$ , e ciò a seconda del volume dei pezzi, della natura dell'acciajo e del risultato che si intende di raggiungere.

Anche i metalli in fusione vengono adoperati quali bagni di tempera. Ciò venne scoperto dall'inglese Th. Gill fino dal 1818. I metalli adoperati sono: lo stagno, il piombo e lo zinco allo stato di fusione, cioè rispettivamente a 230°, 330° e 400° centigr.

Raramente si adopera il mercurio come bagno di tempera, e solo per piccoli pezzi, essendo questo mezzo molto costoso.

Bagni moderni di tempera sono quelli con leghe di piombo, stagno e bismuto proposti dalle Acciajerie della marina e delle strade ferrate francesi. Queste leghe si usano allo stato solido allo scopo di utilizzare per la tempera il calorico di fusione della lega; di più con questo mezzo si riesce a mantenere costante la temperatura del bagno, tutochè il peso di esso si riduca al minimo. Notisi inoltre che col bagno ottenuto con leghe metalliche allo stato solido è facile limitare la sua azione a certe determinate parti del pezzo.

Les Forges de Châtillon e Commentry, che fecero ampiissime esperienze sulle tempere, proposero un nuovo metodo di bagno col piombo fuso e ritengono che con esso si riesce a mantenere nei pezzi una composizione molecolare uniforme e ad evitare la formazione di screpolature o soffiature nei pezzi riscaldati per la tempera.

La ditta Carlo Küpfer di Biel (Svizzera) consiglia il seguente metodo di tempera.

Si forma una miscela pastosa, con:

Olio di pesce			parti in peso	50
Colofonia .		1	))	40
Trementina .			))	10

I pezzi riscaldati per la tempera si immergono in questa pasta e vi si mantengono finchè sia smorzato il calor intenso. Poi si scaldano di nuovo al calor rosso e si immergono in un bagno speciale formato nel modo seguente:

Acqua bo	ollita e d	ecan	tata			
Salnitro						40%
Cloruro	di ammo	nio				60 »

Questi due ultimi corpi si pestano assieme, poi della miscela se ne sciolgono 25 grammi per ogni litro d'acqua bollita.

Altra miscela della stessa dit	ta	C.	Kü	pfer	ė:	1	
Nitrato d'argento							0/0
Cloruro d'ammonio .						15	))
Ferrocianuro di potassio						25	
Materie organiche azotate						55	))
	Т	ota	le			100	))

Il pezzo d'acciajo lo si scalda lentamente al carbone di legna fino al calor rosso vivo, e quando lo si toglie dal fuoco a quella temperatura lo si asperge colla polvere delle miscele indicate. La miscela, sotto l'azione del calore del pezzo, si riduce presto in cenere; allora si pulisce il pezzo e lo si asperge di nuovo con altra quantità di miscela in polvere, e ciò si ripete sino a che il pezzo si mantiene rovente.

Poi, mentre il pezzo è tuttora coperto dell'ultima crosta di miscela, che non si deve togliere, lo si fa riscaldare al rosso vivo e lo si immerge nella pasta sopra indicata, di olio di pesce, colofonia e trementina.

Per ultimo il pezzo vien di nuovo riscaldato al calore rosso e lo si smorza in un bagno d'acqua cui siasi aggiunta

una miscela di:

Di questa miscela se ne mettono due Kg. per ogni 10 litri d'acqua, ed a questi si aggiunge Kg. 0,50 d'acido solforico.

I pezzi d'acciajo da temperare si portano gradatamente fino alla temperatura del calor rosso, ed estratti dal fuoco si aspergono colla miscela ridotta preventivamente in polvere minuta. Poi i pezzi così cospersi si fanno di nuovo arroventare per immergerli per ultimo nell'acqua fresca.



Fig. 909. — Cucchiajo per mettere il prussiato di potassa durante la tempera dei maschi creatori.

Per temperare i maschi creatori lunghi, di cui si è parlato precedentemente, servendosi degli apparecchi rappresentati nelle fig. 904 a 908, si riscalda fino al rosso scuro la parte non filettata che trovasi superiormente, indi alla stessa temperatura si riscalda la parte inferiore pur non filettata; il che si riconobbe necessario per evitare, per quanto è possibile, gli scontorcimenti di tutto il pezzo all'atto della tempra.

Dopo si riscalda la parte centrale filettata, al rosso ciliegia chiaro, e quando si è mantenuta per un certo tempo a tal temperatura si prendono due cucchiai della forma di quello indicato nella fig. 909, e tenendoli contro al maschio si forma come un imbuto che racchiude il maschio. L'imbuto si riempie con prussiato giallo di potassa, ridotto in polvere, e mentre i due cucchiai si tengono fermi a posto si fa scorrere il maschio acciò il prussiato di potassa si trovi sempre in contatto colla superficie da temperare.

Il prussiato messo in contatto coll'acciajo rovente si fonde e ricopre il maschio di una crosta vitrea.

Dopo ciò si fa discendere il maschio verticalmente nel bagno d'olio e ve lo si lascia fino a che non sia del tutto raffreddato

# 3. — Ricottura dell'acciajo dopo la tempera.

Per lo più la tempera che si ottiene in uno dei modi sopra indicati non raggiunge quel grado preciso di durezza che si vorrebbe a seconda della natura dei pezzi e dell'uso cui essi vengono destinati.

Quindi, se per una serie di pezzi, come, per esempio, le lime, le corazze, ecc. ecc., si può accettare la tempera quale succede nella prima operazione, per un'altra serie invece, come, per es., gli utensili, le molle, ecc. ecc., è necessario procedere ad una nuova operazione la quale dia al pezzo quel grado di durezza che è richiesto dall'uso speciale che di esso vuol farsi.

Tale operazione dicesi ricottura (francese Recuit, Faire revenir; ted. Anlassen, Nachlassen; ingl. Annealing, Letting-down) e consiste nel riscaldare di nuovo i pezzi lentamente fino a che si manifesti alla loro superficie esterna, che si mantiene tersa, un colore speciale che sperimentalmente si riconobbe esser corrispondente a quel preciso grado di calore, al quale, producendo l'immediato raffreddamento, si ottiene un relativo grado di durezza per l'acciajo.

Questo colore speciale dicesi colore della tempera (francese Couleur de recuit; ted. Anlauffarbe; ingl. Tempering colour). Di questi colori sonvene diversi, riuniti nei seguenti tre gruppi principali:

## 1º Gruppo.

Color giallo paglia o giallo chiaro (franc. Jaune, Jaune clair; ted. Hellgelb, Strohgelb; ingl. Yellow). Temperatura corrispondente da 220° a 230 C.

Color giallo scuro, o giallo d'oro (franc. Jaune foncé; ted. Dunkelgelb; inglese Tawny). Temperatura corrispondente 240° C.

Color giallo carico (franc. Saure, Feuille morte, Brunjaunâtre; ted. Gelbbraun, Braungelb; ingl. Yellowishbrown, Feuille-morte). Temperatura corrispondente 255° C.

## 2º Gruppo.

Color rosso (franc. Brun-rouge, Rouge-brun; tedesco Braunroth, Braun mit Purpurflecken; inglese Reddishbrown). Temperatura corrispondente 265° C.

Color rosso porpora (franc. Rouge de pourpre; ted. Purpurroth, Purpurfärbig; ingl. Purpur-red). Temperatura corrispondente 275° C.

Color violetto (franc. Violet; ted. Viollet; ingl. Violet). Temperatura corrispondente 285° C.

## 3º Gruppo.

Color azzurro carico (franc. Bleu, Gorge de pigeon; tedesco Kornblumenblau; ingl. Blue). Temperatura corrispondente 295° C.

Color azzurro chiaro (franc. Bleu-clair; ted. Hellblau; ingl. Clear-blue). Temperatura corrispondente 345° C.

Color grigio, verde marino (franc. Vert marin; tedesco Meergrün; ingl. Sea-green). Temperatura corrispondente 330° C.

Questi diversi colori che si manifestano alla superficie dell'acciajo si suppone vengano originati da un'ossidazione superficiale dell'acciajo liscio e pulito. Quest'ossidazione ad una data temperatura sarebbe il risultato costante di una combinazione chimica.

L'apparenza multicolore è dovuta al fenomeno delle interferenze, supponendo la parte superficiale del pezzo che si ossida come costituita da una successione di strati più o meno sottili, e che lasciano passare la luce.

Si attribuisce poi alla diversa grossezza di questi strati la differenza nei colori.

Qualunque sia l'origine dei colori della tempera è da notare che non è il solo colore che in modo assoluto dia lo stesso indizio per tutte le qualità d'acciajo, bensì deve esperimentarsi per ogni acciajo quale è il colore che esso deve avere perchè temperato a quel colore dia il risultato voluto.

È utile che la ricottura segua immediatamente la tempera, perchè con essa si possono spesso modificare le tensioni molecolari provocate nella tempera dell'acciajo e che ne rendono facile lo scontorcimento, la rottura o la screpolatura.

Nella ricottura deve procedersi ad aumentare la temperatura dei pezzi in modo lento e graduale; e quindi più lenta sarà l'azione del calore, e meglio esso penetrerà nel corpo, con vantaggio della tenacità del metallo.

Appena scorgesi alla superficie del pezzo quel colore che praticamente si ritiene necessario per ottenere l'effetto voluto, si deve procedere all'immersione del pezzo nel bagno che deve fissare quel colore della tempera; in caso contrario il calore interno del pezzo può indurre nella crosta un aumento di temperatura che può far apparire il colore successivo della tempera e quindi l'acciajo può riuscire con un grado di durezza diverso da quello voluto.

Se il riscaldamento per la ricottura si mantiene nei limiti fra 220° e 330° C. non vi ha in generale luogo a temere che i pezzi riscaldati a quella temperatura possano riuscire con un altro grado di tempera diverso da

quello voluto.

Riscaldando però l'acciajo oltre i 330° C. e sempre lentamente, allora si riproduce una nuova serie degli stessi colori della tempera nello stesso ordine, però con una più piccola differenza di temperatura fra un colore ed il successivo.

Per ottenere il riscaldamento uniforme nella ricottura, conviene una fiamma chiara che avviluppi completamente il pezzo nella parte da ricuocere. La fiamma non dovrà esser troppo tremula, nè grassa, cioè essa non deve depositare della fuliggine sulla superficie dei pezzi da ricuocere perchè ciò impedirebbe di osservar bene la produzione dei colori. A tal uopo converrebbe la fiamma d'una lampada a spirito, ma essa è troppo cara perchè possa impiegarsi per gli usi comuni.

Invece è generalmente adoperato il fuoco alimentato dal carbone di legna acceso in una fucina; sui carboni accesi si mette una piastra di ferro bucherata, la quale si riscalda uniformemente e serve per collocarvi i pezzi da ricuocere.

Si può anche far uso di una cassetta di ferro ove deponesi uno strato di sabbia di una grossezza fra 25 e 30 millimetri. La sabbia si rimescola continuamente fino a che sia ben riscaldata; poi la si spiana e su di essa collocansi i pezzi da ricuocere.

La proprietà che hanno le leghe metalliche di fondersi sempre alla medesima temperatura, variabile solo da lega a lega, viene usufruita convenientemente per la ricottura dei pezzi d'acciajo.

Una serie di queste leghe è la seguente, ove è pure indicata la temperatura del punto di fusione ed il colore della tempera che vi corrisponde:

Lega di 8 Ph e 4 St. fonde fra 220°-230°, colore giallo

paglia o giallo;

Lega di 14 Pb e 4 St. fonde a 240°, color giallo scuro o giallo oro;

Lega di 34 Ph e 4 St. fonde a 275°, color rosso porpora; Lega di 48 Ph e 4 St. fonde a 285°, colore violetto; Solo piombo, fonde a 295°, azzurro carico. La lega si ha in commercio sotto forma di piccoli pani. Essi mettonsi entro ad un recipiente di ferro cui si comunica gradatamente il calore. Sui pani devono collocarsi i pezzi da ricuocere ed al momento in cui si vede che i pani stanno per fondersi si levano i pezzi di acciajo la cui temperatura è quella per fissare il colore corrispondente alla lega.

Notisi che il piombo fuso si attacca all'acciajo, massime se esso presenta delle sporgenze; è bene quindi spalmare preventivamente i pezzi da ricuocere con olio di lino, aspergendoli poi con polvere di nero fumo; si lascia asciugare lo strato che resta aderente ai pezzi prima di collocarli sui pani di lega.

Si può anche collocare sui pani una lamiera di ferro che sopporta i pezzi da ricuocere; man mano che si riscaldano i pani si comunica il calore anche alla lamiera di ferro ed ai pezzi che vi sono sopra: quando la lega è in fusione, la lamiera galleggia sul bagno metallico senza che esso tocchi i pezzi in acciajo.

Certe fabbriche le quali producono acciajo di qualità conveniente ai pezzi che esse devono preparare hanno studiato delle leghe metalliche che convengono per ricuocere i pezzi secondo la loro natura. Così abbiamo le seguenti leghe:

1a 1,75 Pb ed 1 St. per gli strumenti di chirurgia; 2a 2 » 1 » per i coltelli a macchina e gli scalpelli;

3a 3,5 » 1 » per le forbici;

4a 4,6 » 1 » per i ferri di pialle, scuri, ecc.;

5a 8,5 » 1 » per i coltelli da tavola;

6a 12 » 1 » per le seghe; 7a 35 » 1 » per le grosse molle.

Un metodo adoperato per la ricottura di piccoli pezzi si è quello di far arroventare delle grosse masse di ferro e su di esse collocare i pezzi da ricuocere fino a che non si presentino i colori corrispondenti alla tempera voluta.

Quando devonsi ricuocere dei pezzi di natura delicata, si scaldano prima leggermente, e poi si spalmano o con olio o col sego; poi si continua il riscaldamento lento ed uniforme fino a che la materia grassa incominci a bruciare.

Se i pezzi sono molto sottili non conviene attendere che la materia grassa sia completamente consumata, altrimenti essi potrebbero stemperarsi del tutto. I pezzi grossi invece possono esser assoggettati alla bruciatura a più riprese, o completamente o parzialmente, a seconda della forma del pezzo, e ciò perchè la ricottura avvenga in modo uniforme per tutto il pezzo.

Eseguita la ricottura e la fissazione del colore voluto per la tempera di un dato oggetto, conviene in molti pezzi far sparire il colore della tempera. Si usa a tal uopo la polvere di Tripoli e qualche altra analoga di quelle adoperate per la pulitura dei metalli. Usasi anche un lavacro con acqua

acidulata al 5 per cento d'acido.

Appena il colore è sparito si lava il pezzo nell'acqua pura per poi asciugarlo convenientemente allo scopo di impedire la formazione della ruggine, così nociva. Si possono anche ungere con olio i pezzi dopo asciugati, per conservare intatta la superficie temperata.

Calore interno utilizzato per la ricottura. — Si riscaldi un pezzo d'acciajo fino al calor rosso e poi lo si immerga nel bagno, senza però lasciarvelo tanto da farlo raffreddare

completamente.

Il pezzo ancora caldo lo si toglie dal bagno, ed il calore interno provocherà alla superficie del pezzo la formazione dei noti colori della tempera, nell'ordine già indicato. Appena si scorge il colore che si conviene per quel dato pezzo ve lo si fissa immergendo rapidamente il pezzo nell'acqua fresca, e lasciandovelo fino a completo raffreddamento.

Non si possono dare delle regole fisse per stabilire qual sia il momento opportuno per interrompere il primo raffreddamento del pezzo nel bagno; ciò dipende dalla massa del pezzo, dalla sua forma e dalla natura dell'acciajo. Quindi questo dato è del tutto ricavato da esperienze dirette che

occorre fare caso per caso.

Alcuni autori vollero dare una regola pratica, dicendo che la durata del raffreddamento debba essere di 1" per ogni millimetro di spessore del pezzo; però questa regola non può essere che molto approssimata, ed è soggetta a sensibili variazioni nella pratica.

Quando operasi su acciai di qualità molto dura, è bene che la seconda immersione per fissare il colore della tempera si faccia nell'olio invece che nell'acqua. Ciò è consigliabile in modo particolare per gli attrezzi delle macchine

Tempera interrotta. — Tempera incompleta. — Questa tempera, conosciuta anche col nome di tempera di Jarolimek, si ottiene immergendo l'acciajo rovente in un bagno di metallo fuso il cui punto di fusione sia al disotto di

L'acciajo si smorza presto dalla temperatura che aveva nel fuoco sino a quella del bagno; dopo ciò lo si raffredda lentamente nell'acqua.

Si può anche smorzare rapidamente il pezzo d'acciajo fino a che la sua temperatura sia discesa a 400° C. e poscia lo si lascia raffreddare lentamente all'aria.

In questo caso la ricottura dell'acciajo si ottiene, e colla temperatura del bagno, e col calore interno che ancor rimane nell'acciajo.

Se l'acciajo non deve perdere tutta la sua durezza bisogna toglierlo dal bagno prima che vi abbia raggiunta la

temperatura del bagno stesso.

Nella tempera incompleta, se si lascia troppo tempo il pezzo nel bagno metallico, si ottiene una completa ricottura; invece nella ricottura dall'interno, lasciando troppo il pezzo nel bagno si ha la tempera alla massima durezza.

Nella tempera incompleta avviene una ricottura dall'interno ed una dall'esterno, mentre nella ricottura dall'interno è la sola temperatura interna della massa dell'acciajo che influisce a questo riguardo.

## Doppia tempera dell'acciajo.

Nell'esaminare la sezione dell'acciajo per una lama temperata di gran durezza si riscontrò che la parte interna della sezione presentava una frattura indicante la struttura nervosa del buon ferro fucinato.

Cottin e Walrand, sorpresi da questo fenomeno che poteva esser utile il riprodurre, lo sottoposero ad accurati studi

ed esperimenti.

Essi prepararono una serie di sbarre a sezione quadrata di 35 mm. per lato, e con una lunghezza di 250 mm., servendosi di una buona qualità d'acciajo il cui tenore in carbonio era del 0,45 %.

Si spezzò una di queste sbarrette, non temperata, dopo

aver fatto un piccolo intaglio nel punto ove voleasi produrre la rottura, e la sezione presentò una grana uniforme ed un po' nervosa. Un'altra sbarretta, anch'essa non temperata la si torni al diametro di 16 mm. per una lunghezza di 100 mm. e sottoposta alla trazione, si ruppe sotto un carico di 62 K. per mmq. con un allungamento del 18%. Per ultimo un'altra sbarretta dello stesso metallo pure non temperata, si sottopose all'urto di una berta e sol dopo undici colpi si riesci a spezzarla.

Poi si temperò una sbarretta al color giallo, immergendola in un bagno di acqua fredda. In seguito la stessa sbarretta si portò col riscaldamento fino al color rosso, e la si temperò nell'acqua fredda. Fatto un intaglio leggero in questa sbarretta si cercò di spezzarla col martello e non vi si riusci se non dopo 28 colpi. La sezione presentava una frattura di aspetto degno di esame ; la tinta era di color grigio un po' tendente al nero; la grana era finissima e dava l'aspetto di una struttura a nervi sottili come seta. I pezzi di questa sbarra si provarono alla trazione e si riconobbe una resistenza per mmq. di 78 Kg. con un allungamento del 12 % su 100 millimetri, e del 35 % su 50 millimetri.

Un'altra sbarretta venne temperata allo stesso modo, e poi si cercò di spezzarla sotto i colpi della berta. La sbarra si piegò, ma non si spezzò; solo dopo avervi praticato un profondo intaglio si ottenne la spezzatura ma sempre con difficoltà.

Il fenomeno quindi non poteva rimanere inosservato, tanto più sapendosi che sui pezzi temperati nel modo ordinario, se essi presentano il più piccolo intaglio, al primo colpo di martello di solito si spezzano. I risultati ottenuti colla doppia tempera dell'acciajo si possono riassumere nel seguente modo: 1º La grana dell'acciajo subisce una completa trasformazione; 2º Conseguentemente l'acciajo senza perdere nella sua durezza guadagna di molto nell'elasticità; 3° La resistenza alla trazione viene di molto aumentata; 4° Si accresce pure, e considerevolmente, l'allungamento del materiale sotto la forza di trazione; 5° Viene attenuata in modo notevole la fragilità dell'acciajo sotto l'urto.

### Teoria della tempera.

Molti sono i metallurgici che si occuparono dello studio della tempera allo scopo d'indagare quale ne sia la vera teoria. Lavori in questo genere vennero fatti da Brinell, Buvett, Tchernoff, Abel, Akermann, Le Chatelier, Deering, Fait, Knott, Macforlane, Pionchon, Osmond ed ultimamente dallo Charpy nella sua comunicazione alla Société d'encouragement de l'industrie nationale. Parigi, gennajo 1895.

Le cose più salienti che si possono dedurre da questi

studi sono le seguenti.

Si suppone che il ferro ed il carbonio contenuti nell'acciajo, quando questo è portato alla temperatura del calor rosso, si trovino distinti e che il ferro sia ad uno stato che chiameremo β, ed il carbonio sia sotto forma di carbonio di tempera.

Se l'acciajo dopo esser stato riscaldato al calor rosso vivo lo si lascia raffreddare lentamente, si osserva che giunto ad una data temperatura, cheè tanto più bassa quanto più l'acciajo è carburato, manifesta un brusco sviluppo di calore. Ciò si ritiene causato da un cambiamento di stato

nel carbonio che da carbonio di tempera diventa carbonio di ricottura. Quest'ultimo, secondo la teoria di Abel e di Deering, si combina subito con tre equivalenti di ferro producendo il carburo Fe<sup>3</sup>C. Dopo ciò una parte del ferro non combinata diventa libera ed assume uno stato distinto speciale che indicheremo α.

Col procedimento usuale della tempera il raffreddamento succede repentino, e questa circostanza impedisce, almeno parzialmente, la produzione del carbonio di ricottura e del ferro α. Si deduce da ciò che l'acciajo temperato con un repentino raffreddamento contiene del ferro β o del carbonio di tempera, come si aveva quando l'acciajo era alla temperatura del calor rosso.

Si deduce inoltre che nell'acciajo temperato, tanto il ferro che il carbonio si troveranno in uno stato molecolare molto instabile; basterà quindi una differenza anche non molto forte di temperatura per determinare la formazione del carbonio di ricottura o di cementazione, e del ferro  $\alpha$ , il che caratterizza la costituzione normale degli acciai a

freddo.

Da ciò si può spiegare facilmente la *ricottura*, che fa rinvenire ed addolcire gli acciai temperati alla massima durezza.

Osmond propone di chiamare positiva la temperatura cui si eleva l'acciajo e che ne determina l'indurimento; e per contro chiamare negativa quella che invece di riuscire a far indurire l'acciajo, ne ottiene il raddolcimento. Scaldando a meno di 700° gradi si avrà una temperatura negativa, perchè non si riesce a temperare l'acciajo, mentre le temperature positive, cioè quelle che fanno indurire l'acciajo, sarebbero comprese fra i 745° e gli 860°.

Una sbarra di ferro dolce riscaldata lentamente al calor rosso bianco, e poi fatta raffreddare lentamente, presenta nel raffreddamento due punti critici, nei quali si manife-

stano degli sviluppi anormali di colore.

Un primo punto lo si ha molto brusco e deciso verso gli 855° C. e l'altro progressivo e meno accentuato fra 750° e 690° C.

Questi punti critici sarebbero l'indizio o di una sola variazione molecolare discontinua o di due variazioni molecolari successive.

Prendiamo invece una sbarra di acciajo e portiamone pure la temperatura gradatamente fino al calor rosso bianco; indi lasciamo raffreddare lentamente all'aria questa sbarra. Noi osserveremo che quando la temperatura è abbassata fino al calor rosso scuro si produce uno sviluppo di calore la cui intensità si riconobbe praticamente essere una funzione diretta del tenore di carbonio contenuto nell'acciajo. Questo sviluppo di calore è così intenso da far rendere apprezzabile anche all'occhio l'aumento di temperatura per il colore che prende la sbarra.

Tal fenomeno fisico, notato la prima volta dal Barret, venne da lui denominato recalescenza (récalescence), e secondo l'opinione del Brinell, dovrebbe essere una conseguenza della trasformazione del carbonio di tempera in carbonio di ricottura.

La recalescenza e le variazioni molecolari nell'acciajo sono fenomeni fra loro ben distinti, ma pur possono avere delle reciproche azioni.

Elevandosi il tenore di carbonio si riconosce che i due punti critici di sviluppo di calore che si avverano durante il raffreddamento del ferro si abbassano progressivamente e tendono poi a coincidere col punto unico di recalescenza.

I fenomeni chimici e le trasformazioni molecolari richiedono sempre un certo tempo per potersi produrre, quindi essi non acquistano una notevole velocità se non ad una data distanza dal punto di equilibrio; essi quindi non sono possibili se non per certi limiti di temperatura.

Se quindi noi affrettiamo il raffreddamento dell'acciajo abbasseremo i punti critici, la trasformazione del ferro e del carbonio sarà ritardata e prolungata, se pur essa non rimane incompleta; quest'ultima evenienza si verificherebbe se, prima che la trasformazione sia ultimata, il pezzo d'acciajo raggiunga la temperatura limite, alla quale ogni trasformazione molecolare cessa di esser possibile.

Se, come già si è detto, l'acciajo temperato alla temperatura ordinaria, si può considerare come un sistema fuori d'equilibrio, esso dovrà naturalmente aver una tendenza a riprendere il suo stato d'equilibrio normale, quando si verifichino le circostanze favorevoli. In altri termini il carbonio di tempera ha la tendenza di riprendere, quando è possibile, la forma e natura del carbonio di ricottura.

Si fonda su ciò la pratica del far rinvenire l'acciajo, ed in quest'operazione il ritorno del carbonio di tempera allo stato di carbonio di ricottura è quasi completo a 350° C. Ma il carbonio di ricottura, così riformato, non presentasi isolato nella massa metallica sotto forma di pagliuzze, come lo sarebbe dopo un raffreddamento lento a partire dalla temperatura del calor rosso; esso invece è sparso nella massa in uno stato di estrema divisione, precisamente come il carbonio di tempera, il che dà al metallo un certo grado di malleabilità.

Con queste idee tutti i metodi per ottenere la tempera, non altro sarebbero che dei mezzi per far variare la velo-

cità di raffreddamento dei pezzi da temperare.

Quanto più il liquido del bagno di tempera sarà in moto, rinnovandosi, tanto più grande sarà la sua capacità calorifica e la sua conduttibilità. Quanto più bassa sarà la temperatura del bagno, e più grande la sua massa per rispetto a quella dei pezzi da temperare, tanto maggiore sarà la velocità del raffreddamento.

L'arte della tempera si dovrebbe quindi riassumere: nello scegliere, per ogni caso speciale, un bagno che col riscaldarsi da  $t^{\circ}$  a t imprima in un dato punto di un pezzo di volume fisso, e preso alla temperatura T, la velocità di raffreddamento conveniente, acciò l'acciajo acquisti in tal punto le proprietà volute.

Diverse sono le difficoltà cui si va incontro nella pratica. In primo luogo abbiamo quella derivante dalle dimensioni dei pezzi da temperare, ed in essi essendo ineguale la velocità di raffreddamento sarà pur ineguale il risultato della

tempera

Il bagno d'acqua è quello che presenta molta elasticità; la tempera ottenuta in esso può esser più o meno negativa o più o meno positiva, secondo il volume dei pezzi e la temperatura del bagno che può variare fra 100° e 0° ed anche al disotto, aggiungendo adatti sali.

La ditta Schneider del Creusot utilizza il calore latente del mezzo in cui si fa la tempera per raggiungere migliori risultati; e ciò perchè si può mantenere costante la temperatura di questo mezzo, mentre si assicura la rapidità del-

l'operazione e l'intensità dei risultati.

La ditta Schneider propone i seguenti bagni: 1º Acqua salata mescolata con ghiaccio, o resa in qualche altro modo refrigerante; 2º Acqua pura con ghiaccio od altro mezzo refrigerante; 3º Ghiaccio in fusione messo in contatto coi pezzi da temperare.

I bagni a 0° o ad una temperatura al di sotto producono

effetti intensi.

Gli acciai dolci quando si temperano nel ghiaccio non riescono a contenere una quantità di carbonio di tempera più grande di quella che avrebbero avuto se fossero stati raffreddati meno repentinamente. Invece se si ha da operare su acciai duri e su oggetti di dimensioni troppo piccole, allora si ha il rischio di veder i pezzi andar a male; in pari tempo il grado di durezza ottenuto col ghiaccio è troppo grande il che obbliga necessariamente ad una conveniente ricottura.

Caron consiglia la tempera nell'acqua bollente, e così riesce ad ottenere ad un tempo la tempera viva e la ricottura; con tal metodo si riesce ad avere, per lo più in una sola operazione, i pezzi già pronti ad esser impiegati.

Però se si trattano acciai dolci, la tempera nell'acqua

bollente darebbe risultati negativi.

Temperando nell'olio, come è consuetudine molto antica, noiavremo, a parità di temperatura iniziale e di volume del hagno, una tempera meno dura che nell'acqua fredda; a ciò contribuisce la maggior viscosità dell'olio ed il minor valore nel calorico specifico che esso ha rispetto a quello dell'acqua.

Secondo esperienze fatte, la tempera nell'olio a 15° C. si può ritenere equivalente a quella nell'acqua a 65° C. oppure a quella nell'acqua fredda susseguita da ricottura.

Per i pezzi di grandissimo volume come sono, per es., le corazze delle navi da guerra, si preferisce la tempera nell'olio, perche l'acciajo è di durezza media, e per esso, tenuto conto della massa di quei pezzi, la tempera nell'acqua sarebbe eccessiva e pericolosa.

Negli acciai dolcissimi la durezza non è aumentata sensibilmente dalla tempera; però dopo la tempera la grana subisce una trasformazione; essa diventa più compatta con

struttura tendente alla nervosa.

Tempera elettrica. — Sistema Lagrange e Hoho.

Su questo genere recentissimo di tempera non si hanno ancora delle esperienze molto estese; pure tutto porta a ritenere che in breve tal metodo si generalizzerà. Per ora noi ci limitiamo a riferire quanto in argomento scrivono gli autori del sistema, cui già si fece cenno parlando della cementazione.

« La tempera elettrica dei metalli costituisce una delle operazioni meglio indicate fra le applicazioni del sistema. Infatti, dopo aver portato il pezzo immerso nel liquido alla temperatura voluta, si sopprime la corrente ed il pezzo si trova così tosto, senza spostamento, nel mezzo freddo necessario per temperarlo; questo metodo tanto semplice quanto razionale, realizza una grande economia di tempo e di spesa sugli ordinari processi ed assicura sempre un effetto regolare sopprimendo ogni lentezza ed ogni inconveniente dei mezzi attuali. Se una ricottura è necessaria, essa ha luogo, senza alcun distacco, con una nuova azione calorifica della corrente.

« Coll'attuale modo, gran numero di pezzi sottomessi

alla tempera, si deformano o si fendono sotto l'effetto del calore fortemente comunicato a tutte le loro parti, spesso di grossezze disuguali. Col nostro sistema tali inconvenienti sono invece pure evitati, giacchè il riscaldamento è strettamente localizzato sulla parte ove è necessaria la tempera, il resto del pezzo conservando il suo stato; citiamo, per esempio, la localizzazione della tempera, alla circonferenza e sull'altezza voluta delle seghe circolari, per tutti gli usi.

« Si può temperare contemporaneamente ed egualmente un certo numero di pezzi simili, ciò che costituisce un

vantaggio calcolabilissimo.

« Tempera superficiale. — Le condizioni particolari nelle quali si produce l'azione calorifica del processo pei corpi immersi nel bagno, azione manifestantesi gradatamente dalla periferia al centro della massa, permettono di realizzare la tempera superficiale cioè unicamente alla superficie del corpo e su di uno spessore quanto si voglia limitato, senza modificare comunque la struttura molecolare della massa in questi corpi ; cosa eccessivamente importante in metallurgia e che qualunque altro mezzo non può produrre. Si può dunque con questo processo localizzare questa natura di tempera sopra gli assi, i supporti, i cuscinetti ed altri pezzi soggetti a rapido consumo, quali sono i denti d'ingranaggio, i pernotti di catena Galle, ecc. Una applicazione delle più interessanti consiste a temperare superficialmente i cerchioni delle ruote e il fungo delle rotaje; una rotaja temperata su 3 o 4 mm. avrebbe certo una durata quasi doppia di quella attuale e ne risulterebbe una economia incalcolabile.

« Attualmente, la cementazione, che è una specie di tempera superficiale, costituisce un'operazione assai lunga (uno o più giorni), assai irregolare ed assai costosa, ed avviene spesso che i pezzi si deformino e si rompano nel ritirarsi. Col nostro sistema questi inconvenienti sono evitati del tutto, e la durata dell'operazione è di pochi secondi, qualunque sia il pezzo. Osserviamo di più che la cementazione riguarda il ferro, e non l'acciajo, mentre il processo elettro-idrotermico realizza la tempera superficiale reale dell'acciajo.

« Per la tempera superficiale, è necessario che l'azione calorifica sia assai pronta. Il numero di secondi durante i quali ha luogo l'operazione deve essere determinato dall'esperienza per ogni genere di pezzo e per ogni natura di acciajo; la forza elettromotrice necessaria varia da 400 a 450 volt, con un'intensità media di 5 ampères per ogni centimetro quadrato di superficie da temperare. I pezzi di grandi dimensioni, quali i cerchioni di ruote, le rotaie, ecc., che domanderebbero una corrente troppo intensa, e, per conseguenza, una forza elettromotrice troppo grande, pos-

sono esser temperati per porzioni successive.

« Quando si tratti di pezzi irregolari quali certi utensili,

— lime, punte, frese, ecc. ecc. — quelle che precisamente bisogna temperare sono le asperità e gli spigoli che esse comportano; bisogna dunque aver cura di regolare la forza elettromotrice della corrente in modo da non sviluppare che il calore strettamente necessario per portare le parti salienti alla temperatura voluta, facendo uso a quest'effetto di un liquido relativamente poco conduttore. Un regolatore sensibilissimo assicurerà questa operazione, che può d'altronde dimandare qualche prova, qualche

tentativo »,

Bibliografia. — Lavoro elettrico dei metalli, sistema elettro-idrotermico, Milano 1895. — Karmarsch-Hartig, Mechanische Technologie, vol. 1. — Hoyer, Mechanische Technologie, pag. 127. - Wagner, Die Metalle und ihre Verarbeitung. - Percy, Traité de Métallurgie, vol. 1. - Kerl, Grundriss der Eisenhüttenkunde, pag. 448. - Kerperly, Fortschritte des Eisenhüttengewerbes. Garuffa Egidio, La fonderia dell'acciajo, 1886. — Fridolin Reiser, Das Härten des Stahles, 1881. - Elia, Lezioni di Tecnologia meccanica. — Mzarek, Experimentellen Untersuchungen über Silicium und Mangan im Stahle und Stabeisen. — Akerman, Iern Kontorets annalen, fasc. VII, 1879. — Knut Styffe, Die Festigkeitengeischaften von Eisen und Stahl, Weimar 1870. — Glaser's Annalen, vol. VI, fasc. 12, 1880, 1883, pag. 428. — Ueber das Härten des Stahles von Metcalf. Zeitschrifte des berg-und hüttenmännischen Vereins für Steiermark und Kärnten, fascicolo di Marzo 1880. Wedding, Eisenhüttenkunde, par. III, pag. 694. — Der Maschinenbauer, Lipsia 1877, disp. 22; 1878, disp. 18. - Uhland, Der Praktischer Maschinen-Constructeur, 1877, n. 9. - Strouhal und Barns, Ueber Anlassen des Stahles und Messung seines Härtezustandes, Würzburg 1880. -Annales des Mines, Gennajo 1878. — G. Marié, Étude pour la confection des outils d'ajustage. — Encyclopédie Roret, Machines outils, vol. II. - Ledebur, Die Verarbeitung der Metalle auf Mechanischem Wege. Braunschweig Friederich Vieweg und Sohn, 1879. - Hartig, Versuche über der Arbeitsverbrauch der Verkzeugmaschinen, Leipzig 1873. — Heusinger von Waldegg, Die Eigenschaften von Eisen und Stahl, Wiesbaden, C. W. Kreidel's Verlag, 1880. — Carl Pfaff, Ueber Reibahlen. Deutsche Metall.-Industrie-Zeitung, Marzo 1887. — D.r Hermann Grothe, Leonardo da Vinci als Ingenieur und Philosoph. Ein Beitrag zur Geschichte der Technick und der inducktiven Wissenschaften. Berlin, Nicolaische Verlag-Buchhandling, 1874. S. FADDA.

TERRA COTTA. — Franc. Terre cuite; ingl. Baked clay; ted. Gebrannte Erde; spagn. Tierra cocida.

L'industria della terra cotta e fra le più antiche; coeva a quasi tutte le civiltà nascenti.

Le sue applicazioni assunsero una grande estensione e varietà, alcune di esse presero indole e nomi speciali e meritano quindi una illustrazione distinta. Tale è l'industria del vasajo.

Noi qui restringeremo la nostra trattazione alla terra cotta nella sua applicazione all'architettura ed alla decorazione degli edifizi, fermandoci dove l'argilla plasmata assume carattere di oggetto industriale per sè o di opera d'arte isolata.

Ci asterremo inoltre dall'entrare in particolari tecnici siccome quelli che sotto la voce Laterizi sono già minutamente esposti.

Ciò premesso accenneremo appena ai primordi della terra cotta quando l'argilla modellata in forma di parallelepipedi era semplicemente esposta all'azione dei raggi del sole.

Ci soffermeremo invece nel nostro studio analitico a quei momenti in cui il sistema appare formato ed ha forza di documento sia per segnalare procedimenti ignorati od abbandonati, sia per avvalorare la ragione estetica di tecniche ancora comuni. Valli del Tigri e dell'Eufrate. — La storia della terra cotta si suol cominciare colla Babilonia e con l'Assiria. Vero è che cronologicamente la Cina e l'America hanno ben prima cominciato a trattare su vasta scala questo ramo di industria; ma poiche l'influenza dei loro prodotti nella evoluzione generale viene a manifestarsi assai tardi, così in una trattazione razionale e ben coordinata della materia conviene discorrerne a parte.



Fig. 910

Si parla di muraglie in laterizio costrutte in Babilonia 2600 anni prima di Cristo che avrebbero avuto 66 metri di altezza e 16 di spessore. Il laterizio era il materiale comunemente usato nella maggior parte dei monumenti antichi in quei paesi dove l'ubertosità del suolo era in relazione colla natura alluvionale del terreno. Così il palazzo di Creso a Sardi, quello di Mausolo ad Alicarnasso, quello di Attalo a Tralli erano costrutti in piccoli mattoni durissimi e di color rosso.

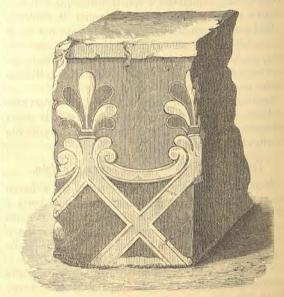


Fig. 911

Avanzi di materiali laterizi smaltati furono raccolti nelle rovine di Babilonia. I mattoni sono del miglior tipo e le tegole conservano ancora il loro tono fresco e brillante. Il museo di Sevres ne conserva bellissimi campioni (fig. 910 e 911). Contro l'opinione di quelli che li vorrebbero ascrivere all'epoca della distruzione di Babilonia per opera di Dario, 522 anni av. Cr., il Brongniart li fa, dopo accurate ricerche, risalire realmente all'epoca di Bélo fondatore di Babilonia. Questi materiali offrono le seguenti particolarità: la pasta è

assolutamente simile a quella dei mattoni crudi, grossolana e di un colore grigio sporco arrossato dalla cottura. I gambi di graminacce che racchiudeva la pasta, bruciati, lasciarono la loro impronta. L'uno porta una specie di rosone in smalto bianco, l'altro, proveniente dalle porte di Babilonia, con intrecci e palmette, è verniciato di un bel celeste e di un bel giallo. Il Jacquemart studiò questo ed altri materiali raccolti in quelle rovine e ritiene che la vernice sia un silicato alcalino d'alluminio senza traccie di piombo e di stagno. L'argilla non ne è tutta coperta ed i campi matti dànno maggior varietà e grazia all'insieme decorativo. Rosoni, palmette, disposizioni simmetriche arieggianti l'arte greca formano i motivi di queste terre cotte, come in generale delle assire, fenicie ed armene.

Si è trovato ancora in piedi nelle rovine del palazzo assiro di Khorsabad un muro alto circa metri 2,50, e lungo circa 10 metri interamente rivestito di mattoni, dipinti con invetriatura, rappresentanti uomini, animali ed alberi.

Le porte aperte nel muro di cinta di Khorsabad sono di un grande interesse per la storia della decorazione in terra cotta; esse presentano due tipi le cui riproduzioni sono identiche: gli uni sono adorni di bassorilievi ed archivolti in mattone smaltato; le altre sormontate semplicemente di un arco a pien centro in mattoni comuni. In quelle ornate, l'archivolto colorato non è che un rivestimento esterno di un solo mattone di spessore. Il resto e la stessa vôlta che copre il passaggio è in mattone crudo. L'archivolto dipinto applicato circa 50 centimetri al disopra dell'intradosso ha l'altezza di quattro mattoni di cui due ordini posati di fianco, compresi fra due altri posati di fascia che ne formano le orlature esterne e sono ornate di una successione di rosoni. Nei due ordini interni si alternano rosoni più grandi e figure. Questi materiali sono uniti con cemento. Il fondo è azzurro, di bianco sono dipinte le foglie dei rosoni, di giallo i personaggi, di nero le barbe, le carni sono ricoperte di una tinta speciale. Lo spazio che separa questo archivolto dall'intradosso è coperto da uno stucco

Nelle rovine di Warka in Mesopotamia (l'antica Erek della Scrittura) si rinvennero degli ammassi di sepolture che fecero supporre essere stata questa città la grande necropoli dei caldei. Le tombe vi stanno accatastate le une sulle altre fino ad un'altezza di venti metri. Queste tombe apronsi come le bocche dei palchi di teatro con vani ovali e vi si adatta un chiusino in terra semplice o smaltata. Ogni tomba è pure in terra cotta coperta di una vernice verde ed ornata in rilievo di figure di guerrieri muniti di strane acconciature.

Al Louvre a Parigi le sale del museo assiro sono ornate di materiali raccolti nell'Asia Minore che non presentano una grande analogia con quelli descritti.

Erodoto ci dice che le mura di Ecbatana (oggi Hamadan, Asia Minore) erano dipinte di sette colori ed il Brogniart ci fa notare che erano veramente terre cotte invetriate. Finalmente fra le rovine di Ninive si rinvennero materiali consimili dipinti di azzurro, verde, bianco e rosso che appartengono evidentemente (attesa la posizione in cui stavano) alle mura distrutte e che per conseguenza rimontano a 2500 anni a. C.

L'uso della vôlta era noto nella valle del Tigri e dell'Eufrate da tempo molto antico. Gli Assiri ne conoscevano tutte le forme; lo provano molti bassorilievi, i canali sotterranei e la faccia curvilinea dei conci trovati nelle rovine. Interessante sopratutto è la costruzione dei canali sotterranei; curiosa fra le altre è la forma e la disposizione di uno di questi formato di tambelloni a forma di trapezio collocati normalmente al canale e disposti su sagoma ogivale a strati inclinati che si reggono pure uno coll'altro. Sfalsando i giunti negli strati che si succedono si alternava il trapezio formante chiave ad uno spazio vuoto compreso fra le estremità divergenti dei conci nello strato successivo, e questo spazio era pieno di argilla cruda; questa disposizione e l'assenza di cemento rendevano agevoli le riparazioni. I tambelloni dei piedritti erano uniti invece con un sottilissimo strato di cemento.

Anche oggi l'uso del mattone persiste in tutte queste regioni asiatiche, ma una grande differenza di qualità esiste fra questi e quelli dell'antichità assira i quali rimangono superiori a quelli pure dell'epoca dei Sassanidi. Ciò che trae in inganno l'archeologo è il fatto del trovarsi spesso edifizi di quest'ultima epoca fatti con materiale di demolizione antico.

Estremo Oriente. — La penisola indiana racchiude monumenti antichi che furono classificati in tre gruppi: templi sotterranei, rocche tagliate o scolpite e pagode fatte di materiale rapportato. È in questa terza specie di edifizi che si trova impiegata la terra cotta.

Oggi pare accertato che i primi monumenti di questo genere non rimontano oltre il III secolo avanti Cristo e che la maggior parte di essi appartiene al medioevo.

Le pagode comprendono diverse parti essenziali, la più importante delle quali è il tempio o santuario detto Vimana. È una costruzione rettangolare in pietra sormontata da una piramide generalmente fatta di mattoni ricoperti di uno stucco che in indiano chiamasi tchound. Questo stucco è fatto di calce e di conchiglie marine ridotte in polvere.

Il tipo più completo dell'architettura religiosa indiana è la pagoda di Chalembron nell'antico regno di Tanjavur sopra la costa di Coromandel. Questo tempio rimonta all'XI secolo e presenta innanzi tutto un vasto recinto quadrilatero in mattoni con un doppio rivestimento di lastroni. Sopra ognuna delle sue faccie la muraglia è interrotta da una porta piramidale o gopoura. Queste porte di sette od otto piani hanno circa 70 metri di altezza e fino a 15 circa sono in pietra; poi in mattoni, coperti di stucco; il tutto talmente sovraccaricato di sculture e di ornamenti che l'occhio non trova riposo.

Dentro a questa prima cinta se ne trova una seconda che racchiude tre cappelle di cui l'una ha il tetto formato di travi coperti di tegole.

Da tempo immemorabile i Cinesi adoperarono il legno e la terra cotta quali elementi quasi unici delle loro costruzioni adottando pei rivestimenti quel perfezionamento della terra cotta che è la porcellana.

Non parliamo qui della natura e della tecnica della porcellana; ci limitiamo alla indicazione delle sue applicazioni all'architettura.

L'assenza di monumenti molto antichi in Cina si spiega con la natura fragile del materiale e colla leggerezza delle costruzioni, e sopratutto poi colla circostanza che molti storici ammettono che l'imperatore Tsin-chi-Hoang ti verso la metà del III secolo a. C. fece demolire tutti gli edifizi importanti per cancellare ogni traccia della grandezza dei predecessori.

A questo principe si attribuisce pure la costruzione di quel monumento singolare che fu la Grande muraglia destinata a riparare l'impero dalle invasioni dei Tartari, che si estende dal golfo di Pé-cé sul mar Giallo fino a Siming, estremità orientale della provincia di Cheu-si. Tale muraglia non è importante e bella che nella provincia di Tehi-li in vicinanza di Pechino. Qui ha 8 metri

di altezza sopra 5 o 6 di spessore, ed è formata di due muri paralleli riempiti di terra e ghiaja. Ciascuno di questi muri ha un basamento di granito di circa due metri di altezza e due metri di spessore. Il resto è in mattoni. Lo spessore va stremandosi fino a ridursi a 50 centimetri in alto. Gradini in mattoni uscenti a distanze regolari dalle mura di rivestimento danno accesso alla piattaforma compresa fra i due parapetti merlati.

Ma l'edificio che ha il maggior interesse dal lato sotto cui noi andiamo considerandoli è la così detta torre di porcellana a Nan-King. Questo edificio di pianta ottagona ha 55 metri di altezza e comprende nove piani, ciascuno circondato da una galleria con un tetto rialzato sugli angoli; tutti questi tettucci sono ricoperti di tegole verniciate; il muro del pianterreno che ha metri 3,60 di spessore è rivestito di piastre di porcellana colorite. E tali torri sono abbastanza comuni in Cina.

Anche nelle abitazioni private la terra cotta funge un ufficioimportante. Lord Macartney, ambasciatore inglese in Cina nel 1793, così descrive le case di Tien-Sing, città posta al confluente del Pei-Ho e del Yung-Leang-Ho: « Le case sono costrutte in mattoni azzurri o color di piombo. Poche sono rosse; quelle dove alberga povera gente sono di un bruno pallido. E tale differenza non dipende dalla natura della terra ma dalla diversa manipolazione; le brune sono cotte al sole; le azzurre sono cotte in un fornello a fuoco di legna che non tocca la superficie del mattone; le rosse sono quelle in contatto immediato colla fiamma. I tetti sono coperti di tegole colorite, solo i palazzi imperiali possono essere coperti di tegole gialle; le verdi sono riservate alle case dei grandi personaggi e le grigie vanno sulle case comuni.

America. — All'epoca della scoperta del nuovo continente si rinvennero rovine di antiche costruzioni in terra, testimoni d'una civiltà molto avanzata. Citiamo la piramide di Cholula nel Messico la cui base supera quella della maggior piramide dell'Egitto e che è in mattoni crudi cementati con argilla. Al Perù al tempo degli Incas gli indigeni costruivano con adobes o mattoni crudi e si trovano dei palazzi interi fatti di questo unico materiale. La resistenza però eccezionale di questi mattoni durissimi nei quali non si notano crepe e cui nè il gelo nè il caldo arrecarono avarie, sarebbe prova di qualche processo particolare per indurirli dopo formati, processo ora perduto.

Templi e sepolcri sono costantemente costrutti in terra cruda unita con malta della stessa natura e solo si può dire che fu per il vasellame che si usò di cuocere

l'argilla.

Valle del Nilo. — Secondo l'opinione più accreditata oggidl gli Egiziani dovettero da tempo immemorabile conoscere ed applicare l'arte di cuocere l'argilla. Gli avanzi di mattoni cotti sagomati e smaltati con iscrizioni riferentesi alla loro provenienza hanno assicurato in proposito gli scienziati; e tuttavia non si possono citare esempi di costruzione a mattoni ancora visibili altro che crudi.

I Greci, gli Etruschied i Romani. — Anche in Grecia se si trovano le traccie dell'uso antichissimo dei mattoni non rimangono che pochissimi edifici che si possano con certezza attribuire ai Greci. In progresso di tempo la dovizia di marmi che la Grecia possedeva fece sorgere gli edifizi di questa materia.

La terra cotta fu usata dai Greci come dagli Etruschi per coprire gli edifizi sotto forma di tegole piane e di embrici convessi, che ne coprivano i giunti. Questa combinazione detteluogo a graziosissimi motivi di decorazione. All'estremità inferiore di ogni fila di embrice era adattato, mediante una linguetta entrante sotto l'ultimo pezzo, un ornamento che i Greci chiamano καλυπτῆρεσ ἀγθεμωτοί ed i latini antefixa o imbrices extremi, frontati.

Secondo Plinio fu Dibutade di Sicione che per il primo collocò delle maschere sull'orlo del tetto in decorazione dell'antefissa; soggiunge, lo stesso storico, che dapprincipio le chiamò protypa, in seguito le fece ectypa. Si interpreta le due espressioni per indicare la differenza fra le prime modellate a mano e le seconde riprodotte a molti esemplari con uno stampo. Si trovarono e si conservano ad Atene delle ectypa in terra cotta colorata provenienti dal tempio di Minerva incendiato dai Persiani. Talvolta le antefisse non si trovavano a capo ad ogni fila di embrici ma a file alternate come al tempio di Diana in Eleusi.

Le antefisse ornarono pure il colmo dei tetti e divennero la decorazione ordinaria dell'apice della copertura dei templi. Erano allora intagliati sulle due faccie.

Maschere, foglie, palmette erano i motivi tipici delle antefisse greche. Alle estremità ed al vertice dei frontoni si collocarono pure ornamenti analoghi che furono designati piuttosto colla voce acroteri.

Invece il motivo caratteristico che decora l'antefissa etrusca è un volto incorniciato da una specie di ferro di cavallo colle estremità in basso e avvolgentesi a spirale; attorno a questo ferro di cavallo si spiega una specie di

ventaglio concavo nella faccia decorata.

Gli Etruschi usarono delle antefisse di terra cotta quasi sempre colorite. Se ne conserva un gran numero ai musei del Louvre, di Perugia e di Napoli. È sopratutto dalle urne cinerarie etrusche, che rappresentano ordinariamente edifizi, che si può dedurre l'applicazione di tutti questi particolari decorativi che si rinvengono.

Una ve ne ha al museo di Firenze; un'altra fu recentemente scoperta a Bonarzo con la minuta indicazione delle antefisse collocate a capo delle file degli embrici.

I Romani presero dagli Etruschi questo genere di decorazione dei loro edifizi. Alle antefisse diedero una grandissima varietà di rappresentazioni; fiori, frutti, maschere, foglie diverse, vasi, aquile, teste d'animali, figure intiere; spesso ebbero un carattere religioso. Una antefissa trovata a Roma rappresenta Cibele in una nave fra due leoni; il portico di Ottavia conserva delle antefisse rappresentanti aquile. Alcuni raffigurarono una testa di donna sormontata da un diadema ed incorniciata in un velo; spesso l'antefissa foggiata a maschera grottesca con la bocca smisurata serviva di gronda.

Le antefisse sul colmo del tetto dovettero essere molto in uso presso i Romani quantunque non se ne

siano trovati che rari esempi.

I Greci, gli Etruschi ed i Romani usarono pure decorare i templi e le abitazioni con dei fregi formati di bassorilievi in terra cotta fissati con dei chiodi di cui i fori circolari tuttora esistenti indicano il posto. A questi ornamenti alcuni archeologi dettero pure il nome di antefissa.

Mentre i Greci ebbero il marmo per elemento precipuo della loro architettura, i Romani ebbero invece il mattone e si servirono del marmo quasi esclusivamente per le colonne e come materiale di rivestimento.

Le rovine della basilica di Costantino, del palazzo dei Cesari, delle terme di Caracalla e di Diocleziano ci mostrano quale parte importante i Romani abbiano fatto nell'architettura al materiale laterizio.

La disposizione del complicato intreccio negli archi che formano la ossatura della cupola del Pantheon attestano a quale uso sapiente ed ingegnoso il modesto materiale servi nell'organismo dei più grandiosi monu-

Le mura delle città romane e specialmente le torri dove il laterizio non era, come nei precitati monumenti, mascherato da materiali preziosi ma lavorato in paramento, la qualità del materiale e l'abilità e la diligenza nella sua disposizione sono ancor oggi oggetto della massima ammirazione.

Colla rapidità delle conquiste e colla necessità di provvedere prontamente alle opere di difesa nei paesi conquistati si era educata presso i Romani la scuola degli artefici da muro in una eccellenza di pratiche eccesionali.

Il materiale laterizio dei Romani è costantemente scelto, ben manipolato, ben cotto, accuratamente tagliato alla martellina unito con sottilissimo strato di calce e non solo nella parte in vista, ma anche nell'interno del muro diligentemente stratificato e collegato.

Come elemento decorativo la terra cotta sotto forma di mattone ebbe dai Romani una destinazione che le si diede poi su vasta scala nel medio evo. In uno dei più antichi monumenti religiosi del paganesimo, consacrato poi al culto cristiano, il cosidetto tempio della Caffarella, sopra il portico si trova un fregio ed una cornice di mattoni sormontati da un attico che termina esso pure con un coronamento in mattoni.

E poco lungi da questa chiesa il cosidetto tempio del Dio ridicolo è ornato di pilastri e cornici tutti di

mattoni.

Architettura bizantina. — Dalla rovina dell'arte romana originarono diverse forme di architettura che si possono molto opportunamente raccogliere tutte sotto il nome di romaniche, quantunque per molti tal denominazione abbia un'estensione limitata.

Queste forme mutano per ogni regione e pigliando a prestito molti elementi dell'architettura romana presentano carattere tanto più nuovo ed originale quanto più ci scostiamo da Roma dove la presenza dei numerosi ed imponenti edifici, per quanto rovinati, dominava con la sua influenza.

A Roma dopo lunghi anni di sonno, dopo un lungo periodo in cui quel poco che si faceva si riduceva alla ricostruzione del tipo basilicale con materiali di demolizione raffazzonati ed accozzati alla meglio vennero i cosmati a fare qualcosa di un po' più nuovo.

Ma nella valle del Po si andava formando lo stile lombardo; in Francia si sviluppava con analogo carattere uno stile che preparava il gotico ed a Bisanzio si formava un tipo speciale, che con l'applicazione del concetto informatore della terma alla architettura religiosa creava lo stile bizantino.

Se Roma, dopo le invasioni demolitrici, era divenuta una cava inesauribile di marmi preziosi e forniva quindi un materiale ricco a portata di mano, non così

era delle altre regioni cui accennammo.

Smembrato l'impero, sorti i nuovi edifizi ed i nuovi monumenti con mezzi limitati, la terra cotta, del cui uso erano divenute comuni dappertutto le pratiche, era naturale che diventasse elemento fondamentale dell'architettura.

Dell'architettura bizantina è caratteristico l'impiego di piccoli materiali. Abbondavano nei dintorni di Costantinopoli sedimenti argillosi e nella necessità di rapidamente condurre a termine i grandi impianti della nuova capitale tornavano ben utili. Il materiale laterizio bizantino mantiene i tipi diversi dei laterizi romani. Nella disposizione per altro, specialmente nelle vòlte si sente l'influenza asiatica.

La cupola del battistero di S. Giovanni di Ravenna e quella di S. Vitale nella stessa città sono fatte con una serie di tubi di terra cotta infilati uno nell'altro e collocati quasi orizzontalmente formando una spirale continua che sale fino al vertice.

Verso le reni di questa vôlta la spirale è rafforzata da un secondo cordone di tubi della stessa qualità e da parecchi ordini di vasi di terra, urne, od anfore collocate in piedi. Il tutto è ricoperto di una malta che dà a questo leggerissimo apparecchio una solidità da dodici secoli non smentita.

L'influenza bizantina passò sul littorale del mar Nero, invase la Crimea e si propagò rapidamente in Russia, in Romania.

In Russia fu presto sensibile l'influenza asiatica, slava ed indo-persiana, ma anche sotto di questa la terra cotta non cessò di essere l'elemento principale della costruzione. Si può dire che nell'organismo costruttivo l'architettura russa conservò i principii della suola bizantina e che l'ornamentazione riflette le altre influenze suaccennate.

Questa ornamentazione consiste sopratutto in rivestimenti di pietra, laterizio, smalto e pittura. La torre ottagona che a Mosca regge la cupola centrale della chiesa di Vassili Blajennoï, edifizio del XVI secolo, è costrutta come tutto l'edifizio in mattoni e pietre; le arcate sporgenti all'esterno proteggono dei timpani ricoperti di majoliche smaltate, pitture e mosaici su fondo d'oro.

Anche quando lo stile russo, allontanandosi dalla sua origine, abbandona la tradizione bizantina sotto l'influenza dell'arte indo-persiana il mattone non cessa di essere impiegato come elemento principale di costruzione: prova ne sia il campanile costrutto di questa matoria alla chiesa di S. Giovanni Crisostomo di Jaroslaw edificato nel 1634. È a quest'epoca che i cornicioni in mattone o pietra, aggettati sostituiscono i tettucci in legno che avevano pure la medesima origine asiatica. I mattoni disposti con aggetti graduali un sull'altro a forma di mensole, o formanti disegni alternando dei campi sporgenti su parti ritirate, o disposti diagonalmente e portanti degli archetti originali che formano sulla cornice una specie di merlatura, talvolta smaltati, si prestano ad una grande varietà nel coronamento delle fabbriche. Questi materiali sono oggi ancora molto usati nella decorazione civile. Le finestre vengono spesso inquadrate con pilastrini sormontati da bizzarri coronamenti in mattoni apparenti.

Architettura mussulmana. — La ceramica architetturale si mostra dalla più remota antichità nei monumenti egiziani, ove scorgesi l'applicazione di uno smalto o coverta vitrea che rimase per molti secoli estranea al vasellame.

Gli artisti bizantini avendo diffuso il gusto del mosaico nel basso impero, gli arabi dapprima li imitarono; ma essi sostituirono ben presto al mosaico di un processo lento e costoso la majolica smaltata policroma facile ad eseguire, con cui nel VII secolo ornarono le pareti dei monumenti di Gerusalemme, dell'Alambra e di Cordova.

Gliartisti islamiti, arabi, persiani e turchi fecero presto estesissime applicazioni della terra cotta smaltata alla architettura. In oriente vedonsi molti edifizi le cui cupole ed i muri sono esternamente ed internamente rivestiti di formelle policrome nelle quali i più brillanti particolari ornamentali sono protetti da una coverta di smalto. Il gusto si generalizzò tanto che furono fatti servire al rivestimento ed alla decorazione delle sale, dei bagni, delle fontane, delle botteghe. È quella specie che

dall'arabo *El-Laladj* gli Spagnuoli fecero Azulejos e che oggi al Cairo si chiama Quinchani.

Le più antiche formelle, quelle del vero stile arabo sulle quali si trovano ancora le inscrizioni in carattere cufico sono di piccola dimensione; hanno circa 10 centimetri di lato, gli ornamenti sono costantemente rettilinei ed offrono un leggiero rilievo che dà un grande effetto ai contorni. Sono rarissimi e la loro fabbricazione deve aver cessato assai per tempo perchè le majoliche che da più di due secoli ornano gli edifizi del Cairo sono di manifattura persiana o turca; le prime sono magnifiche a disegno svariatissimo, le seconde invece conservano lo stile arabo. Nella tomba di Ibrahym Agha (1650), capo della polizia, e nella moschea da lui ristaurata, e che porta oggi il suo nome, se ne scorgono estesi pannelli; questi pannelli sono solidamente applicati sopra uno strato di gesso che ha in certi punti tre centimetri di spessore.

Numerose manifatture di mosaico di porcellana esistevano in Andalusia, donde si diffondevano per tutto l'oriente. Le fabbriche di Kutusa nell'Asia minore erano pure rinomatissime e di là provengono la maggior parte delle formelle che decorano gli edifizi del Cairo, di Ge-

rusalemme e di Costantinopoli.

Gli arabeschi dipinti sopra la terra cotta sono minuti motivi che ripetendosi indefinitamente producono una striscia ovvero un motivo più complesso che comprende due o quattro formelle il cui aggruppamento forma un vasto disegno.

Nelle opere della miglior epoca si trova spesso un grande motivo tracciato sopra un numero grandissimo di formelle il cui aggruppamento è necessario per svolgere il motivo di un grande pannello il quale poi è circondato da una fascia come un tappeto.

La tulipa, il garofano, il giacinto sono i fiori riprodotti e stilizzati più generalmente dagli antichi ce-

ramisti.

Quando le formelle di rivestimento raggiungono lo spigolo del muro come il vano di una porta, lo spessore ne è tagliato ad ugnatura e guernito di una piccola orlatura.

Invece di inventare sempre nuove forme gli arabi andarono generalmente modificando leggermente nel disegno o nel colore i motivi più in voga. Il tracciato geometrico così comune nella archittura araba fu la base di tutte le composizioni, specialmente nella ornamentazione moresca.

Abbiamo citato la moschea di Ibrahym Agha. Questa è la sola al Cairo che sia completamente ornata di majoliche murali. Tutta la parete interna ove si trovavano il Mihrab ed il Mirubar è decorata di formelle monocrome, bleu su bleu che riposano bensì la vista ma la rendono molto monotona; ma i due pseudo-mihrab sono magnifici. L'uno si compone di un'arcata a pieno centro sotto la quale da un gran vaso istoriato sorte un mazzo sormontato da una lampada e attorniato da grandi piante che dal suolo con due o tre giri arrivano fino al sommo dell'arcata.

Questa nicchia è fiancheggiata da due altre minori riempite da un grande cipresso accerchiato da una specie di vite vergine. Tutta questa flora che non prende alla natura che gli elementi caratteristici essenziali ha un carattere monumentale.

Gli scrittori orientali non sono tutti d'accordo sopra il significato simbolico del cipresso che spesso trovasi rappresentato nelle tombe sulle terre cotte, sui tappeti e le stoffe in Turchia ed in Persia specialmente; gli artisti li rappresentano spesso svettanti come sotto il vento. Gli Arabi pretendono che il cipresso sia l'albero cui fu incatenato il demonio e lo considerano come il simbolo della libertà; per i Persiani è l'emblema della religione e rappresenta l'aspirazione dell'anima verso il cielo.

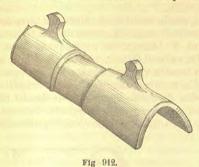
Il secondo pseudo-mihrab è più elegante quantunque meno caratteristico. Tanto potrebbe stare sulle mura di un harem come sopra i muri di una moschea. Rappresenta pure un vaso d'onde sorte un gambo principale dal quale escono con curve graziose i secondari portando larghi fogliami fioriti ed occupando tutto lo spazio con un gusto, un equilibrio, un'armonia ammirabili, E evidentemente l'opera di un maestro sortente da una fabbrica di Quichan, la celebre città persiana che valse l'attuale designazione degli arabi alle formelle smaltate.

Medio evo. - L'impiego del materiale laterizio prese un grandissimo sviluppo nel medio evo in conseguenza diretta ed immediata dello stesso nuovo ordinamento sociale. Le fortune divise al seguito della organizzazione feudale creata da Carlo Magno, ai grandi edifici suntuosi elevati a cura dello stato onnipotente sostituito il maniero e la dimora dei vassalli nei diversi gradi della gerarchia, era naturale che si sviluppasse e prendesse piede un sistema costruttivo e decorativo che mentre era economico per un verso, si adattava meglio di un altro ai piccoli ambienti ed alle fabbriche di poca mole. Più tardi il sorgere delle libertà comunali e lo svincolarsi sempre più della personalità umana dalla tirannide dello stato assorbente, secondò questo indirizzo costruttivo e decorativo e la valle del Po testimone del movimento comunale diede alla storia delle terre cotte un

contingente larghissimo.

Attaccandosi alla tradizione portata nella Gallia dalle legioni romane le costruzioni gallo-merovingie ai tempi del basso impero sono in gran parte di laterizii. Spesso si innalzarono pure le fabbriche con blocchi o rottami di pietra in paramento alternati regolarmente a coreggie di mattoni; ma a partire dal secolo IX raramente si incontra il mattone alternato con altro materiale; o non si impiega il mattone, o lo si impiega da solo; fanno eccezione alcune costruzioni del mezzodi della Francia ove trovasi il mattone usato per i campi da riempire, come volte e tratti di muro, in paramento unito. In Linguadoca, poichè la pietra fa assolutamente difetto, gli architetti del XIII e XIV secolo presero francamente il partito di elevare tutto l'edificio in mattoni, limitando l'impiego della pietra agli stipiti delle finestre, alle colonne ed a qualche punto di appoggio isolato o di piccolo diametro. Ce ne porge esempio il convento dei Giacobini di Tolosa che appartiene alla fine del secolo XIII. Più tardi nel secolo XIV s'innalza in mattoni la piccola chiesa fortificata di Simorre (Gers), il collegio di San Raimondo, le mura ed alcune case. A Tolosa il ponte di Montauban; più tardi ancora la cattedrale di Alby, molte abitazioni private di questa città, ecc. ecc. Il mattone impiegato in questa regione della Francia durante il XIII, XIV e XV secolo è grande e quasi quadrato (ordinariamente 0,33  $\times$  0,25  $\times$  0,06) e la malta interposta da 0,04 a 0,05 di spessore. Raramente il mattone modellato è impiegato in Francia nel medio evo mentre è frequente in Italia ed in Germania; solo trovansi talvolta piccoli modiglioni nelle cornici, modanature semplici, come gole e quarti di circolo. Il mattone di Linguadoca è tenerissimo edi costruttori preferivano tagliarlo, oppure ottenevano una decorazione posandolo diagonalmente sotto le cornici per modo da farne sporgere gli angoli, od a spica o alternati di fascia e di punta.

Imotivi decorativi che i Greci, i Romani e gli Etruschi avevano già usato pei tetti dei loro templi e delle loro case ritrovarono la loro applicazione anche attraverso al mutato stile ed al carattere nell'architettura medioevale, quelli specialmente aventi una ragione organica. Il Viollet le Duc cita notevoli esempi di tegole da



---

colmo aventi un ornamento sulla cresta, vedute sul tetto della chiesa di Vézelay del XII secolo, verniciato allo esterno di una coverta bruno-verdastra (fig. 912). In quel tempo erano unite fra loro con del cemento, ma riconosciutosi che questo non escludeva assolutamente

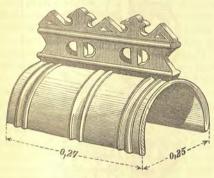


Fig. 913.

la filtrazione dell'acqua si fabbricarono sin dal principio del XIII secolo con un orlo fatto a cuscinetto concavo per ricevere il bordo rialzato dell'altra estremità della tegola vicina. Queste tegole da colmo si fecero verniciate sia per renderle meno permeabili come anche per dar

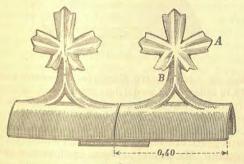
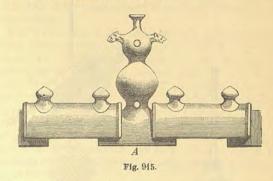


Fig. 914.

meno presa al vento presentandogli una superficie levigata. Questo bisogno stesso portò a sviluppare le appendici decorative della cresta aumentandone il peso. Se ne trovano pertanto dei saggi curiosi aventi un ornamento continuo a traforo (fig. 913). Nel XIV secolo se ne fecero pertanto una specie di trifoglio spiegato (fig. 914). Stante il volume che queste tegole già così

grosse venivano a prendere con quell'ornamento la cottura per verniciarle riesciva difficile, quindi nel secolo XV si pensò a far portare l'ornamento da una corta sottotegola sulla quale venivano ad appoggiarsi i tegoloni che invece portavano una decorazione più modesta. Così era guernito il colmo del tetto della cattedrale di Sens la cui copertura in tegole verniciate è della fine del XV secolo; le sottotegole sono verniciate di giallo ed i tegoloni di verde.

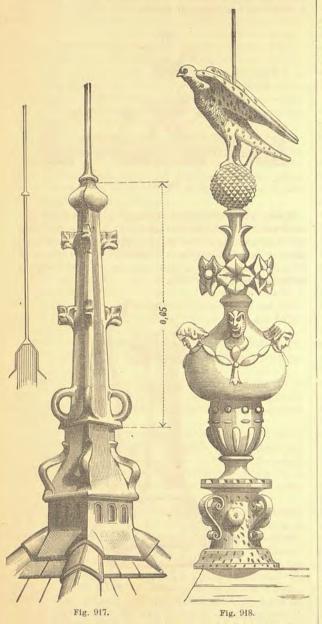


Spesso questi ornamenti ergentisi all'apice degli edifici erano vuoti e bucati per modo che il vento, soffiando con violenza maggiore o minore, produceva un fischio, acuto o tenue, languido o repentino e talora data la diversità dei timbri si dovevano avere delle strane fantasie musicali (fig. 915).



E poichè siamo nella decorazione medioevale dei tetti non possiamo omettere di parlare della cosidetta spica (épi), rivestimento spesso di terra cotta (di piombo, quando di piombo o di ardesia era il tetto) che avvolgeva le estremità dei tronconi uscenti dai vertici dei tetti. Questo particolare è caratteristico della architettura gotica; venne usato però già anche all'epoca romanica. Gli architetti del medio evo si compiacquero nel decorare con lusso queste estremità sortenti dal padiglione del tetto, che staccavano superbamente sul cielo. Soltanto dai bassorilievi o dai manoscritti si può apprendere come fossero quelli dell'epoca romanica che

il tempo distrusse. Le più antiche spiche in terra cotta si trovano rappresentate in bassorilievi del XIII secolo. Sono fatte di più pezzi innestati l'uno nell'altro e formanti una specie di colonnina (fig. 916). Esistono frammenti di spiche in terra cotta del principio del sec. XIII nelle regioni dove questa materia era impiegata da mani esercitate. Si sa che Troyes è la città della Francia



dove nel medio evo fiorirono particolarmente delle fabbriche di terra cotta; ancora pochi anni addietro molte se ne trovavano al loro posto; ora tutte sono distrutte o trasportate. Sono però quasi tutti lavori grossolani verniciati di giallo o di verde, modellati a mano e di stile romanico, il che prova che la ceramica non aveva progredito in relazione coll'architettura. Solo allo schiudersi del secolo XIV quei tipi si modificarono e si venne ai pinnacoli di terra cotta. Nel museo del vescovato di Troyes si trova una di queste spiche proveniente dal palazzo comunale probabilmente appartenente alla

metà del XIV secolo in forma di edicola con tetto piramidale altissimo, verniciata in rosso bruno e giallo; doveva portare come la maggior parte uno spiedo di ferro e la banderuola. È modellata a mano ed ha l'aspetto d'un oggetto dozzinale che doveva acquistarsi dal vasajo come noi si acquista il tegame od il vaso da fiori (fig. 917).

Il XVI secolo sostituì alle spiche di terra cotta verniciata quelle di majolica, vale a dire di terra smaltata. I dintorni di Lisieux ne possedevano buon numero usciti dalla valle di Orbec; ma i ricercatori di antichità ne fecero incetta vendendo tali pezzi per ceramiche di Palissy. Un notevole saggio di questa industria trovasi nel castello di Saint-Christophe-le-Jajolet (Orne); si compone di quattro pezzi sovrapposti ed innestati sopra un'asta di ferro (fig. 918). Uno zoccolo giallo chiazzato di



Fig. 919.

bruno, un vaso azzurro chiaro con ornamenti giallo e teste in rilievo, poi su dei flori bianchi con foglie verdi e grani gialli; in alto sopra una figura giallo bistro si appoggia un uccello bianco chiazzato di bruno.

Le provincie di Rouen, Beauvais, Nevers fornivano questi oggetti di decorazione esterna a tutte le provincie circostanti. Ma andate in disuso coll'invasione dell'architettura neo-classica gli ornamenti dei tetti, quelle fabbriche perirono. Nella rovina dell'architettura di carattere nazionale francese, l'arte del vasajo resistette per qualche tempo fornendo la decorazione dei tetti alle case private; così al museo della cattedrale di Sées se ne conserva una del tempo di Luigi XIII che pure ha l'ingenuità ed il carattere del primo medio evo (fig. 919).

Nei primi secoli del medio evo, nel nord della Francia dove i marmi non erano comuni si usò il pavimento di quadrelle stampate ed incrostate di mastice a colori o diterre cotte smaltate. Dovunque potevasi fabbricare il coccio e niente era più agevole che procurargli toni svariati con una coverta cotta al forno. È probabile che fin dai tempi di Carlo Magno i pavimenti in quadrelle a colori fossero usati, ma tuttavia i più antichi che ci rimangono non vanno più in là del XII secolo. Le cappelle absidali della chiesa di S. Dionigi uno ne conservano bellissimo; quello della cappella di S. Culuphas, riprodotto negli Etudes sur les carrelages historiés di Alfred Ramé ed oggi ristorato, è fra i migliori saggi. Si compongono generalmente di striscie formanti disegni svariati separati da strette fascie. Si riconosce in essi la influenza dell'antico mosaico romano perchè ogni pezzo ha il suo colore ed è colla loro disposizione che il disegno è ottenuto. I ceramisti del XII secolo avevano fatto progredire assai l'arte di formare questi piccoli pezzi di terra e spesso componevano disegni assai complicati da combinarsi con intrecci di curve o con trifogli e flordalisi fra le cui foglie si innestavano i pezzi del fondo; così pure nei colori avevano indotto una notevole varietà.

Anche in Germania si trovano consimili ceramiche eseguite collo stesso sistema quantunque con un carattere differente nella decorazione. Il museo del Gran Giardino di Dresda conserva interessanti campioni provenienti dal chiostro di Tzelle; mentre il nero-verde domina nel secolo XII; nel XIII domina il rosso e così mentre in quel secolo i pavimenti sono di una tonalità scura e pesante e le pareti chiare, in questo le superficie orizzontali si usano brillanti e le pareti scure. Sul principio del XIV secolo anzi il nero viene ad occupare estese superficie delle pareti verticali.

Inoltre il secolo XIII la rompe col vecchio sistema di fabbricazione delle ceramiche da pavimento perchè invece di comporre il pavimento con pezzi di varia forma e di diverso colore si fanno i pezzi quadrati e si ornano con decorazioni di terre di vario colore rosso su giallo o giallo su rosso ed i quadrelli neri si usano come fascia di incorniciamento; il nero-verde divien raro per ricomparire al XIV secolo. L'uso delle ceramiche però difficilmente è adottato per le chiese ed in generale per i luoghi dove la moltitudine passa e lo stropicciamento dei piedi determinerebbe il rapido sparire della incrostazione.

L'origine del nuovo sistema di decorazione applicata alla quadrella di un'unica dimensione vuolsi ricercare in pratiche usate fino dall'epoca merovingia, in cui si cuocevano delle terre da pavimento presentanti in incavo dei disegni più o meno complicati nel genere dei disegni intagliati nel granito dagli antichi egizi. Questi disegni ottenevansi con stampi applicati alla formella ancora molle; qual meraviglia che in progresso di tempo siasi voluto riempire quell'incavo con una terra d'altro colore ottenendo lo stesso disegno con una superficie liscia che lo rende più solido? Pertanto tal sistema di foggiare le formelle divenne comune nel XIII secolo.

Il pavimento a formelle di questa natura di Saint-Pierre-sur-Dive è incrostato di giallo sopra un nero bruno; ed il processo di fabbricazione consiste in uno strato di terra fina annerita, incavata a stampo, incrostata di una terra giallastra e coperto il tutto di uno smalto traspareute; il disegno di queste formelle è nero su giallo o giallo su nero. La terra bianca giallastra penetrata attraverso allo strato bruno viene ad incrostarsi sull'argilla rossa, e lo smalto di una tinta di zafferano dà uno splendore d'oro alla terra bianca.

Nel secolo XIII si trascura la finezza di esecuzione del precedente, se ne semplifica la esecuzione per ottenere prodotti più numerosi e di più rapida fabbricazione. Al secolo XIV i disegni si fanno più confusi e più magri; sullo scorcio si introducono a profusione nelle formelle cifre, iscrizioni, stemmi, talvolta piccole scene; compariscono i toni verdi e azzurro-chiari, i neri divengon rari.

Abbondano le formelle del XIV e del XV secolo; le città della Champagne, della Brie e della Borgogna ne sono piene.

Nel XVI secolo si incontra ancora la formella incrostata e se ne trovano buoni saggi nella città di Troyes. Ma allora appariscono le formelle di majolica dipinta nelle quali i toni bianchi, azzurri, gialli e verdi dominano; tutti li supera in bellezza il pavimento della cappella situata al nord della nave della cattedrale di Langres per la composizione elegante e l'armonia dei toni. Si fecero pure formelle con ornamenti aventi un rilievo di circa due millimetri naturalmente molto duri con la terra ben battuta, ben cotta e ben smaltata. Le formelle di majolica furono ancora adottate in Francia nel XVII secolo.

È nel nord dell'Italia, nella valle del Po, che noi abbiamo a constatare l'impiego generale della terra cotta. Questa regione è così ricca di opere di tal genere che Tommaso Hope la chiamò la grande contrée de briques.

L'arte lombarda che vanta la denominazione di tutto un sistema costruttivo, ha del materiale laterizio tratto un partito architettonico e decorativo straordinario. La pianura lombarda abbondando di strati argillosi ha portato da antica data gli abitanti a preferire ad ogni altro materiale il mattone, che si può fabbricare sul luogo e che si presta per la sua facilità ad esser foggiato e manipolato in ogni modo con svariati e bizzarri movimenti di linea. Il laterizio all'esterno delle fabbriche stende sinceramente la sua bella tinta bruna rossa su vasti campi interrotti dai portali, che quasi sempre erano in pietra, e dalle arcate delle finestre, delle loggie, dei portici talora tutte di cornici di pietra, talora alternate con cornici e tratti di archi in laterizio. Ordinariamente in alto un fondo di intonaco dava risalto ai graziosi archettini incrociati che facevano finimento ai muri. La stupenda torre di San Gottardo, la rotonda che gira sulla cupola di Sant'Ambrogio (entrambe in Milano) manifestano come l'architettura lombarda sia stata creatrice immaginosa e delicata del ben fabbricare a mattoni con eleganza di sagome, ricchezza di frangie di finimento e gustosi innesti di pietra che spiccano sopra la massa rosea dei muri.

Questo tipo prevalse ancora nell'epoca successiva del sesto acuto, ed in Milano ne sono esempi la facciata gentile e semplice di Santa Maria della pace e quella più antica e più adorna di San Marco che sebbene fatta oggetto di un radicale ristauro conserva la maggior parte delle primitive decorazioni di laterizio.

A Milano ancora la più antica delle cappelle che circondano S. Lorenzo, quella di Sant'Aquilino, è coperta di una cupola circondata alla base da una galleria esterna, i cui archi riposano su pilastri in mattoni; ed in mattoni è pure il muro ottagonale che sostiene la volta. Sant'Ambrogio pure presenta molti esempi dello impiego dei mattoni; le navate sono coperte con volte a crociera eseguite in mattoni. Gli archi che ne formano l'ossatura sono parte in pietra e parte in mattone e pietra alternati. Interessante è la disposizione dei materiali nei muri. Questi dove non oltrepassano i 60 centimetri di spessore

sono completamente fatti in mattoni, quando hanno una maggiore grossezza sono formati di ripieno di rottame e malta fra due paramenti di mattoni a vista nei quali al mattone collocato di piatto si alternano strati di

pezzi di cotto ordinati a spina di pesce.

La terra cotta è inoltre l'elemento principale della decorazione maggiormente accentuata nelle cornici di coronamento, che ordinariamente presentano come motivo dominante dei piccoli archetti a pieno centro appoggiati su mensoline ed incrociantisi fra loro in maniera da far originare degli archettini ogivali minori. Al disotto evvi un fregio di mattoni disposti a rombo, compresi fra due fasci, ed al disopra un ordine di mensoline reggenti uno strato di mattoni di fascia cui ne segue uno di mattoni a dente di sega ed altri corsi con poco aggetto.

Questa materia è ancora impiegata nelle forme più varie anche nella chiesa di San Gottardo costrutta da Azzo Visconti sulle rovine di San Giovanni al Fonte; edificio di ammirabile solidità per la bontà del materiale e la cura con cui esso è messo in opera. In terra cotta è pure la chiesa dell'abazia di Chiaravalle ed il campanile annesso ornato a tutti i piani di archettini.

A Pavia le chiese di Sant'Eufemia e di San Pietro in ciel d'oro come la precedente del XIII secolo ci fanno pure vedere il laterizio usato come elemento principale

nella costruzione come nella decorazione.

La chiesa di San Teodoro, sempre a Pavia, che rimonta al XII secolo, è quasi completamente costrutta in mattoni con le basi dei pilastri di un sol pezzo espressamente formato. Dello stesso materiale sono quasi interamente le chiese di San Lanfranco e di San Lazzaro fors'anche più antiche della precedente; quest'ultima presenta la particolarità di cornici sagomate e di colonnine in cotto. È degna di nota inoltre la bellezza e la regolarità dei mattoni di tutta la muratura.

La cosidetta Rotonda di Brescia del IX secolo presenta alla sommità del tamburo un coronamento in mattoni costituito di un fregio che comprende due ordini di zig-zag ed una cornice composta di archettini sormontata da corsi di mattoni alternativamente lisci

ed a denti di sega.

L'antico palazzo della Repubblica, il Broletto, offre un insieme di belle costruzioni in mattoni del XII secolo.

La chiesa di San Zeno a Verona costrutta fra l'XI ed il XII secolo ha le fronti laterali innalzate a fascie

alternate di mattoni e di pietra.

La Certosa di Pavia fondata nel 1396 da Galeazzo Visconti è un bel saggio dell'abilità dei costruttori di quel tempo. Muri in tutto mattone, archi in mattoni puri od alternati con legamenti di pietra, fregi, cornici; sculture in terra cotta sono stupendamente conservate. Questa certosa dimostra che gli artisti di quell'epoca cercavano la varietà non solo nella forma e nei contorni, ma eziandio nei colori, ed intendevano a correggere la monotonia delle troppo estese superficie con intonachi di stucco o con marmi policromi.

In mattoni con decorazioni di cotto è pure la cattedrale di Crema del XIV secolo.

Pavia poi ha non pochi monumenti in laterizio del secolo XIV. La chiesa di Santa Maria del Carmine che data dal 1373 è di rara bellezza; le commessure sono diligentissimamente fatte con calce di prima qualità. Gli innesti delle parti ornate, cornici, fascie, archivolti sono fatti con tanta precisione, le sculture sono lavorate con sì squisito gusto che l'effetto prodotto sul-l'occhio dello spettatore è sorprendente. Merita sopra

tutto l'attenzione la trabeazione a doppio rampante che decora la facciata. Nell'interno le colonne ed i pilastri sono pure in mattoni, murati con tanta precisione e cura che la forma cilindrica dei fusti è perfetta ed a mala pena si distinguono i giunti.

Se nelle altre provincie d'Italia il materiale laterizio non ha la stessa importanza che in Lombardia si trovano tuttavia in moltissime città quali Lucca, Pisa, Siena, Ferrara, Ravenna, Bologna, Roma, ecc. costruzioni nel genere del più grande interesse. Non possiamo certamente citarle tutte; ne indicheremo tuttavia

qualcuna.

A Pisa la Torre del Vicolo Santa Margherita ha i suoi archivolti decorati di mattoni formati in terra cotta; un'altra torre detta della Via delle belle torri, porta un fregio di laterizio che si vede ancora all'angolo del Vicolo del Cuore. In questa stessa città sulla facciata di antiche case e specialmente delle vecchie case che circondano la chiesa di San Michele, si vedono, incassate fra strati di mattone, vecchi stemmi di terra cotta, che rammentano il tocco spiritoso dei vecchi

scultori pisani.

La città di Siena racchiude edifizi dove la terra cotta ed il marmo si trovano combinati nella più abile maniera dal punto di vista dell'effetto e dell'economia. Il palazzo Buonsignori che si ritiene innalzato alla fine del XIII secolo si fa notare appunto per tal combinazione di materiali. Le arcate a sesto acuto hanno una particolarità di costruzione che merita di essere notata: i giunti dei mattoni che formano la chiave dell'arco, non convergono, come d'ordinario, verso il centro dei segmenti dei due archi ma sono diretti verso il punto di inserzione del raggio con l'asse dell'apertura. Questi mattoni hanno 29 cent. di lunghezza per 6 di spessore e sono assottigliati alla mola dalla parte dell'intradosso. La base dell'edificio è in mattoni durissimi, uniti con la massima cura, ed il cui colore rosso e la superficie unita son conservatissimi.

Sotto alle finestre del primo piano è degna di nota un'arcata a sesto acuto in terra cotta, sopportata da mensole che sole sono incastrate nella costruzione, mentre i frammenti di mattone di poco rilievo che compongono la decorazione dell'arcata sono semplicemente applicati, non essendo sorretti che dalle mensole sopra dette e dalla cornice che vi sta sotto.

Nella stessa città il palazzo pubblico possiede pure una facciata esterna tutta di cotto eccettuato il pian

terreno.

Il Piemonte, meno perlustrato in passato e poco illustrato finora, è tuttavia ricchissimo di opere di cotto. Il Duomo d'Asti è un prezioso documento, notevole per il carattere severo, la grande semplicità e la scelta felice degli elementi costruttivi e decorativi.

L'abazia di Vezzolano, quella di Sant'Antonio di Ranverso, la facciata dell'ospedale di Ranverso pre-

sentano delle facciate ricche quanto originali.

In quasi tutti i paesi del Piemonte si riscontrano sparsi qua e là preziosi avanzi. Alba, Cuneo, Fossano, Ceva, Mondovì, Chieri, Cuorgnè, ecc. A Torino di tanto in tanto saltano fuori dalle mura rivestite di intonaco belli avanzi di decorazione. Così lo scrostamento dell'atrio del palazzo Madama ha svelato parecchi avanzi interessanti, così la semplice eliminazione dell'intonaco operatasi nell'intraprendere opere di ristauro di case private ha messo in luce porte, finestre, archi, fascie, cornici di materiale laterizio bellissimo.

Nella storia del mattone lavorato si devono distinguere due epoche, la prima in cui il mattone crudo

veniva intagliato col coltello e quindi cotto; la seconda in cui l'argilla tenera veniva messa dentro stampi per ricevere l'impronta.

Nei mattoni del primo periodo è naturale che si trovi una maggior freschezza, dovuta al taglio netto che lasciava sempre un po' di spigolatura ed una maggior varietà dovuta al capriccio dell'artefice che eseguiva

Il Rinascimento. - L'architettura del rinascimento è un'architettura di imitazione. La ragione d'essere organica, manca in gran parte ai suoi elementi. - Come nelle forme, così anche nel materiale si doveva imitare l'antico e la pietra ed il marmo dovevano essere usati di preferenza. A favorire l'uso di quel materiale valsero le nuove ricchezze riaccumulatesi in mano di potenti sovrani o di famiglie arricchite, quali le Corti di Roma, di Firenze, di Francia e le doviziose famiglie florentine, veneziane, milanesi, genovesi. Una volta adottato e generalizzato l'uso della pietra e del marmo, al mattone rimase una funzione importante sempre, ma modesta: quella di formare lo scheletro dell'edifizio rivestito di marmo o di pietra od intonacato e dipinto.

Tuttavia l'abbandono del laterizio nell'uffizio decorativo non fu così rapido. Seguì dove più dove meno rapidamente a seconda della maggior influenza che esercitarono i resti della architettura romana venuti alla luce; nello stesso modo che le forme classiche non si sostituirono dappertutto ad un tratto alle forme lombarde e gotiche, ma qua e là le sposarono modificandole

gradatamente.

Per questa ragione la classificazione che noi, per chiarezza e per una necessaria divisione della materia, abbiamo posto fra medio evo e rinascimento, non va presa come una classificazione assoluta e precisa. Alla ripartizione cronologica non corrisponde esattamente la trasformazione artistica.

Se nell'Italia media le forme classiche (le quali trovano anche nell'architettura cosmatesca l'anello di congiunzione all'antichità anche nel medio evo) ricompajono nel principio del Quattrocento e al principio del secolo XVI rivivono completamente, nell'Italia setten. trionale, in Francia ed in Germania arrivano più tardi.

Qui ad ogni modo noi parleremo di edifizi la cui data di fondazione o magari la cui completa costruzione risale realmente ancora al medio evo, ma in cui tuttavia appare l'adozione dei principii del rinascimento.

Tale è l'Ospedale Maggiore di Milano, architettato dal fiorentino Antonio Averlino nel 1456 per ordine di Francesco Sforza; uno dei trionfi della terra cotta. E un grandioso fabbricato, che sorge ad est della città, rettangolare con facciate su tutti i quattro lati, tutto girato da un loggiato aperto che doveva produrre un magnifico effetto e sopra del quale ricorrevano, in terracotta modellate od intagliate, un fregio ed un ordine di finestre bifore incorniciate di pampini, popolate di putti e di uccelli e per finimento un cornicione di mattoni e mensole di cotto disposte per modo da produrre un bellissimo effetto.

Un terzo solamente del suo progetto venne eseguito <sup>6</sup> qualche addiezione posteriore ne deturpa alcune parti, ma non meno ammirabile riesce questo monumento che vi fa dire che mai forse la carità pubblica ha pensato di recare allo spirito dei disgraziati pezzenti un così confortante sorriso dell'arte. Il soffio del rinascimento dalla Toscana era venuto a modificare l'arte lombarda ed archiacuta in questo edificio ove l'arco a pien centro domina e le bifore archiacute incorniciate in una forma rettangolare sono tratte al sentimento nuovo. Anche

gli ornamenti di cui si rivestono le sagome sono ispirati all'arte classica.

E intanto un altro fiorentino, Michelozzo Michelozzi, chiamato dall'arcivescovo, apportava la grazia e l'armonia delle nuove linee nella cappella Portinari della chiesa di Sant'Eustorgio e traeva dalla terra cotta, non solo la intera massa dell'edificio, ma collocava in alto all'interno un fregio che è tutto un merletto, di cherubini che danzano o suonano vari strumenti ed al tamburo della cupola, che è una vaga loggetta d'archi tondi, girava attorno una carola di angeli che tengono un nastro dal quale pendono mazzi di flori e frutta. Figure ed

ornamenti sono dipinti e coperti di dorature.

Altro saggio magnifico della architettura delle terre cotte è in Milano ancora la chiesa di Santa Maria delle Grazie, tutta una pittoresca combinazione di linee e di tinte, una massa gentile fatta di cupole e di frontoni, di rotonde e di edicole. La rotonda che si trova sul dinnanzi, più bassa del rimanente, gentilissima di forma, armonica nelle modanature, aggraziata nelle proporzioni delle candelabrine, dei capitelli delle cornici, con una nicchia ad ogni campata, è un po' rozza nella modellatura degli elementi decorativi e guasto dal tempo è l'involucro quattrocentista dell'antichissima Chiesa di San Satiro; il resto appartiene alla Chiesa di S. Maria presso San Satiro fondata pare nel 1470. Si è in passato attribuita questa chiesa al Bramante, ora le si contesta tal paternità come furono radiate tante altre cose dall'opera di quell'architetto.

Nello interno, fra tutte le decorazioni, richiama l'attenzione il fregio del Battistero ornato di bassorilievi che si attribuiscono al Caradosso. Sono genietti nudi che suonano e folleggiano ed a metà degli scomparti che sono in numero di otto, corrispondenti alle otto faccie della edicola, emergono teste o busti in alto rilievo, sempre in terra cotta bronzata. Questi busti sembrano riprodurre i ritratti di compatrioti o di amici dell'artista. Il Geymüller crede di riconoscervi il ritratto del

Bramante e del Caradosso medesimo.

Uno dei più notevoli edifizi dove la terra cotta è utilizzata per l'effetto esterno è la chiesa di Santa Maria della Croce detta anche Santuario di Crema che rimonta alla fine del secolo XV. I pilastri, gli archivolti, le cornici delle finestre, i medaglioni, le mensole sono in terra cotta, non c'è quasi altro che le colonnine delle gallerie superiori che siano in pietra.

Questo edifizio suggerisce una osservazione particolare applicabile del resto a tutti gli edifizi dell'epoca

moderna.

I mattoni che servirono alla costruzione di questi edifizi sono di colore scuro come gli antichi, ed eccone il perchè: essendo di qualità inferiore sono più sensibili all'azione degli agenti atmosferici; una specie di crosta formata dalla polvere e dalla umidità che si attaccano alla loro superficie dà in breve tempo all'edificio una tinta grigiastra che ne invecchia l'aspetto.

La chiesa di San Pietro in Roma, come quella di Santa Maria del Fiore a Firenze sono bensì costrutte in materiale laterizio, ma l'esterno della fabbrica è in-

teramente rivestito di marmo e di pietra.

Tuttavia anche a Roma non fu abbandonato nemmeno nella miglior epoca dell'architettura del rinascimento il mattone. Bramante ne fece uso nel palazzo della Cancelleria, verso la fine del secolo XV, alternando ai pilastri di travertino, campi di mattoni disposti in paramento. Anche al palazzo Farnese ristaurato verso la metà del secolo XVI dal Sangalli e da Michelangelo, la facciata è tutta in mattoni così bene uniti che si prenderebbe tale



Fig. 920.

paramento per pietra. In generale però in questo secolo la pratica del ben fabbricare in mattoni si andava perdendo; quella esattezza nel congiungere e nel disporre il materiale, quella esiguità del giunti che era una caratteristica dei Romani e che fu pure di un certo periodo del medio evo, scomparve col rinascimento, collo sparire dell'abitudine di lasciar evidente il mattone e collo scemare dell'importanza del capomastro di fronte a quella dell'architetto, divenuto il decoratore che concepiva e segnava l'edificio. In S. Pietro a Roma, p. es., molti muri sono fatti di rottami accozzati alla rinfusa e devono la loro solidità solo alla forte coesione delle malte ed allo straordinario spessore.

Furono ancora in vigore i pavimenti di quadrelli di cotto; testimonio ne sia il pavimento antico in terra cotta del vestibolo del palazzo Farnese e quello che si trova nelle sale del pian terreno della villa di Papa Giulio a Roma.

La città di Bologna ha continuato nel cinquecento e nel seicento la tradizione artistica della terra cotta applicandola alla decorazione degli edifizi, anche con l'adozione delle forme classiche. Vi si trovano moltissimi esempi di cornici di cui parte composte di mattoni ordinari, altri di questi e di mattoni sagomati, altri di pezzi modellati ed ornati.

Anche in Francia nel Borbonese al castello della Palisse si trovano alcune costruzioni fatte di mattoni e calce che rimontano al secolo XV i cui paramenti (con l'alternativa del mattone bianco e nero) presentano disegni vari, quali rombi, zig-zag, meandri, ecc.

Durante il rinascimento le costruzioni miste di pietra e mattoni vennero in voga; si ottenevano così con poca spesa dei paramenti variati di colore, in cui l'occhio facilmente discerne quello che è riempimento da ciò che costituisce la parte solida, il vero sostegno della fabbrica. Gli esempi di questo genere abbondano; trovansene al castello di Blois (Luigi XII), in alcune parti del castello di Fontainebleau e di quello di Madrid costrutto da Francesco I, vicino a Parigi ove la terra cotta smaltata alternata colla pietra faceva una solida pittura.

Nel castello di Lovey presso Dreux pure del tempo di Francesco I i campi di muro a paramento sono fatti con mattoni (0,22 × 0,11 × 0,055) a due tinte, pallida l'una, rossa l'altra, con svariati disegni geometrici; è da notarsi la regola quasi costante tenuta nella disposizione di alternare un corso di mattoni di punta ed uno

di fascia.

La gloria artistica degli Italiani rifulse nella decorazione in terra cotta per opera precipua dei Della Robbia. Non è qui il caso di investigare fino a qual punto spetti a Luca Della Robbia il vanto della scoperta di proce dimenti nuovi. Certo egli ebbe dei segreti tecnici che trasmise ai suoi successori; ma il suo merito precipuo fu senza dubbio quello di aver diffuso un genere di decorazione prima di lui mai usato in così vasta scala e di essersi distinto in questo ramo d'arte con prodotti eccezionali e segnati del suggello del genio.

L'opera più antica di questo genere attribuita a Luca Della Robbia rimonta, stando al Nassai, al 1438. È un basso rilievo rappresentante la Risurrezione che è collocato sulla porta della sacristia di Santa Maria del Fiore in Firenze. È bianco sopra fondo azzurro. Più tardi Luca Della Robbia si servì di altri colori. In un basso rilievo del 1446 rappresentante l'Ascensione vi si trova il verde, il bruno-violaceo ed il giallo; ma Luca tuttavia si servì sempre di preferenza del bianco ed

azzurro.

Le opere di Luca sono assai rare e non si trovano guari fuori della Toscana. Gli si attribuiscono parecchie pale d'Altare che invece sono di mano del nipote e di

altri parenti omonimi.

Si può tuttavia considerare come autentica la celebre pala che fu collocata nella Chiesa di S. Miniato presso Firenze e che si trova attualmente al Louvre. Questa pala si compone di quattro pezzi rappresentanti una piccola nicchia sorretta in basso da una mensola formata di due cornucopie convergenti in basso e portanti sulle volute delle estremità inferiori un nido di cigni. Ai lati si elevano due pilastrini e sopra una trabeazione sta una cimasa circolare a conchiglia con un calice in mezzo e su di esso un putto e due putti ai lati. Nella nicchia due angeli vestiti stanno in adorazione del tabernacolo cui sovrasta la colomba dello Spirito Santo. Il fondo è di un bel celeste; le figure sono bianche; i putti, il calice sono di un giallo d'oro, le ghirlande verdi. Lo spessore della majolica è di 4 cm.

Luca Della Robbia fu l'artefice della grazia ma d'una grazia senza affettazioni e con il sentimento religioso comune allora a tutti i Toscani. Egli non si allontana

mai dai principii classici della statuaria.

Una colorazione moderata dà spicco alle drapperie ed alle cornici delle sue soavi composizioni. Le sagome sono poche ed egli le attornia di ghirlande, di foglie e di fiori di poco rilievo e scelte nei più semplici modelli della flora.

Il suo stile, spesso raffaellesco, non è il solo carattere a cui si riconoscano le sue opere; i suoi procedimenti sono speciali, lo smalto suo è sottilissimo, slegato, quasi trasparente, l'azzurro dei suoi fondi è calmo e moderato.

Egli morì nel 1481 dopo aver portato l'arte sua ad un grado di perfezione che nessuno dei suoi successori seppe

Era stato ajutato nei suoi lavori dal nipote Andrea nato nel 1437. Questi fu depositario di tutti i secreti della tecnica dello zio; ma non ne aveva lo slancio creatore. Dopo la morte di Luca si limitò quasi sempre a fare medaglioni e pale d'altare che ricordano debolmente i capi d'opera di Luca.

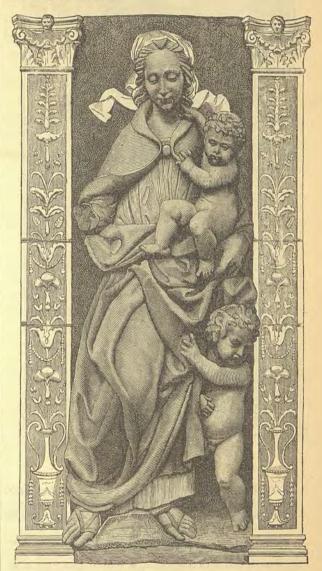
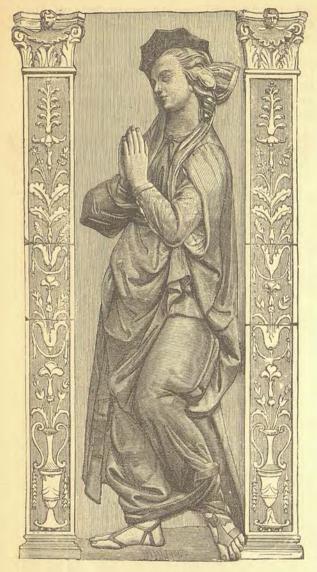


Fig. 921.

Andrea morì nel 1528 lasciando quattro figliuoli che continuarono le tradizioni della famiglia. Essi fecero insieme la decorazione dell'Ospedale di Ceppo a Pistoja.

Quest'opera è unica nel suo genere. La decorazione del cortile è costituita da festoni in alto rilievo giranti attorno agli archi del portico terreno e di medaglioni istoriati (fig. 920), quindi si svolge in un alto fregio compreso fra la sommità degli archi ed il davanzale delle finestre del primo piano. In questo fregio oltre alle personificazioni delle virtù teologali (fig. 921, 922, 923, 924 e 925) sono rappresentate con composizioni di molte figure in alto rilievo le opere di misericordia.



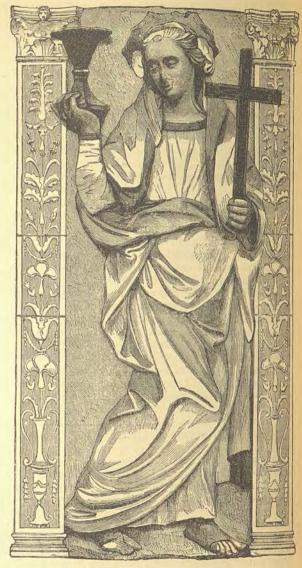


Fig 922.

Tali rappresentazioni sono belle per lo smalto e l'armonia del colore non solo, ma per l'equilibrio della composizione, il realismo delle azioni, dell'espressione e della esecuzione in ogni singola figura.

Più tardi i quattro figliuoli di Luca lavorarono separatamente.

Uno di essi, Fra Ambrogio, si fece Domenicano e di lui non si conosce altra opera autentica all'infuori della pala d'altare del Convento dello Spirito Santo a Siena.

Un secondo, Giovanni, è l'autore dell'altar maggiore della chiesa del Convento di San Gerolamo a Firenze e di molte pale d'altare di cui sono notevoli gli smaglianti colori.

Luca, il terzo figlio, andò a stabilirsi a Roma ove Leone X lo incaricò della esecuzione delle formelle per i pavimenti delle loggie vaticane. Finalmente il quarto figlio, Girolamo, fu chiamato in Francia da Francesco I per la decorazione del castello di Madrid, nel Bosco di Boulogne, che in grazia appunto di tali magnifichi decorazioni fu chiamato Château de Fayence. Vi sono di ceramica fregi e colonne, bassorilievi e statue e le

Fig. 923.

terre cotte invetriate sono la principale decorazione tanto all'interno come all'esterno.

Nel 1525 Gerolamo destò la gelosia dell'architetto Filiberto Delorme tanto che dovette tornarsene in Italia, ma più tardi, caduto il Delorme in disgrazia, fu richiamato al castello di Madrid del quale diresse i lavori fin alla morte, che avvenne nel 1567. Egli era divenuto l'ultimo depositario dei segreti del prozio e li portò seco nella tomba. Quanto al castello di Madrid, venduto al tempo della rivoluzione e demolito, le sue ceramiche furono vendute ad un pavimentatore che le pestò per farne del battume! Pochi frammenti ne furono salvati e figurano nel museo di Cluny.

Accenneremo appena, per non esorbitare dal nostro còmpito, a tutte le manifestazioni artistiche che originarono nel campo della terra cotta per lo impulso del Della Robbia. Oltre a Faenza, che ebbe l'onore di dare il nome francese a tutto il genere (Fayence), Pesaro, sviluppò su vasta scala questo ramo d'arte e per oltre un mezzo secolo le fece fare eccezionali progressi. La prima metà del secolo XVI segna il periodo che fu chiamato







Fig. 925.

galante per la storia di questa ceramica; gli amanti offrivano alla loro donna il busto modellato col nome e l'epiteto di bella, oppure un motto; corone di putti danzanti con ricchezza di trofei ed emblemi ornarono le coppe chiamate ballate e le coppe amatorie portarono emblemi amorosi; vennero in voga le fruttiere per ornamento di tavola.

Intanto città rivali strapparono a Pesaro non pochi dei maestri ceramisti e Urbino, Rimini, Pisa, Napoli, Torino, Milano, ecc., impiantarono notevoli fabbriche.

L'influenza dei Della Robbia si fece sentire non solamente nella penisola italiana ma in tutta l'Europa; sovrani, principi e signori si disputavano le majoliche a peso d'oro. Le terre cotte italiane tenevano un posto importante negli inventari dei castelli e figuravano nei testamenti a fianco dei titoli di proprietà e delle somme in numerario. Gli è che i pittori ceramisti del sec. XVI s'ispiravano ai migliori modelli dei grandi artisti di quell'epoca e partecipavano a quello straordinario spirito estetico che la caratterizzo.

Francesco I volle dare incremento in Francia all'arte

dei Della Robbia ed impiantò a Limoges una manifattura di smalti sotto la direzione di Leonardo Limosimo ed a Rouen una fabbrica di terre verniciate sotto la direzione di Bernardo Palissy.

Il Limosino era nato a Limoges nel 1480 e lavorò colà per tutta la durata del regno di Francesco I. A lui si devono i begli smalti che ornano le pareti della Chiesa di S. Pietro a Chartres e che un tempo decoravano la cappella di Acret. Questi smalti portano la data del 1547 e rappresentano i dodici apostoli con i loro emblemi caratteristici; sono segnati con la cifra e la salamandra di Francesco I.

Bernardo Palissy nacque nel 1510 a La Chapelle-Biron (Périgord). Le decorazioni del Palissy in majolica hanno un carattere affatto speciale, ma per la massima parte entrano nell'orbita del vasellame ceramico che non ha stretta attinenza con il tema del presente articolo.

La decorazione dei pubblici palazzi cui intesero con grande dispendio in quei tempi Enrico III, Carlo IX, Catterina de' Medici lasciò campo tuttavia al grande artista, che ebbe titolo e carica di ceramista di Corte, di applicare l'opera sua in proporzioni vaste ed in decorazioni architettoniche. Per le ragioni già dette noi non seguiremo nemmeno per la Francia lo sviluppo dell'industria ceramica nelle fasi posteriori.

Anche in Germania in un'epoca assai remota e assai tempo prima ad ogni modo dei Della Robbia lo smalto

sulla terra fu oggetto d'industria importante.

A Norimberga visse al tempo di Luca Della Robbia una plejade d'artisti che collo smalto produssero veri capilavori.

Ricordiamo gli Hirschvoghel padre, figli e nipoti, poi i Reinhardt, i Rickelm. Quasi contemporaneamente si sviluppa quest'arte ad un elevato grado di perfezione

a Ratisbona e a Landshut.

Il padre Hirschvoghel aveva fatto le vetrate alle finestre ogivali della chiesa di San Tebaldo in Norimberga. Suo figlio Augusto si ritiene sia stato maestro del Palissy o per lo meno che questo lo abbia avvicinato e ne abbia avuto delle istruzioni tecniche. Si vuole pure che viaggiando in Italia abbia comunicato ad un Vene-

ziano il segreto delle majoliche stannifere.

Una fabbricazione speciale cui l'antica scuola di Norimberga si dedicò e che merita menzione è quella delle formelle verniciate pel rivestimento delle stufe. Al castello di Norimberga conservasi una magnifica collezione di queste placche di terra smaltate. Sono di 88 cm. di lunghezza su 65 di larghezza ed arricchite d'ornamenti e di figure in rilievo nello stile di Holbein. Una raccolta completa di queste stufe a smalto stannifero policromo, si conserva nel Museo Germanico di Norimberga. È tutta coperta di stemmi dei cavalieri della Franconia alternati con figure di santi in rilievo.

Un'altra fabbricazione speciale della Germania è quella

dei gres-cerames.

Sebbene i prodotti consistano essenzialmente e quasi esclusivamente in fiasche ed altri recipienti per liquidi tuttavia meritano che si richiami l'attenzione sopra di essi anche nell'ordine di idee che stiamo svolgendo per le proporzioni eccezionali che talvolta raggiunsero tali prodotti, specialmente in Fiandra. In Silesia a Bunglan esiste tuttora un vaso gigantesco attorno al quale ogni anno la corporazione dei vasai si asside a tradizionale banchetto.

L'Olanda pure ha una parte importante nella storia della terra cotta.

La città di Delf ha un nome celeberrimo per tale industria e pel quasi monopolio che di tal commercio fece per molto tempo coi prodotti della Cina e del Giappone. Verso la metà del secolo XVII in questa sola città si contavano quarantatre manifatture di ceramica, nel 1700 ve n'erano presso che un centinajo. La prosperità di tale industria si spiega col gusto, la passione anzi che questi bei prodotti accendevano in tutta l'Olanda.

Nelle case cittadine, come nelle case coloniche i muri erano rivestiti di placche di majolica. Di queste placche istoriate si decoravano i vestiboli, le scale e perfino le scuderie. Quella prosperità sfumò rapidamente e mentre si fa gran commercio delle antiche placche di Delf una sola manifattura sopravvisse in quella città, che produce piatti comuni in terra da pipe.

La Germania, i Paesi Bassi e l'Inghilterra all'epoca del rinascimento continuarono ancora a fare uso della

costruzione a mattoni.

Nei Paesi Bassi la città di Bruges si distingue per le sue case in mattoni.

Ad Anversa le facciate in mattoni furono di uso frequente al XVI secolo per tutte le classi di cittadini.

Nell'antico principato di Liegi le case erano tutte fatte con intelajature di legno riempite di mattoni.

Tempi moderni. - Nei secoli XVII e XVIII la terra cotta continua a tenere un posto considerevole nell'architettura, sebbene lo stucco guadagni un gran posto

nell'ufficio di decorare i monumenti.

Lo stile Luigi XV che invase tutta l'Europa portò la sua linea bizzarra e contorta non solo nella ornamentazione, ma anche nella forma degli edifizi ed il mattone valse molto bene ad assecondare le contorsioni delle linee ed i capricci dell'architetto. Quindi troviamo pittoreschi portoni fiancheggiati da muri di chiusura, basi e pilastri di cancellate, troviamo parapetti eleganti fatti in mattoni e bene spesso troviamo ancora chiese e palazzi interi dove il mattone oltre a decorare della sua tinta scura e quieta i vasti campi, decora di modanature abbozzate le aperture e forma le cornici, le colonne, i capitelli.

In Piemonte si hanno di questo periodo bellissimi esempi di materiale laterizio che funge l'ufficio espres-

sivo ed ornamentale nelle costruzioni.

Agli architetti Carlo ed Andrea di Castellamonte si attribuiscono molte di tali fabbriche.

La effettiva paternità vien loro contestata dal Premis, ma questo non ci riguarda; sta di fatto che il complesso delle costruzioni dànno un carattere speciale alla città

Fra queste vi è l'Ospedale Maggiore di S. Giovanni che altri attribuisce al capitano Garve, di una severità imponente. Più originale e geniale, architettò molti edifici in Torino il Guarino Guarini modenese, ed esplicò le sue concezioni servendosi del laterizio nel grandioso palazzo Carignano ed in quello dell'Accademia delle Scienze. È strano però come in questi edifici il materiale laterizio foggiato appositamente è grossolano e frettolosamente disposto; la buona tradizione nella fabbricazione del mattone e nell'opera del muratore si era perduta e non bastava la fantasia d'un artista a farla rivivere. Per altro la tinta bruna che il tempo e la polvere, grazie appunto all'asprezza e grossolanità del materiale, hanno prodotto vale a dare una severità ed imponenza tutta speciale a questo edifizio.

Al tempo nostro in cui nessuno degli elementi usati in passato nell'architettura viene trascurato; in chi il desiderio della novità spinge l'artista alla ricerca di quanto si è saputo in altri tempi immaginare, per studiarne nuove applicazioni, la terra cotta non poteva a meno di interessare grandemente l'arte e l'industria.

L'applicazione su vasta scala del ferro nelle costruzioni per la necessità di elevarle rapidamente, economicamente e per coprire vaste superficie, ha favoritolo sviluppo di una decorazione che si sposa agevolmente a questo materiale. L'ultima Esposizione universale di Parigi ha dato bellissimi saggi di questo connubio.

Nelle lunghe gallerie le intelajature di ferro che costituivano i pilastri e gli archi erano riempite nelle fronti con lastre di terra cotta semplici od intagliate; bellissimi fregi decoravano gli architravi e nel gran padiglione e nell'alta cupola cui si apriva la galleria delle industrie le terre cotte policrome e smaltate formarono l'ammirazione generale. Tale uso tende a generalizzarsi. La tendenza dell'architettura è alla sincerità. E poichè il materiale laterizio è quello che riesce più economico e di più facile uso, e poichè la chimica moderna ci potrà perfezionare gli smalti rendendoli belli pel loro colore ed ottimi contro le intemperie, è probabile che un bello avvenire sia riserbato alla terra cotta.

G. L.

TESSUTI. — Francese Tissus; ted. Geweben; inglese Textures; spagn. Tejidos.

#### Generalità.

Un tessuto è costituito da uno o più sistemi di fili che si incrociano e s'intrecciano fra loro sotto angoli diversi ed in linee varie dando luogo ai tessuti a maglia a linee sinuose, ai tessuti da merletti, spinette, tulli a intreccio sotto angoli diversi, a quelli da reti ed ai tessuti ortogonali. In questo articolo ci limitiamo a trattare degli ultimi, avendo gli altri speciali articoli.

I tessuti ortogonali sono costituiti da due sistemi di fili, il primo consta di una serie di fili predisposti rettilineamente in un piano, paralleli fra loro e un po' più lunghi del pezzo di tessuto o pezza da tessersi, ed è detto ordito, catena od anche fili; il secondo sistema consta di un filo, che si svolge perpendicolarmente ai fili dell'ordito, intrecciandosi e incrociandosi con essi in lunghezze determinate dalla distanza dei fili estremi esterni del primo sistema, costituendo l'altezza o larghezza della pezza, ed è detto trama, ripieno o tessimento.

Le cimosse o vivagni sono disposte longitudinalmente ed esternamente al sistema dei fili di ordito e sono costituite dai fili estremi più grossi e più ravvicinati fra loro di quanto non siano gli altri ed intorno ai suoi due fili esterni si ripiega il filo trama.

I fili dei due sistemi possono essere equidistanti o a distanza varia o divisi in gruppi per eguali interspazii, come possono essere della medesima grossezza, o di diversa, o ambedue costituiti da fili di varie grossezze.

L'intreccio e l'incrocio dei due sistemi di fili si ottiene col far compiere delle evoluzioni ad uno di essi e precisamente all'ordito, dividendolo in serie, delle quali una si fa alzare, mentre le altre si abbassano o rimangono ferme, venendo così a formare un angolo acuto nel quale s'inserisce la trama; le serie si alzano l'una dopo l'altra e ad ogni alzata si compie un'inserzione di filo del secondo sistema. Ciascuna serie, in cui si divide l'ordito, può essere costituita da uno o più fili, per cui dal loro numero e dall'ordine vario delle loro evoluzioni si può trarre un numero illimitato di tessuti.

Le serie di fili d'ordito possono avere le loro evoluzioni periodiche e legate da una legge, i periodi di queste evoluzioni possono esser interrotti, e possono essere indipendenti fra loro senza periodo di sorta. Questi tre casi generali nelle evoluzioni dell'ordito dànno luogo ad una classificazione di tessuti ed a determinare il loro modo speciale di fabbricazione, e in ogni periodo di evoluzione delle serie avviene un determinato numero di inserzioni di trame, come avviene pure quando le evoluzioni sono indipendenti.

La prima classe dei tessuti è fabbricata col dividere in serie d'ugual numero di fili il suo ordito, le quali ripetono periodicamente le loro evoluzioni dopo un certo numero d'inserzioni, per cui il loro intreccio si ripete periodicamente ed egualmente, presentando quindi un aspetto uniforme e regolare anche guardati per trasparenza; i tessuti di questa classe sono detti: tessuti lisci, uniti o ad armatura.

La seconda classe è fabbricata col dividere pure l'ordito in serie, ma ad ogni serie di ordito o di trame o di tutti e due insieme si cambia l'ordine dell'intreccio, per cui la periodicità delle evoluzioni viene interrotta, restando segnate sul tessuto delle figure rettangolari, per rigature longitudinali o trasversali o nei due sensi. Tali tessuti sono detti a disposizione.

La terza classe è fabbricata dando ai fili dell'ordito delle evoluzioni indipendenti fra loro e non collegate da alcuna legge, mentre avviene l'inserzione delle trame, e molte volte l'ordito è suddiviso in serie di uno o più fili sempre ad evoluzioni indipendenti per cui l'intreccio del tessuto dà effetti varii ed irregolari od a disegno. A tal classe appartengono i tessuti operati damascati od a disegni.

In queste tre classi i fili dei due sistemi seguono la linea retta disponendosi, per effetto dell'incrociamento, in linea sinusoidale o serpentina nel piano perpendicolare a quello del tessuto, sia ambidue, che l'uno o l'altro a seconda della loro tensione eguale, o diversa, mantenendosi sempre in direzione rettilinea.

Un'altra classe di tessuti è caratterizzata dal fatto che alcuni fili del primo sistema, ordito, non mantengono la linea retta, ma s'incrociano coi fili dell'altro sistema secondo una linea serpentina nel piano del tessuto stesso, per cui le prime tre classi accennate dànno tessuti a fili rettilinei, e quest'ultima tessuti a fili sinuosi o garze, ma il loro modo di fabbricazione è tale che essi rientrano nella classe dei primi.

L'insieme delle evoluzioni che compiono le serie dei fili d'ordito, cioè il loro determinato modo di dividersi, separarsi, allontanarsi momentaneamente fra loro per poter inserire la trama, dicesi armatura, la quale può essere rappresentata graficamente con un diagramma o con un disegno speciale che dà l'intrecciamento dei fili del tessuto e forma la rappresentazione grafica della stoffa, chiamato ordinariamente messa in carta. In tale disegno sono posti in evidenza i fili d'ordito che si alzano per permettere l'inserzione della trama, la quale ha un'azione passiva, venendo rinchiusa fra i fili d'ordito, costituendo così il ripieno del tessuto.

Un diagramma d'armatura od un disegno di messa in carta può eseguirsi per invenzione o per decomposizione di un tessuto, vale a dire, per ideare un nuovo tessuto o per trarre l'armatura di uno già fabbricato. Nel primo caso si deve scrivere l'ordine secondo il quale i fili di ordito devono eseguire le loro evoluzioni, nel secondo invece scrivere l'ordine delle evoluzioni eseguite da essi fili per formare il tessuto in esame. La messa in carta dell'armatura in via generale dà le evoluzioni, mentre il diagramma oltre di queste dà l'ordine del loro succedersi, ordine che può desumersi dalla stessa messa in carta.

Messa in carta. — Il disegno dell'armatura si fa sopra carta speciale detta carta tecnica o quadrettata od a casellini, essendo stampata in modo da avere la sua superficie divisa in quadrati da 10 a 20 mm. di lato con linee grosse formanti i così detti quadretti di guida, i quali a loro volta sono divisi da altre due serie di linee sottili e ortogonali in quadrettini, o rettangoletti, casellini, per cui i lati dei quadretti di guida restano divisi in parti eguali o diseguali, ad es.: 10 in 10, 8 in 8, ecc., ovvero 10 in 12, 9 in 10, 8 in 9, ecc. I casellini segnano il punto d'incrocio dei fili d'ordito con quelli di trama e, determinata la posizione della carta, gli spazii longitudinali indicano il posto dei fili d'ordito e quelli trasversali quello delle trame; per il che si segna sul margine inferiore della carta una linea nera, detta piede, ovvero una freccia che indica la direzione dell'ordito per ricordare con esattezza il loro posto, al fine di evitare errori, in caso di involontario spostamento della carta, quando si disegna.

Si hanno in pratica alcune convenzioni riguardanti il tessuto e la rispettiva armatura o disegno, per ovviare a possibili errori e per la migliore intesa. Pei fili di ordito, quello detto n. 1, od il primo, è sempre il primo posto alla sinistra dell'osservatore, che abbia steso il campione di tessuto od il disegno in modo da aver

disteso longitudinalmente l'ordito e trasversalmente a se stesso le trame; e la prima trama è quella posta più vicino all'osservatore stesso.

In alcuni tessuti si accoppiano i fili a 2, a 3, ecc., e così riuniti si trovano costantemente a passare sopra o sotto la trama, collo stesso ordine di evoluzione, cioè di alzata o di riposo e compiono le identiche evoluzioni; essi sebbene accoppiati a 2, a 3, a più capi, si contano come un sol filo, e quindi si dice tessuto a un sol filo semplice, ed a un filo a due capi o doppio, ecc. La stessa convenzione sussiste per le trame doppie, triple, ecc.

Nel diagramma dell'armatura si segna con un circoletto piano l'alzata del filo, e con una crocellina x invece l'abbassata.

Nella messa in carta si riempie o si contrassegna il casellino corrispondente al filo di ordito che passa, alzandosi, sopra una trama, e quindi i casellini vuoti indicano che i fili o rimangono in riposo o si abbassano e

la trama vi passa sopra.

Supponiamo, per indicare il tracciamento di un disegno di armatura, di decomporre un tessuto, lasciandone per ora lo studio di composizione, e stabiliamo, come è d'uso, di chiamare fili i ranghi longitudinali della carta a casellini e quelli trasversali, trame, per cui i casellini formati dalla intersezione delle linee ortogonali segnano il punto d'incrocio dei fili colle trame. Occorrono per il lavoro: una lente d'ingrandimento da 3 a 10 diametri. degli aghi dritti ed uncinati con manico ed una pinza da orologiajo.

L'esame del campione di tessuto si può eseguirlo osservandolo sopra una delle due faccie, ma in generale si fa sopra quella che presenta meno appariscente l'ordito, ed è pur anche questa, che nella confezione del tessuto è quella rivolta all'alto ed è sott'occhio dell'operajo, dando essa il minor numero di evoluzioni dei fili, e quindi questi sono soggetti a minori sfregamenti, e questa faccia essendo per lo più il rovescio, si dice che l'esame del tessuto allo scopo di derivarne l'armatura si eseguisce sul rovescio suo, eccezioni fatte.

Determinata la faccia del tessuto su cui si eseguirà l'esame, si deve pure determinare con esattezza i due sistemi di fili, cioè ordito e trama, ciò che è assai facile se il campione è accompagnato da un pezzo di cimossa o vivagno, che fa distinguere immediatamente l'ordito dalla trama, ma se manca è d'uopo investigare con accuratezza i fili incrociantisi, notando che in generale l'ordito consta del filo più resistente e la trama di quello meno resistente. Si può ammettere che un filo semplice assai torto e resistente è dell'ordito, mentre l'altro, la trama, è un filo semplice poco torto e poco resistente; se l'uno dei fili è ritorto a due capi e l'altro è un filo semplice debolmente ritorto e quindi di poca resistenza, il primo è di ordito e l'altro della trama; nel caso di un tessuto molto fitto, la catena è il sistema di fili meno fitto; e in quello in cui i fili incrociantisi sono ambedue ritorti, ma l'uno sistema è di fili fini, di buona materia e molto fitto, mentre l'altro è in fili un po' più grossi e meno fitto, questo rappresenta la trama ed il primo l'ordito.

Determinata la faccia su cui si deve eseguire l'esame ed i due sistemi di fili, il campione viene sfilacciato su due lati perpendicolari, sul destro e sul superiore, per una larghezza non minore di 5 mm. e si ritagliano rettilineamente i bordi della sfilacciatura, e quindi si fissa sopra una carta di tinta opposta a quella del tessuto per rendere più appariscenti i fili e lo si dispone sul tavolo in modo che i fili d'ordito siano distesi longitudinalmente all'osservatore e si appoggia la lente d'ingrandimento

sul bordo destro sfilacciato del campione, e coll'ago dritto o ricurvo si stacca il primo filo facendolo scorrere sulla sfrangiatura. La lente deve poter essere adattabile alla vista dell'osservatore, e quindi è opportuna la forma di un piccolo supporto a tre piedi al quale la lente è unita per mezzo di un tubo filettato; forma che permette di poter illuminare ottimamente il campione. Gli aghi devono essere piuttosto lunghi ed innestati in leggieri manici di legno, come quelli che si usano negli esami microscopici; molto utile nel lavoro riesce il possedere un assortimento per grossezza di aghi da

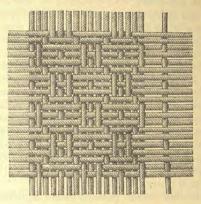


Fig. 926.

poter ricambiare sul manico, come avviene per la foratura dei disegni da pizzi e per gli uncinetti nei relativi

Predisposta ogni cosa si pone a destra del campione un pezzo di carta a casellini, la lente si pone in alto sul primo filo staccato a destra e lo si guarda scendendo verso il basso, fino ad una certa trama che si sarà contrassegnata con un intaglio (fig. 926) su quali trame

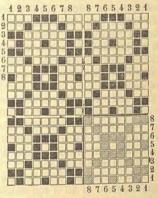


Fig. 927.

leva o passa sopra, e su quali passa sotto, per riprodurre le sue evoluzioni sulla carta, cominciando in alto a sinistra, riempiendo i casellini corrispondenti ai punti nei quali il filo passa sopra la trama. Dall'esame si ha che desso sta in riposo sulle trame 1 e 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 17 e 18, e leva sopra le 3, 5, 8, 11, 13, 16; riempiremo perciò sulla prima fila verticale a sinistra i casellini 3, 5, 8, 11, 13, 16 (fig. 927). Si estrae poscia totalmente questo primo filo a scanso di errori e si stacca il secondo filo coll'ago portandolo sulla frangia e lo si esamina dall'alto in basso. Esso sta in riposo sulle trame 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, e leva sopra 3, 4, 5, 11, 12, 13 e segneremo i casellini corrispondenti nella seconda fila verticale a sinistra. Proseguendo nello stesso modo otteniamo la messa in carta o disegno dell'intreccio, dato dalla fig. 927, la quale altro non è che il rilievo abbreviativo o convenzionale del tessuto esaminato od ideato e ne potrebbe essere la copia fedele se fosse fabbricato con ordito nero e trama bianca.

L'esame del tessuto per tracciare la messa in carta potrà farsi a partire dalla trama contrassegnata salendo lungo il filo in esame e segnando i casellini a destra a partire dal piede o da una linea di guida. Nel nostro caso si sarebbero segnati i casellini 2, 5, 8, 10, 13, 16, 18 pel primo filo, ecc., ottenendo l'identica messa in carta (fig. 927).

Questo modo di esaminare il tessuto decomponendolo nel senso dell'ordito, che è il modo regolare, qualche volta riesce difficile per la condizione delle trame e del tessuto stesso, sia che quelle siano troppo sfilacciate e questo fortemente apparecchiato, e allora lo si esamina decomponendolo nel senso delle trame.

In tal caso dopo avere preparate le frangie nei due bordi del campione si contrassegna il filo d'ordito limite dell'esame a destra e si pone la lente sulla prima trama superiore e sul filo limite, esaminando le evoluzioni di

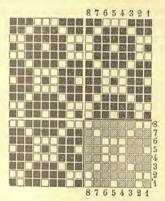


Fig. 928.

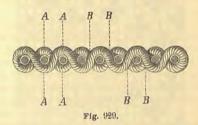
questa e segnando sulla carta tecnica in un rango orizzontale di casellini ed a partire da destra andando verso sinistra, i casellini corrispondenti agli incroci di quella trama, nei quali essa passa sotto i fili d'ordito. Dal nostro campione sarebbero a segnarsi i casellini 4, 5, 6, 12, 13, 14 a partire da destra (fig. 927) e quindi eliminando la prima trama, si sposta la seconda per rilevarne e segnarne le sue evoluzioni e così di seguito fino all'ultima inferiore e si otterrebbe la stessa messa in carta, che sarebbe pure eguale se l'esame per ragioni particolari si incominciasse dalla trama inferiore, o dal filo a sinistra da qualunque loro estremo.

Avviene pure, per speciali tessuti o per la loro apparecchiatura o pel loro stato, che non sia possibile eseguire il descritto esame sulla faccia nella quale è meno appariscente l'ordito o su quella che è conveniente eseguirlo per ragioni di fabbricazione, ed allora è giuocoforza eseguirlo sull'altra faccia. In tal caso per avere la messa in carta esatta è d'uopo contrassegnare la carta quadrettata in senso inverso, cioè si segneranno i quadrettini corrispondenti al sottopassaggio dei fili d'ordito alle trame, metodo che il più delle volte conduce ad errori di segnatura, per cui si preferisce contrassegnare la carta col metodo ordinario, rilevando cioè le evoluzioni dei fili come si presentano nella faccia esaminata e dal nostro campione ricaveremmo un'altra messa in carta

(fig. 928), che non è altro che la reciproca della precedente o questa capovolta. Ottenuta la messa in carta capovolta è facilissimo trarne la messa in carta regolare, rifacendola col segnare i casellini vuoti dell'ottenuta nell'esame; in tale esecuzione si dovrà capovolgere, nel vero senso della parola, il disegno, cioè si partirà da sinistra sulla messa in carta ottenuta andando verso destra e nella nuova si partirà, nel segnare i casellini, da destra si andrà verso sinistra, per avere l'esatto rilievo dell'altra faccia del tessuto, che, per vederla, è d'uopo capovolgere.

La messa in carta o disegno o rilievo abbreviato del tessuto è generale per tutte le stoffe della cui fabbricazione ci occupiamo.

Profilo. — Sezionando un tessuto parallelamente ad un filo di ordito o longitudinalmente, la sezione (fig. 929) ci mostra le trame sezionate ed allineate, mentre i fili si intrecciano con esse accavallandole. Nella sezione data dalla figura si vedono due fili consecutivi che accavallano tutte le trame, l'uno passa sopra le pari e sotto le dispari, l'altro prosegue in senso opposto; a seconda poi del disegno che deve dare il tessuto i fili accavalleranno al disopra o al disotto anche più di una trama. I punti A A, vertici della curva che segue il filo per avvolgere le trame, sono denominati punti di legatura, mentre i punti B B nei quali ha luogo il flesso, si dicono punti di invergatura, e sono i punti in cui il filo viene serrato



fra le trame, mentre negli altri il filo copre la trama. È interessante e molte volte indispensabile lo studio della sezione longitudinale o profilo di un tessuto per accertarsi dell'effetto delle evoluzioni, e per determinare chiaramente i punti citati.

Le classi in cui precedentemente abbiamo divisi i tessuti vengono a formare due grandi categorie: la prima, comprendente la prima e seconda classe, è quella dei tessuti lisci, l'altra quella degli operati, e siccome i primi sono fabbricati con organi speciali pel sollevamento dei gruppi di fili, che si dicono licci, così vengono denominati anche tessuti a licci, ed in questo caso comprendono altri tessuti appartenenti alla quarta classe accennata.

## Tessuti a licci - Armature.

Rapporto di armatura. — I tessuti a licci sono quelli in cui l'ordito è diviso in gruppi o serie, che ripetono periodicamente, con o senza interruzioni pure periodiche, le medesime evoluzioni. Ognuna di queste serie compierà le sue evoluzioni nel mentre si eseguiscono le inserzioni di trama in un determinato numero, per cui un intreccio od un'armatura, è costituito da una certa quantità di fili e di trame, variabili col variare dell'intreccio.

Questa quantità di fili e di trame necessaria alla com pleta formazione di un'armatura, chiamasi rapporto d'armatura, il quale dividesi in rapporto longitudinale verticale, o di ordito, ed in rapporto trasversale o di trama, i quali a loro volta indicano il numero strettamente necessario di fili e di trame o inserzioni per un dato intreccio.

L'armatura della figura 930 presenta un insieme di crocelline distribuite in linee diagonali, ha il proprio rapporto d'armatura nel quale i casellini sono tratteggiati per meglio distinguerlo, lo si trova esaminando dapprima i ranghi verticali a partire da destra o da sinistra per constatare su qual rango successivo operansi le medesime alzate o vi sia la stessa punteggiatura del primo, giacchè questo rango cercato indicherà il primo filo del secondo rapporto.

Nella figura 930 il primo rango di destra ed il quattordicesimo verso sinistra hanno l'identica punteggiatura, infatti in ambidue sono punteggiati o riempiti i casellini 4, 5, 6, 10, 13; per cui il rapporto in senso verticale è di tredici fili, i quali tutti hanno un'evoluzione indipen-

dente.

Per il rapporto nell'altro senso, il trasversale, si esaminano i ranghi orizzontali di casellini, a cominciare dall'inferiore per trovarne uno identico a questi, che è il quattordicesimo, essendo esso punteggiato come il primo, cioè sono segnati i fili 2, 6, 7, 8, 12 e quindi anche nel senso trasversale o delle trame il rapporto è 13, cioè in tal numero di inserzioni di trame si compiono le evoluzioni dei fili.

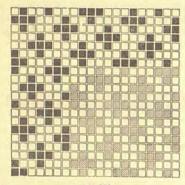


Fig. 930.

Il rapporto d'armatura dà il completo intreccio o armatura del tessuto, per cui la messa in carta si può ridurre ad esso solo, alla parte in tratteggio della fig. 930; in pratica però si segnano nella messa in carta quattro rapporti, due in larghezza ed altri due in lunghezza, ovvero due rapporti di ordito e due di trama.

Il minimo rapporto che si ha è di due fili, ed essendo illimitato, si può dire, il numero degli intrecci, così è pure illimitato il numero dei rapporti; se sono formati da un egual numero di fili e di trame danno luogo alle armature quadrate, se invece sono formati da numero disuguale originano le armature rettangolari.

Qualunque sia la forma dell'armatura, esse si distinguono in semplici e composte: sono semplici quelle nel cui rapporto ciascun filo compie una sola evoluzione, od alzata, composte quelle in cui ciascun filo eseguisce due

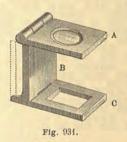
o più alzate nel corso del rapporto.

Le armature si dividono poi, qualunque sia la loro forma, siano semplici o composte, in riducibili ed irriducibili; sono dette riducibili quelle nel cui rapporto si hanno dei fili operanti una medesima evoluzione e permettono una semplificazione di operazioni nella loro fabbricazione. Irriducibili sono le armature nelle quali i fili costituenti il rapporto hanno un'evoluzione propria od indipendente.

L'armatura della figura 927, nella quale è pure tratteggiato il rapporto per ben distinguerlo, ha ciascun filo che compie più di un'alzata nel corso del rapporto, ciò che risulta esaminando i ranghi verticali dal basso all'alto e quindi è un'armatura composta; ma nello stesso rapporto i fili 2 e 8, 3 e 7, 4 e 6 hanno evoluzioni identiche, per cui tale armatura è pure riducibile.

Le armature indipendentemente da quanto precede si dividono in due categorie: Armature tessuto e Armature disegno. Le prime presentano una messa in carta in cui l'alzata dei fili o la punteggiatura è ripartita in modo da produrre un tessuto unito a faccia regolare e piana, oppure disseminato di traccie trasversali, oblique, verticali o spezzate. Le armature disegno invece hanno una segnatura nella messa in carta capace di produrre piccoli soggetti, isolati o collegati, disseminati sul fondo liscio della stoffa.

Riduzione. — Qualunque armatura può riprodursi in diverse dimensioni a seconda della grossezza dei filati che la compongono e della loro distanza, per cui la minima dimensione sarà data da filati finissimi e molto vicini. La forma poi dell'armatura o del suo rapporto potrà essere variata e trasformata da quadrata in rettangolare o viceversa a seconda dello spazio in cui vengono distribuiti i fili di un sistema che ne costituiscono il rapporto; da ciò l'importanza di constatare il numero dei fili di ogni sistema compresi in uno spazio unitario, che è stabilito essere il centimetro quadrato in quei paesi ove è adottato il sistema metrico decimale, ed il quarto di pollice negli altri paesi. Tale computo denominasi Riduzione del tessuto per centimetro o per quarto di



pollice e dividesi in due: riduzione di ordito e di trama cioè il numero dei fili di ordito e delle inserzioni di trama compresi ciascuno per centimetro o per 1/4 di pollice in lunghezza.

Il computo della riduzione viene facilmente eseguito colla lente conta-fili (fig. 931), la quale non è altro che un piccolo microscopio il cui campo sul tessuto che si vuol esaminare è limitato da un diaframma a foro qua-

drato, il cui lato è 1 cm. od 1/4 di pollice.

La lente, che ingrandisce da 3 a 5 diametri, è incastonata nel pezzo quadro A, imperniato su quello B, e sul quale pure è imperniato il diaframma C che serve di piede al piccolo microscopio. I tre pezzi si ripiegano su se stessi per poter conservare in tasca l'istrumento, che per adoperarlo si spiega e si appoggia, sia su un campione sfrangiato in due sensi, sia sul tessuto, e si contano i fili di ordito e quelli di trama apparenti nel foro del diaframma. Mancando il contafili si può ricorrere all'artificio di tagliare un campione quadrato di 3 cm. di lato, sfrangiandone i bordi per 1 cm. di larghezza; contando i fili delle frangie si ha la riduzione in trama ed in ordito del tessuto scampionato.

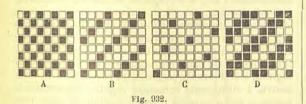
Supponendo che i fili d'ordito siano 100 e 50 quelli di trama il rapporto è di 1 a 2, e se si volesse scrivere la messa in carta di tale tessuto con carta tecnica i cui quadretti di guida fossero divisi in parti uguali, cioè a casellini quadri, ne risulterebbe un disegno di intreccio deformato, cioè non rappresentato in giuste proporzioni

per cui si dovrebbe impiegare una carta i cui quadretti di guida fossero divisi nello stesso rapporto, cioè in un senso devono avere metà divisioni che nell'altro. Le citate carte tecniche a varie divisioni hanno quindi lo scopo di poteravere una proporzionata rappresentazione della stoffa e si dicono carte tecniche in riduzione.

Notiamo che la parola « riduzione » che incontreremo spesso, in tessitura significa il numero degli elementi che entrano in una lunghezza o spazio unitario, che, se non verrà specificato, sarà sempre il cm. od il cm².

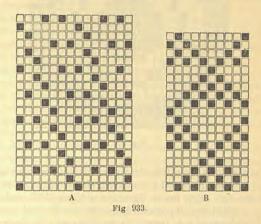
In commercio è naturalmente impossibile il trovare preparate carte tecniche per ogni genere di stoffa, per cui quando non si possa avere una carta appropriata converrà o contentarsi di un rilievo deformato o considerare in un senso due o più casellini successivi come un solo, tanto da potersi avvicinare il più possibile alla riduzione della stoffa che si rileva. In generale le riduzioni più comuni nella carta tecnica sono di uno in due, di otto in dieci, di otto in venti, di uno in tre, e quasi sempre i lati maggiori dei casellini corrispondono alla trama.

Classificazione. — In base all'effetto ed al contesto che le armature producono sopra di un tessuto si distinguono in armature con o senza rovescio, in armature a doppia faccia e doppie. Sono senza rovescio quelle in cui i fili agiscono o levano per metà ad ogni inserzione di trama e le cui segnature sulla messa in carta sono disposte in modo da rappresentare un effetto eguale sulle due faccie del tessuto.



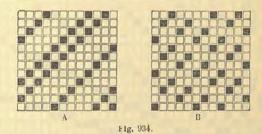
Regolarità. — Un'armatura per essere applicabile alla fabbricazione di un tessuto deve essere regolare; un'armatura irregolare è difettosa; è regolare l'armatura che dà luogo ad un tessuto piano, unito, levigato, senza arricciature di sorta, per cui il raccorciamento dell'ordito è uniforme in tutti i suoi fili. Tale accorciamento è dovuto alle ripiegature che formano in fili intorno alle trame (fig. 929) e dipende dalla grossezza dei filati costituenti la catena, dalla sua tensione durante la tessitura, dalla grossezza delle trame, dal loro numero e sopratutto dalla quantità di punti di legatura che possiede l'armatura applicata, cioè le alzate isolate che ciascun filo ha nel corso del rapporto d'armatura.

Un'alzata isolata può comprendere una, due e più inserzioni di trama, e l'essere un punto di legatura formato da più trame di seguito non influisce sul maggior accorciamento del filo, giacchè si accorcia più o meno secondo il maggior numero di alzate isolate, che a pari numero di inserzioni di trama si riscontrano nel corso della tessitura. Così a pari numero e grossezza di fili, pari tensione di catena, riduzione di tessimento e grossezza di inserzione, abbiamo che l'armatura A (fig. 932) contiene quattro punti semplici di legatura in otto trame, quella B uno ogni quattro, la C uno ogni otto e la D uno doppio ogni quattro trame. Da ciò l'armatura A darà il massimo accorciamento del 4 %, la C dell'1 %, e la B e D un accorciamento proporzionalmente minore per la quantità dei punti di legatura e precisamente del 2%. I fili componenti un'armatura dovranno in conseguenza subire eguali accorciamenti, operando con egual numero di alzate, perchè nel caso opposto, avendosi, cioè, dei fili che compiono un numero maggiore di alzate in confronto degli altri, subirebbero un accorciamento maggiore e nella catena si avrebbe un grado diverso di restringimento ed il tessuto diverrebbe grinzoso ed arricciato. Per il che è necessario che l'evoluzione di tutti i fili costituenti un rapporto d'armatura sia identica, vale a dire, che, esaminando una messa in carta, i ranghi verticali di un rapporto dovranno essere provvisti di una stessa quantità di punti di legatura semplici, doppi, ecc.



Per la perfetta regolarità di un'armatura, i fili alzantisi per ogni inserzione di trama dovrebbero essere di egual numero, per cui i ranghi trasversali di una messa in carta, relativa ad un rapporto, dovrebbero contenere la stessa quantità di punti di legatura, ciò che perfettamente si nota nelle quattro armature date dalla figura 932.

Sonoviarmature nelle quali non si può rigorosamente osservare quest'ultima condizione, avendosi alzate di diverso numero per inserzioni successive, ma se tale fatto non ha influenza sull'uniformità delle evoluzioni, dei fili stessi, non rende l'armatura irregolare, come ne dànno esempio le due armature della fig. 933.



In un'armatura regolare i fili alzantisi in egual numero su tutte le trame possono succedersi seguentemente o saltuariamente. La successione delle evoluzioni è seguente quando i fili si alzano isolatamente ed accoppiati secondo il loro numero d'ordine, ciò che avviene nelle armature della fig. 932 e nella A della fig. 934; la successione è saltuaria quando, rimanendo costante il numero, i fili si alternano spostandosi o a destra od a sinistra di uno o più fili, come avviene nell'armatura B della fig. 934.

Le precedenti regole devono avere una applicazione rigorosa nelle armature-tessuti e possono essere qualche volta trascurate nelle armature-disegno.

Diffalcamenti. — Nelle messe in carta le punteggiature o casellini segnati, sono svariatissime, ma si riducono a due soli tipi; punteggiature isolate e collegate ovvero punteggiature e diffalcamenti, e quindi punti di legatura isolati e punti di legatura collegati o diffalcati.

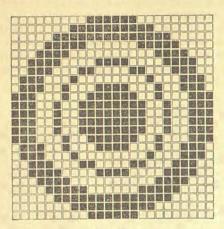


Fig. 935.

L'armatura C (fig. 932) ha i punti isolati, mentre la B e D li hanno collegati o diffalcati, cioè sono posti vicini gli uni agli altri, ma in direzione obliqua diffalcando di uno o più fili, come possono diffalcare di una o più trame.

Diffalcamento è perciò lo spostamento da destra a sinistra od in senso contrario di due o più punti di legatura vicini.

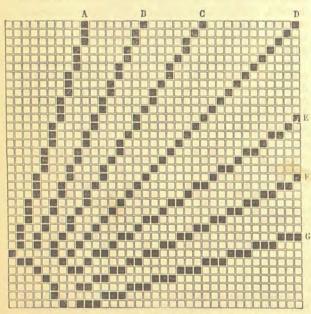


Fig. 936.

I diffalcamenti si distinguono in curvilinei (fig. 935) ed in rettilinei (fig. 936), ed essi nascono naturalmente col voler avere linee curve ed indicate sulla carta a casellini, riempiendoli esattamente; essi sono, nelle due specie, svariatissimi a seconda delle curve e delle linee inclinate da eseguire e trovano la loro più grande applicazione nelle stoffe operate segnatamente i primi, mentre i secondi si trovano applicati colla stessa larghezza nei tessuti lisci. La loro forma varia colla curva o

colla obliquità della retta, e si ottengono diffalcando variamente i punti di legatura, come mostrano le due figure.

Nei rettilinei modificando variamente la gradazione dei diffalcamenti della linea D (fig. 936) si ottengono le linee A, B, C di minor obliquità, come le linee EFG maggiormente inclinate. I diffalcamenti A e B si ottengono triplicando e duplicando nel senso dei fili i punti di legatura di D e quelli F e G eseguendo la stessa operazione nel senso della trama; nel primo caso il rapporto d'armatura si allunga, nel secondo si allarga diventando tre o due volte maggiore.

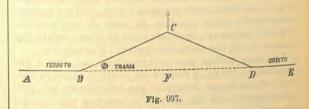
Ritmo. — Le armature fin qui presentate hanno in massima parte le loro punteggiature seguenti delle linee che segnano la direzione dell'armatura, la quale potrà tendere verso destra o verso sinistra; abbiamo nel rapporto il numero dei fili che levano ad ogni trama e la loro distanza ed i diffalcamenti da una trama all'altra o da un filo al susseguente, per cui, conoscendo questi dati per un'armatura regolare, basterà segnare una soia trama od un rango orizzontale di casellini per avere l'idea esatta dell'intero rapporto d'armatura. Questa trama chiamasi «ritmo dell'armatura», che può essere scritto e disegnato, ed in esso i fili che si alzano, si dicono presi, mentre quelli che sono in riposo o si abbassano, si dicono lasciati.

Il ritmo dell'armatura A (fig. 932) è: uno preso ed uno lasciato, e siccome in tutti i ritmi si enuncia prima il numero dei fili presi così esso viene enunciato coi soli numeri 1 e 1, 1 e 1; quello invece dell'armatura B è: 1 e 3, 1 e 3.....

Volendosi disegnare tali ritmi si impiega un rango orizzontale di casellini ed i due citati sarebbero rappresentati uno da un casellino segnato e l'altro vuoto, ecc., il secondo da un casellino segnato e tre vuoti, e così di seguito, e si dovrebbe aggiungere che diffalca di uno a destra. I ritmi nelle armature regolari risparmiano la messa in carta, mentre è indispensabile in quelle irregolari.

#### Licci e rimettaggi.

In un'armatura ciascun filo del rapporto ha un'evoluzione particolare indipendente, per cui ad ogni inserzione di trama avremo una serie di fili portanti lo stesso numero nei rapporti che si separeranno dalle altre per rendere possibile la inserzione della trama. Tale separazione può avvenire in tre modi: lo per semplice levata

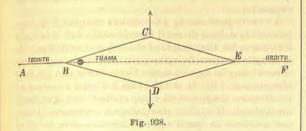


(fig. 937), quando i fili sotto cui deve passare la trama si alzano, mentre gli altri rimangono in riposo; l'ordito forma un piano orizzontale la cui traccia è A B D E, una serie di fili si alza e formano la spezzata B C D E e nell'angolo C B D si inserisce la trama. La parte A B è tessuto confezionato, mentre la D E è ordito; 2° per semplice abbassata, con movimento inverso del precedente e nel quale stanno in riposo i fili soprapassanti alla trama e si abbassano quelli sottopassanti per formare l'angolo simmetrico a C B D. Questo modo è pur chiamato per rifracco; 3° per levata e per rifracco

(fig. 938) nel quale tutti i fili contemporaneamente si muovono per formare l'angolo CBD.

L'angolo che si ottiene nei tre modi chiamasi passo, e le rette CF e CD ne dànno l'altezza o la bocca. La parte CEF di ordito chiamasi strigato.

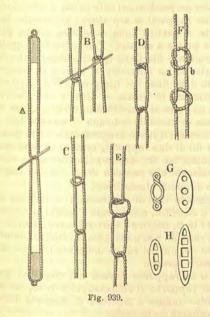
Per ottenere le evoluzioni dei fili si impiega un ordigno che comanda separatamente ciascun filo, e siccome nei tessuti lisci abbiamo una serie di fili che hanno identiche



evoluzioni, così gli ordigni comandanti i fili di ciascuna serie sono riuniti fra loro, in numero eguale e ad egual distanza dei fili componenti la serie e formano il liccio.

Un liccio è una riunione di staffe, o maglie, o cappietti, o campanelline, entro cui passano i fili d'ordito, che sono annodate, alle volte, alle rastrella, per le quali sono attaccate ai licciaroli o licciuoli, i quali servono a mantenerle egualmente distese.

Le maglie sono fatte con filo ritorto a più capi, tortiglia di seta o di cotone, ovvero sono costituite dai maglioni o anelletti metallici di forma particolare, che sono collegati alle rastrella e quindi ai licciaroli mediante tortiglia.



L'insieme dei licci necessari per la fabbricazione di un tessuto dicesi remissa; si impiegano anche più remisse in tale fabbricazione, ma ciascuna deve essere composta di una sola specie di maglie costituite da filati collo stesso senso di torta.

Una maglia è formata da due fili addoppiati ed accavallati fra loro, l'uno superiore e l'altro inferiore, le forme delle maglie sono diverse e sono classificate con nomi derivati dalla loro cappiatura od occhio in cui si passa il filo d'alzare o d'abbassare. Le forme più in uso di maglie e maglioni sono dati dalla fig. 939 nella quale abbiamo:

573

A) Maglia semplice o strozzata. — L'accappiatura è formata dalla semplice accavallatura del filo superiore coll'inferiore costituenti una mezza maglia ciascuno. Il filo d'ordito viene passato o meglio rimesso, come usasi dire in tessitura, nel punto in cui si accavallano le due mezze maglie, cioè sotto la piegatura della mezza maglia inferiore e sopra quella della superiore. Sono molto economiche per la quantità di tortiglia che vi si impiega, dànno una linea molto eguale nell'ordito, ma si logorano facilmente e tenendo troppo serrato l'ordito lo spezzano frequentemente.

Si rimette in alzata quando il filo d'ordito lo si passa sopra il punto d'incrocio delle due mezze maglie, e dicesi rimettere a ribalto, quando il filo lo si passa al disotto

dello stesso punto.

Le due mezze maglie si accavallano a due stecche di legno, licciaruoli, un po' più lunghe della parte occupata dalle maglie, e vi sono fissate per un'annodatura fatta con un filo continuo, sia nella parte superiore o inferiore del licciaruolo a secondo della maglia, sia su un fianco dello stesso.

B) Maglia scorrevole (a coulisse). — Consta di due maglie semplici di diversa lunghezza accoppiate in modo da poter rimettere il filo in alzata nell'una ed a ribalto nell'altra; esse hanno lo stesso effetto delle precedenti, ed hanno il vantaggio di lasciar libero il filo e non strofinarlo, come di non lasciarlo sotto l'azione delle tensioni che si applicano ai licciaruoli per mantenere tese le maglie. E molto usata per filati fini.

C, D, E) Maglia comune o maglia scorrevole a nodo.

— Sostituiscono le precedenti e sono costituite da una maglia semplice, di cui la mezza superiore forma uno o due nodi, che possono spostarsi in modo da variare la lunghezza dell'occhio fra l'accappiatura ed il nodo; in esse il filo rimesso è libero e si può agire su esso per alzata e per rifracco.

F) Maglia americana. — Consta di due fili a e b paralleli e accavallati ai licciaruoli, dei quali uno, a, forma due nodi stringentisi intorno a b per formare l'ecchio;

nella figura i nodi sono allentati.

Questi tipi di maglie descritti, molte volte in luogo di essere cuciti direttamente sopra i licciaruoli, sono annodati sopra due cordicelle, rastrella, in modo da poterli far scorrere su di esse per variarne la distanza o la riduzione, che rimane invariabile nell'altro modo; le rastrella poi sono fissate con annodature sui licciaruoli.

Per fili forti si usa verniciare l'occhio delle maglie scorrevoli a nodo per dar loro una maggiore durata.

G) Maglioni metallici di filo ripiegato o di lamina tranciata. — Essi portano tre fori, di cui nel centrale si rimette il filo d'ordito e negli estremi si passa un filo di tortiglia per legarli alle rastrella o direttamente ai licciaruoli.

H) Maglioni di vetro o campanelle. — Sono munite anche di più fori, oltre gli estremi, per potervi rimettere anche più di un filo. Questi maglioni occupando uno spazio molto maggiore delle maglie, i licci costituiti con essi non possono avere che una debole riduzione.

La lunghezza dei licci dipende dalla larghezza della stoffa da ottenersi e perciò deve essere questa più il rientro dovuto alla tensione della trama, che in genere

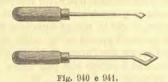
Nella fabbricazione delle maglie si impiega tortiglia di cotone dei numeri  $^{80}/_{9}$  a  $^{100}/_{9}$  per fili d'ordito fini, e  $^{30}/_{9}$  a  $^{50}/_{9}$  per fili grossi. Impiegando il numero più fino  $^{120}/_{9}$  si possono porre in un centimetro fino a 34 maglie

semplici, o 18 scorrevoli; in generale la riduzione di 16 maglie per cm. non è che raramente superata, perchè un'eccedente agglomerazione di maglie su uno stesso liccio impedirebbe la buona e sollecita tessitura, come offrirebbe un eccessivo sfregamento dei fili. È per questo che in luogo di impiegare il numero strettamente necessario di licci nella fabbricazione di un tessuto, si impiega invece il doppio, il triplo, il quadruplo, ecc.

La lunghezza delle maglie varia in ragione diretta del numero dei licci costituenti la remissa, cioè maggiore è questo numero e tanto più grande è la lunghezza delle maglie, la quale varia però anche col modo con cui lavorano i licci; infatti fra i licciruoli deve operarsi il passo che è tanto più grande sul primo liccio quanto più dista dalla linea di tessimento, perchè l'angolo di apertura sia costante, quindi se i licci lavorano per semplice alzata o per solo rifracco la lunghezza delle maglie dovrà essere maggiore del passo, se invece lavorano contemporaneamente per alzata o per rifracco la detta lunghezza sarà di poco più la metà del passo stesso.

In generale la lunghezza delle maglie o la distanza dei licciruoli di uno stesso liccio varia fra 0,28 e 42, che scema col numero dei licci e ancor più se lavorano per alzata e abbassata.

La licciatura o corpo o insieme dei licci occorrenti per la fabbricazione di una stoffa è posta fra lo strigato e la linea d'inserzione della trama, ed il primo liccio è quello posto verso lo strigato, mentre l'ultimo è quello più vicino all'operajo tessitore ed al tessuto eseguito che dicesi fassuola o piana.



La prima maglia d'ogni liccio è quella a sinistra del-

Le postarelle sono licci che hanno le maglie riunite in gruppi intercalati da spazi vuoti sulla lunghezza delle licciuole e servono per la fabbricazione dei tessuti operati e per quelli a disposizione, rigati pel lungo o con figure rettangolari. Esse vengono pure riunite in remisse e quelle che contengono il maggior numero di fili si pongono sul davanti verso la fassuola. Nel caso di tessuti a più remisse si porrà, più vicino all'operajo, quella che compie il maggior numero di evoluzioni.

L'operazione materiale di introdurre i fili nelle staffe e nei maglioni dei licci è detta rimettitura e più comunemente rimettaggio o incolzatura, e l'operaja che l'eseguisce, rimettina. L'operazione viene eseguita colle passette (fig. 940 e 941), che sono uncini di filo metallico più o meno sottili, a seconda del genere della maglia e della finezza dei fili, innestati in manici di legno; il gancio viene introdotto attraverso la maglia e lo si ritira dopo avergli accavallato il filo da rimettere. I fili della catena vengono rimessi nelle maglie dei licci secondo ordini speciali che costituiscono le varie specie di rimettaggi.

Nelle stoffe ad armatura il numero dei licci che si devono impiegare dipende dal numero dei fili formanti il rapporto dell'armatura stessa, se l'armatura è semplice, ciascun filo del rapporto ha un'evoluzione speciale indipendente da quella degli altri fili, e quindi occorre un numero di licci eguale al numero dei fili costituenti il rapporto trasversale. Nelle armature riducibili, in quelle cioè i cui fili del rispettivo rapporto non hanno tutti un'evoluzione speciale, ossia che si alzano o restano in riposo alle medesime inserzioni, per cui un solo liccio può aver rimessi tutti i fili che hanno le identiche evoluzioni nel rapporto, in tal caso occorre un numero minore di licci di quello dei fili costituenti il rapporto.

In generale si può dire: che i licci devono essere tanti quanti sono i fili che compiono evoluzioni speciali nel

rapporto.

Avviene però che la grandissima quantità di fili componenti la catena di certi tessuti molto fitti è tale, che il numero dei licci così trovato non può contenere tutte le maglie necessarie, come pure la grande agglomerazione di maglie su uno stesso liccio danneggia per forte sfregamento i fili. In ambi i casi è d'uopo ricorrere ad un numero maggiore di licci, numero che deve essere un multiplo di quello strettamente necessario di licci, per dividere in parti eguali ciascuna serie di fili ad identiche evoluzioni che dovrebbe essere manovrata da un liccio solo. Così una stoffa che esigerebbe due licci, può essere fabbricata con quattro, sei, otto, ecc.

La riduzione dei licci in genere è da 6 a 34 maglie per cm. e quest'ultima non evita quell'agglomerazione che impedisce la buona fabbricazione, nonchè il logora-

mento dei fili per strofinio.

La riduzione dei licci per un tessuto si ha dividendo la riduzione della catena pel numero dei licci da im-

piegarsi.

Rimettaggi. - I rimettaggi si rappresentano graficamente con due tipi di diagrammi convenzionali. Pel primo tipo si tracciano tante linee orizzontali parallele, quanti sono i licci occorrenti e li rappresentano, e quindi altre linee perpendicolari alle prime e corrispondentiai fili di due rapporti di armatura; le linee dei licci sono numerate a partire dalla superiore, mentre quelle dei fili, dalla prima a sinistra. Per indicare in quale liccio un determinato filo deve essere rimesso attraverso ad una maglia od un maglione, si traccia un circoletto sull'incrocio delle linee del liccio e del filo, se invece deve essere rimesso in alzata si traccia un V sull'incrocio stesso e un 🔨 se si rimetterà in ribalto. Questi segni su una stessa orizzontale indicano il numero delle maglie che deve avere il liccio rappresentato nello spazio occupato dai fili di due rapporti, mentre le linee perpendicolari, comprese fra due segni consecutivi, indicano il numero dei fili che passano liberi fra due maglie consecutive di quello stesso liccio.

Nel secondo tipo di diagramma si impiega la carta tecnica a casellini, nella quale i ranghi orizzontali individuano i licci, mentre i verticali rappresentano ancora i fili: si riempie o si punteggia il casellino formato dall'incrocio del filo col rango indicante il liccio nel quale

deve essere passato.

I fili di un rapporto rimessi nei rispettivi licci formano un rapporto di rimettaggio o corso, che si ripete tante volte quante è ripetuto il rapporto d'armatura

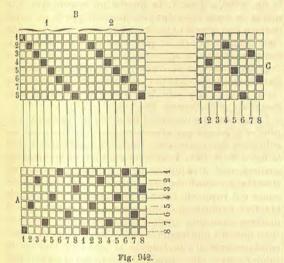
sulla larghezza della stoffa.

Ad ambedue i tipi di diagrammi se ne collega un altro, che indica l'ordine dell'evoluzione dei licci, e nel primo tipo le linee dei licci sono prolungate a destra e intersecate perpendicolarmente da tante linee parallele, quante sono le trame del rapporto e vengono numerate a partire da destra. Gli incroci vengono controsegnati in modo da indicare per ciascuna trama quale o quali licci si alzano o si abbassano segnandovi una crocetto dun circoletto pieno. Nel secondo tipo di diagramma, sul prolungamento dei ranghi trasversali indicanti i licci

si determinano tanti ranghi longitudinali ad indicare le trame del rapporto e si punteggia il casellino risultante dall'incrocio di una trama col liccio, alla cui alzata viene inserita. Questo nuovo diagramma è quello delle evoluzioni delle serie dei fili che si ottiene con apposito mec-

I rimettaggi dipendono dalle armature e quindi, come queste, sono indefiniti per numero, e le loro combinazioni servono a semplificare la montatura di un tessuto coll'impiego del minor numero possibile dei licci, a rendere più perfetto un tessuto con una più facile e spedita fabbricazione, a sciupare meno la licciatura e poter usufruire dell'esistente montatura di un telajo per altri intrecci. Queste combinazioni di rimettaggi si possono riunire in tre categorie principali: 1° Rimettaggi semplici o continui o seguenti; 2° Rimettaggi a punta o simmetrici; 3° Rimettaggi ridotti o composti, i quali si suddividono ciascuno in altre tre, cioè, in regolari, saltuari, a gruppi-

Nella fabbricazione di un tessuto può concorrervi una o più catene, ciascuna delle quali ha la propria remissa e perciò le combinazioni suaccennate si distinguono in



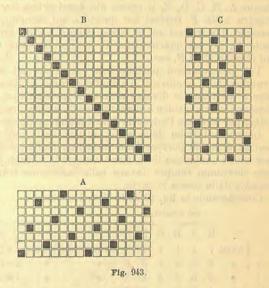
due classi, quella dei rimettaggi sopra una remissa e quella sopra due o più remisse.

Il rimettaggio semplice o seguente o regolare è rappresentato coi due tipi di diagrammi nella fig. 1 della Tav. I e nella fig. 942 in cui A è la messa in carta con due rapporti, B il rimettaggio con due corsi e C l'armatura o il diagramma delle evoluzioni dei licci e quindi dei fili. In questa combinazione il primo filo a sinistra del rapporto è rimesso nella prima maglia a sinistra del primo liccio o posteriore; il secondo filo nella prima maglia del secondo liccio, il terzo nella prima del terzo liccio e così di seguito fino a che tutti i fili del primo rapporto a sinistra sono passati nella prima maglia di ciascun liccio. Questo costituisce un corso di rimettitura o di rimettaggio. Nella fig. 1 della Tav. I la rimettitura è segnata coi circoletti, mentre nella fig. 942 è indicata colla punteggiatura dei casellini.

Nel caso che la remissa consta di un numero pari di licci, tutti i fili di ordine dispari sono rimessi nei licci dispari e quelli pari nei pari, ma se la remissa consta di un numero impari di licci, allora nel primo corso sussiste la stessa legge di distribuzione dei fili nei licci, ma nel secondo corso si inverte, cioè i fili pari cadono nei licci dispari e viceversa, per ritornare come nel primo corso al terzo e in tutti i corsi dispari egualmente.

Il diagramma C delle evoluzioni lo si ricava considerando i ranghi trasversali della messa in carta, rilevando quali sono i fili in evoluzione e poi esaminando i licci che portano rimessi quei fili, e quindi contrassegnare con una crocetta gl'incroci della prima trama in C coi licci che devono essere alzati. Nel caso delle figure: alla prima trama deve alzarsi il liccio 1, alla seconda il 4, alla terza il 7 e così via. Ispezionando questo diagramma si ha che esso non è altro che la stessa messa in carta fatta ruotare di un angolo di 90°, per cui non vi è bisogno di ricavare il diagramma con un'analisi particolare.

Parlando dei licci fu accennata la questione dell'aumento del loro numero strettamente necessario e per tal caso le combinazioni di rimettaggio sono applicabili tutte quante. La fig. 943 presenta la stessa messa in carta delle precedenti, ma il suo rimettaggio porta un numero raddoppiato di licci e cioè 16 in luogo di 8, per cui ad ogni inserzione di trama, in luogo di alzarsi un liccio solo, si alzano due, come si scorge dal diagramma delle evoluzioni.



Due rapporti di armatura formano un solo corso di rimettaggio cioè ad un rimettaggio per rapporto di 16 fili si è sostituito un rapporto di 8 fili.

L'impiego del rimettaggio continuo con molti licci, rispettivamente ai tessuti molto fini, produce la barratura o rigatura della stoffa, che si presenta guardando il tessuto nel senso della lunghezza, sotto forma di lunghe striscie vicine fra loro e di colorazione più opaca del resto della stoffa; difetto che riesce più apparente, tanto più sono numerosi i punti di legatura e quanto più grande è il numero dei licci, e che si ripete periodicamente ad ogni gruppo di fili a seconda del numero di quelli. La barratura dipende dal diverso punto di levata fra i fili portati dal primo liccio, che è il più lontano, e quelli portati dall'ultimo liccio, che è il più vicino alla fassuola; infatti questi, per avere il medesimo passo, subiscono uno stiramento più faticoso di tutti gli altri, perchè minore è la lunghezza del filo fra le maglie del liccio e il tessuto. Sotto tale stiramento si modifica il loro aspetto, mentre gli altri lo conservano, per cui a tessuto finito appajono le barrature. Tale difetto è in parte ovviato se i licci lavorano per levata e rifracco, ma non è totalmente evitato, mentre lo si annulla coll'applicarvi un'altra combinazione di rimettaggio quale è quella dei saltuarii od a gruppi,

Se in luogo di raddoppiare il numero dei licci, si dovesse triplicarli o più, ripartendo i fili da rimettersi in un sol liccio in più licci, si deve tenere la regola di passarli nei licci aggiunti o di supplemento collo stesso ordine del rimettaggio semplice regolare. Supponendo l'armatura delle figure precedenti, per la quale sul primo liccio devono essere rimessi i fili 1, 9, 17, 25, 32 che si devono ripartire su tre licci e quindi sul primo avremo i fili 1, 25, 9, 32, 17; sul primo aggiunto quelli 9, 32, 17, 1, 25; sul secondo aggiunto quelli 17, 1, 25, 9, 32.

Nei rimettaggi semplici saltuari o a corpi le serie dei fili vengono rimesse in licci senza seguire un ordine graduato ascendente o discendente, ma un ordine irregolare e saltuario e possono variare all'infinito; infatti per una stessa messa in carta si possono ricavare un numero grandissimo di combinazioni e ne porge esempio la fig. 10 della Tav. I nella quale ne sono date alcune ed a confronto è stata segnata la combinazione di rimettaggio semplice continuo. In tutte le combinazioni qualche serie di fili cambia liccio, così nelle prime cinque A, B, C, D, E, il primo filo è sul primo liccio, mentre nella F trovasi sul quinto e sul secondo; il secondo filo trovasi sul 2º liccio nella C, e sul terzo nelle A, D; sul quarto nella B, sul quinto nella G; sul 6º nella E ed F, ecc.

Tali permutazioni portano una variazione nel diagramma delle evoluzioni o armatura, come effettivamente mostrano le diverse armature poste a fianco di ciascuna combinazione e che servono alla montatura del telajo per ottenere l'intreccio dato dalla messa in carta.

La permutazione delle serie nei licci della remissa non deve perciò portare delle variazioni nell'intreccio, per cui su qualunque liccio siano rimesse le serie di fili, esse dovranno sempre levare sulle medesime trame segnate dalla messa in carta.

Considerando la fig. 10 della Tav. I abbiamo:

Nei rimettaggi

	R	A	В	C	D	E			
I licci	1	1	1	1	-1	1	levano sulle	trame	le5
>>	2	3	4	2	3	6	»	>>	2e6
»	3	5	2	4	2	2	»	>>	le3
>>	4	2	5	3	6	5	»	>>	204
>>	5	4	3	5	5	3	»	»	3 e 5
»	6	6	6	6	3	4	*	>	4 e 6

Qualunque siano le combinazioni saltuarie di rimettaggio che si possono ideare per uno stesso intreccio, pure si dovranno scegliere solo quelle che presentano una distribuzione regolare, ad esempio quelle A e B che sono a 2 e 3 corpi o gruppi; i quali si prestano egregiamente per eliminare le barrature, nonchè sono di facile applicazione, sia per la rimettitura dei fili che, nel corso di fabbricazione, per la rottura dei fili. Le altre combinazioni sono possibili in certi casi specialissimi per usufruire montature esistenti di telai o per tessuti rigati con particolari armature.

Le combinazioni A e B sono chiamate a 2 e 3 corpi; a 2 corpi hanno il 1º filo rimesso nel 1º liccio (il posteriore), il 2º nel 1º liccio della seconda metà della remissa (cioè sul 5º per la remissa di 8, sul 6º per quella di 10, ecc.), il 3º filo rimesso nel 2º liccio della prima metà, 4º filo nel 2º liccio della seconda metà (cioè pel 6º per 8 e sul 7º per 10) e così di seguito. Per tale rimettitura i fili dispari passano per ordine numerico nei licci posteriori; il 1º filo sul 1º liccio, il 3º sul 2º, il 5º sul 3º, ecc., ed i fili pari passano pure in ordine numerico progressivo nei licci anteriori come si ha nella combinazione B.

I rimettaggi seguenti saltuari a 3 corpi, come quello A, hanno: i fili 1, 4, 7 passati nei licci posteriori; i fili 2, 5, 8 nei licci medii; i fili 3, 6, 9 nei licci anteriori.

Gli stessi rimettaggi a 4 corpi hanno: i fili 1,5,9,13, 17 rimessi nella prima quarta parte di licci; i fili 2,6, 10,14,18 rimessi nella seconda; i fili 3,7,11,15,19 rimessi nella terza; i fili 4,8,12,16,20 rimessi nella quarta.

I rimettaggi semplici saltuarii in 2, 3, 4, 6, ecc., corpi esigono che la remissa venga divisa in 2, 3, 4, 6, ecc., gruppi di licci e che un filo si passa nel primo gruppo, uno sul secondo, uno sul terzo, e così di seguito.

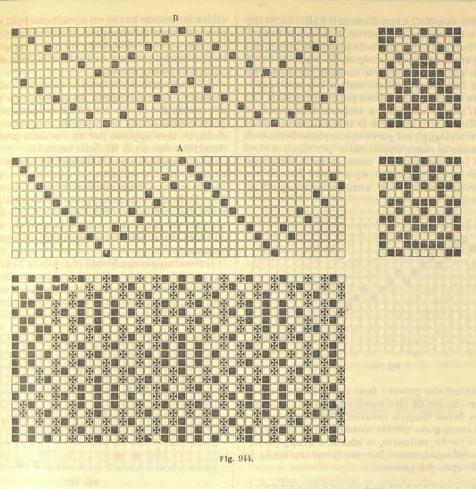
Queste combinazioni sono impiegate per tessuti nei quali la catena consta di diversi filati per colore, tensione, grossezza e materia, per dividere nei varii gruppi di licci le diverse specie dei filati ; come pure per porre vicini quei licci che levano sempre o quasi sulle medesime trame, per economizzare spazio e materia nella remissa e diminuire lo sfregamento nei licci; come sono anche impiegate per moltiplicare il numero strettamente necessario dei licci in un tessuto fitto, come dà esempio la fig. 2 della Tav. I. In questo un tessuto dato dalla messa in carta che esige solo due licci per la sua fabbricazione con rimettaggio seguente, dato in A, colla relativa armatura, gli si può sostituire un rimettaggio semplice saltuario a 2 corpi in cui i licci si alzano in 2 gruppi, dato in B, ovvero il rimettaggio pure seguente saltuario, dato in C, a 4 corpi in cui i licci levano in 4 gruppi; per cui le rispettive armature, anche disegnate sono diverse fra loro.

I rimettaggi simmetrici od a punta regolari o semplici si prestano per armature simmetriche e per una riduzione del numero strettamente necessario di licci: la fig. 3 della Tav. I offre un esempio di tale semplificazione, così il rapporto dell'armatura ha sei fili e col rimettaggio continuo occorrerebbero sei licci, ma siccome col rapporto trasversale si hanno i fili 5 e 6 con identica evoluzione di quelli 2 e 3, si può impiegare un numero minore di licci, rimettendo sopra uno stesso tutti quei fili che hanno la medesima evoluzione. Questa combinazione di rimettaggio si può fare tanto su un numero pari che dispari di licci, ma il corso è però sempre costituito da un numero pari di fili e si impiega per tessuti ad armature con effetto simmetrico, le cui linee centrali sono rappresentate da un solo filo. Nella messa in carta i vertici degli angoli sono costituiti dai fili 1 e 4 ed essi nel rimettaggio determinano le punte.

In questo rimettaggio, come in tutti quelli che hanno un numero ridotto di licci, cioè minore di quelli dei fili del rapporto, dànno un'armatura diversa dalla messa in carta, perchè essa non indica più l'evoluzione di ogni filo, ma quella di ciascun liccio che porta rimesse più di una serie di fili; così nella figura si hanno sei fili e quattro licci, quindi l'armatura offre solo quattro evoluzioni per tutti i sei fili, per cui essa è ridotta.

La fig. 944 offre l'esempio di una combinazione di rimettaggio semplice a punta dato in A, colla rispettiva armatura e che riesce di difficile applicazione, nel mentre però dà un numero ridotto di licci, mentre la combinazione a corpi dello stesso rimettaggio data in B presenta una maggiore semplicità di applicazione, contenendo lo stesso numero di licci, e restandone variata l'armatura.

Per taluni intrecci in cui pure vi si applica il rimettaggio simmetrico a corpi, la punta riesce costituita da due fili (fig. 945) vicini per ogni corpo, sia nel primo che nell'ultimo liccio d'ogni gruppo; in tal caso il rimettaggio si dice colle sorelle: e i due fili però non sono accoppiati perchè dal rimettaggio stesso si deduce che



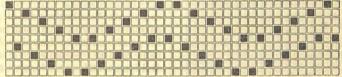


Fig. 945.

le sorelle del primo corpo sono separate da un filo, so-

rella, del secondo corpo e le cui evoluzioni sono diverse. Il rimettaggio ridotto si applica ai tessuti a disposizione, cioè a quelle armature, il cui complesso ha un carattere di disegno e nel cui rapporto sonvi dei fili ad identica evoluzione, e permette di ottenere delle disposizioni ben accentuate con un numero relativamente limitato di licci. Nelle messe in carta delle armature a cui si applica questo rimettaggio, i fili sono divisi in gruppi ed il medesimo carattere lo ha la combinazione. La fig. 6 della Tav. I dà l'applicazione ad un tessuto a disposizione con fili ad eguali evoluzioni, ed il rimettaggio si presenta con rimettiture a gruppi che si succedono in corso regolare senza interruzione e dicesi pertanto a corso regolare.

Quando il numero dei licci è piuttosto grande e la riduzione della catena è molto forte, si riscontrano dei difetti nella evoluzione dei licci, come delle barrature più o meno evidenti in ogni corso di rimettaggio, la cui causa sta nella disposizione dei gruppi a corso seguente (fig. 946) regolarissimo, che permette con facilità l'ap-

piccicamento e le rigature nel passaggio da un corso al seguente. Si ha un miglioramento nella combinazione di rimettaggio, disponendo i gruppi in modo saltuario (fig. 947), che evita totalmente le barrature, ma per la vicinanza dei fili di ogni gruppo e la uniformità degli angoli che gli stessi fili producono durante la formazione del passo per le inserzioni non è evitato l'inconveniente delle tenute e delle appiccicature. Combinando invece gli stessi gruppi disposti saltuariamente in due corpi (fig. 948) si riesce ad evitare tutti quanti gl'inconvenienti ed i difetti, ma però si produce una rimettitura complicata, ma che assicura il risultato. La combinazione presenta fra i fili pari e quelli dispari di ogni gruppo una separazione equivalente al posto occupato da sette licci, e i fili formano, nell'alzata, angoli differenti, per cui le appiccicature dei fili sono difficilissime.

Le armature devono essere tracciate nella messa in carta col loro rapporto messo in adatta posizione per poter derivare con regolarità il rimettaggio che gli si conviene; così per le armature a gruppi sarà conveniente che tutti i gruppi, cominciando dal primo a

sinistra, sieno completi e non dimezzati o altrimenti frazionati; per l'armatura simmetrica, la linea o le linee di simmetria dovranno trovarsi sulle mezzerie delle messe in carta; per le armature disegno, il soggetto dovrà occupare la parte centrale della messa in carta e se l'armatura ha linee diagonali correnti o interrotte, converrà che la traccia più saliente e più caratteristica loro trovisi nell'angolo inferiore a sinistra della messa in carta. Predisposte in tal modo le messe in carta è facile derivare i rimettaggi, col porre su uno stesso liccio tutti i fili che hanno le stesse evoluzioni o punteggiature, ed a tal fine è bene esaminare le messe in carta e contrassegnare con egual numero o sigla tutti i fili con una identica evoluzione, e con altro numero quelli di un'altra, ecc.

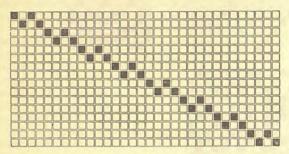


Fig. 946.

Le variazioni che possono farsi nelle classi dei rimettaggi descritte, per la loro combinazione ed anche per rimettitura danno luogo a caratteristiche combinazioni che alcuni raccolgono in sette classi e cioè: Rimettaggio seguente, a punta, saltuario, in alzata, a gruppi, interrotto e a corpi amalgamati. Diremo di essi trattando dei rimettaggi sopra più remisse.

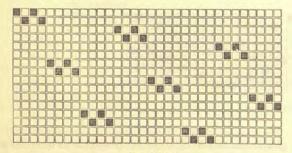


Fig. 947.

I rimettaggi sopra più remisse si riferiscono a tessuti composti di due o più catene, ma per brevità tratteremo solo di quelli a due, essendo facile estendere la combinazione a tre e più remisse e nelle messe in carta segneremo diversamente i fili delle due catene.

Tutte le varie e possibili combinazioni di rimettaggio per una remissa si possono applicare a due o più remisse, rimettendo le varie catene colla stessa combinazione, o con diversa sulle varie remisse a seconda dell'intreccio o della utilizzazione di una montatura esistente.

Il rimettaggio a corso regolare semplice rappresenta una parte importantissima perchè viene applicato a tutti i tessuti formati dalla sovrapposizione di due o più catene. I fili delle due catene sono distribuiti ordinatamente e con successione nei licci delle singole remisse egualmente a quanto si è visto per una sola remissa, e può avvenire che le due catene siano pari di fili ed allora le remisse hanno un egual numero di licci, ovvero possono avere diversa proporzione numerica di fili e le remisse saranno costituite da un diverso numero di licci, ciò può dipendere dall'intreccio della stoffa o dalla natura di questa stessa.

Il rimettaggio a punta può, a seconda degli effetti da ottenersi, essere eseguito su ambedue le catene e si alterna un filo di una con un altro della seconda catena quando sono ordite nella stessa proporzione numerica di fili, in caso opposto per un filo della prima catena si rimettono due o più fili della seconda.

La rimettitura a punta si eseguisce anche su una delle remisse, mentre sull'altra si eseguisce un altro rimettaggio ed in generale quello a corso regolare (fig. 7 della Tav. I). Le due catene supposte della stessa proporzione numerica di fili sono ordite sui subbii A e B, la prima è rimessa nel corpo di licci I, e la seconda su quello II, ed i loro fili si alternano per avere un'equabile distribuzione.

Il rimettaggio combinato (fig. 8 della Tav. I) differisce dal precedente solo nella ripartizione e successione dei fili delle due o più catene impiegate, ciò che è dovuto alla qualità della messa in carta, cioè dei gruppi ch'essa presenta, alla irregolare alternazione dei fili ed alla

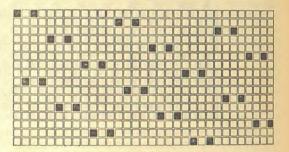


Fig. 948.

combinata distribuzione dei fili su una o più remisse, per cui può dar luogo ad una serie indefinita di combinazioni. La prima catena ordita sul subbio A è rimessa a gruppi nella remissa I presentando la messa in carta dei gruppi di fili, mentre la seconda, ordita sul subbio B, è rimessa sulla II remissa a corso regolare ed i fili delle due catene si alternano di 2 della prima ed 1 della seconda. Questa combinazione di rimettaggio presenta la combinazione di uno ridotto con uno a corso regolare.

Il rimettaggio interrotto riguarda quei tessuti che sono costituiti da varie catene appajate per formare stoffe a righe, per cui si impiegano le postarelle in luogo dei licci, mentre pei rimettaggi precedenti invece aveva luogo la sovrapposizione delle catene, delle quali l'una ne formava il fondo e l'altra l'ornamento. Questo rimettaggio serve appropriatamente ai tessuti rigati per effetto di armature diverse appajate e le righe possono essere formate da numero eguale o diverso di fili, cioè possono avere la stessa larghezza o diversa, ma però regolarmente succedentisi. Questo rimettaggio può essere semplice o composto. La fig. 9 della Tav. I dà il rimettaggio interrotto semplice per una stoffa rigata a righe di egual larghezza, e la catena A del fondo è rimessa a corso regolare sulla remissa II di 4 postarelle per una larghezza corrispondente alla riga e quindi la rimettitura è interrotta per dar luogo a quella della catena B, con altra armatura, sulla remissa I di 6 postarelle, ed essa pure per una larghezza eguale a quella riga, per essere interrotta e lasciar il posto alla rimettitura di A, e così di seguito. Lo stesso tipo di rimettaggio può aver

luogo sopra un numero maggiore di remisse, quando la stoffa rigata è formata con più di due armature.

Il rimettaggio interrotto composto è impiegato per stoffe rigate costituite da più di due catene e con righe che non si succedono regolarmente, ma secondo un ordine determinato dalla disposizione irregolare, simmetrica, a punta od a ripetizione, ma però ogni catena è rimessa sul rispettivo corpo di postarelle, quasi sempre a corso regolare.

La fig. 11 della Tav. I dà un rimettaggio di una stoffa rigata simmetricamente con righe di diversa larghezza in tre armature diverse A, B, C, e si hanno perciò tre catene e tre remisse, la I per C, la II per B, la III per A; la figura mostra chiaramente un corso di

rimettaggio dell'intero corpo.

Il rimettaggio a corpi amalgamati serve a facilitare la fabbricazione di tessuti pei quali occorre un ragguardevole numero di licci: è applicabile non solo a due remisse, ma a più ed anche ad una sola con tutte le combinazioni dei rimettaggi regolari, saltuari e interrotti, specialmente quando la licciatura è di oltre 16 licci. In tale combinazione le remisse in luogo di essere riunite separatamente, qui sono invece a licci alternati, cioè sono riuniti i primi tre licci (fig. 4 della Tav. I) delle tre remisse e quindi succede il gruppo dei licci 2 di tutte e tre, e poi quelli 3, ecc., e ciò per dare ai fili delle diverse remisse un'azione pressochè eguale nella formazione del passo per le inserzioni. Ha perciò lo scopo di diminuire le irregolarità dell'intrecciamento delle armature e di provvedere a che la condizione dei diversi corpi inerenti alla loro posizione si mantenga eguale, perchè i fili di tutte le remisse agiscono in quel modo e colla stessa facilità per quanto è possibile. La fig. 4 della Tav. I, oltre al mostrare l'amalgamento dei licci delle tre remisse, dà anche il rimettaggio delle tre catene A, B, C, in tre corpi distinti o a rimettaggio a corpi amalgamati interrotti.

Questo rimettaggio si eseguisce anche a corso rego-

lare, quando le catene sono soprapposte.

Nelle combinazioni di rimettaggi interrotti si ha anche quello simmetrico od a punta il cui corso regolare viene ad interrompersi per la forma dell'intreccio stesso che offre un'armatura riducibile, come nella fig. 5 della Tav. I il cui rimettaggio è fatto sopra 4 licci mentre sono 14 i fili del rapporto.

Il rimettaggio interrotto a punta è ottenibile con altre combinazioni o forme di interruzione, che dipen-

dono dalla messa in carta.

Quando occorre appajare due o più armature diverse ma a rapporto identico per eguale accorciamento sopra uno stesso corpo di licci si inverte l'ordine di successione dei fili ed allora si usa chiamare questa combinazione, rimettaggio combinato.

Il rimettaggio in alzata possiede gli stessi caratteri del combinato, ma richiede due o più licci all'evoluzione di uno stesso filo, serve alla fabbricazione di tessuti con piecole righe ad armatura diversa, ma è d'uopo che queste abbiano un numero di fili costituenti il rapporto d'armatura che sia un multiplo od un sottomultiplo di quello dell'armatura principale della stoffa e siccome questi fili compiono più evoluzioni, mentre nel rapporto ne hanno una sola, così devono essere incolzati in alzata.

#### Pettine.

Il pettine consta di una serie di sottilissime laminette metalliche, quasi sempre d'acciajo e poche volte d'ottone, disposte parallelamente rivolgendo all'esterno la loro parte più stretta, equidistante fra loro e fissate perpendicolarmente a due aste parallele per mezzo di legature se di legno, o di saldatura se metalliche; le estremità del pettime sono costituite da laminette più robuste. Il suo ufficio è quello di mantenere equabilmente ripartiti, nell'ordine prestabilito, i fili della catena e serrare, contro la parte già tessuta, ciascuna trama che si inserisce mantenendo esatta la larghezza del tessuto stesso.

Le laminette sono i denti del pettine, ma nel linguaggio comune di tessitura e per convenzione, con la parola dente si indica l'interspazio fra due laminette successive.

Dalla più o meno accurata costruzione del pettine dipende la riuscita della stoffa e perciò le laminette devono essere di uniforme spessore e poste ad esatta equidistanza per evitare delle rigature. Nel computo dei denti non si comprendono quelli estremi più robusti che servono per le cimosse.

Il numero dei denti varia per unità di lunghezza, cioè i pettini hanno diverse riduzioni; ma più questa è elevata ed altrettanto più sottili devono essere le laminette; la riduzione, e con essa la lunghezza delle laminette o imboccatura del pettine, varia colla stoffa da fabbricarsi e colla materia impiegata. Le riduzioni variano fra 10 e 70 denti per cm., ma la riduzione più elevata che si impiega rade volte è quella di 50 e le maggiormente impiegate o preferite variano dai 15 a 36, perchè le riduzioni superiori presentano delle difficoltà nel corso della tessitura.



L'imboccatura, o la lunghezza utile delle laminette, varia a seconda della riduzione, per mantenere ai denti una certa flessibilità, e quindi per riduzioni elevate, essendo minima la sottigliezza delle lamine, viene diminuita la loro lunghezza perchè non riescono eccessivamente flessibili; e siccome la riduzione varia colla materia della stoffa, così per la seta l'imboccatura è di 60 mm. circa per larghezza di stoffa fino a 0,70, e di 65 mm. per larghezze superiori; pel cotone l'imboccatura è di 85 mm., e di 90 a 100 mm. per la lana, e fino a 140 per altre materie grossolane o per trame grossissime.

Per stoffe di seta e specialmente pei nastri si idearono i cosidetti pettini a disposizione, fra i quali sono da ricordarsi: i pettini a due riduzioni alternate per tessuti novità rigati su fondo cangiante; i pettini conici con denti a minor distanza nella loro parte inferiore che nella superiore per avere stoffe a bordi ondulati; ed i pettini radiali, coi denti disposti a ventaglio, parte col centro superiormente e parte inferiormente.

Fra i denti del pettine si passano i fili d'ordito da l a 8 per ciascun dente, impiegando la passetta (fig. 949) che s'introduce negli intervalli, e si accavallano i fili da passarsi agli intagli obliqui ch'essa porta alle sue

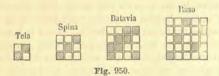
estremità; l'operazione è detta passatura.

Oltre agli accennati scopi del pettine, esso serve, a seconda delle esigenze di fabbrica, a modificare sensibilmente l'aspetto ed il grado di morbidezza al tatto in un tessuto, col variare la passatura dei fili senza che questi variino nel loro totale. Eseguendo la passatura di un filo per dente, i fili mantengono la loro esatta posizione e rimangono equidistanti con un intervallo regolare, per cui il tessuto riesce della massima regolarità e morbidezza al tatto, come della migliore copertura,

ma però ne vengono deteriorate le altre qualità per lo strofinio dei fili prodotto dalla elevatissima riduzione del pettine. Ad ovviare questo difetto di resistenza, che nuoce alla fabbricazione, i fili si passano nei denti per gruppi di 2, 4, 6, i quali non rimangono equidistanti, ma avvicinati fra loro e riescono equidistanti i gruppi, per cui scema la regolarità e la copertura e l'uniformità del tessuto, la sua morbidezza, per acquistare una certa durezza e resistenza al tatto, per il minor numero d'interspazii esistenti fra i fili e che produce una minore arrendevolezza della trama.

### Armature fondamentali.

Le armature principali, chiamate fondamentali, da cui derivano tutte le armature, sono quattro: Armatura tela, armatura a spina o diagonale, armatura batavia, armatura raso; esse sono quadrate (fig. 950),



contenendo nel loro rapporto un numero di fili eguale a quello delle trame; sono irriducibili, perchè ogni filo ha un'evoluzione sua propria e quindi il loro rapporto indica il numero minimo dei licci occorrenti per la fabbricazione di tessuti dallo stesso nome.

Tela e suoi derivati. — Quest'armatura, la prima dei quattro tipi, ha un rapporto composto di due fili e di due trame; richiede perciò due licci e due evoluzioni ed altrettanto tutti i tessuti fabbricati con tale armatura.

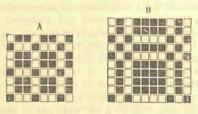


Fig. 951.

Quest'armatura è la più semplice e la più usata, qualunque sia la materia, e produce un intreccio solido ed il tessuto è chiamato tela, taffetà, moella, mantino e dà luogo ai più svariati aspetti e tessuti a fili rettilinei del più facile intreccio e della più frequente riproduzione.

L'intreccio del tessuto tela si ottiene con due serie di fili, essendo due i fili del rapporto e quindi dividendo in due parti eguali tutti i fili costituenti la catena, i pari ed i dispari, sollevandone i pari, inserendo una trama e quindi abbassando i pari per sollevare i dispari per eseguire la seconda inserzione. Operando la catena per metà ad ogni inserzione, le due faccie del tessuto sono eguali e quindi tutti i tessuti che hanno per base questa armatura non hanno rovescio e presentano una granitura a grani più o meno salienti perpendicolari alla direzione dei fili od anche a quella delle trame.

I derivati semplici da tale armatura comprendono: o due fili e un maggior numero di trame per rapporto, ovvero due trame e più fili.

I derivati composti hanno la loro punteggiatura rettilinea, ma alcuni non possono da soli venir impiegati per la fabbricazione di una stoffa, par la eguale evoluzione che si trova sopra due o più fili o sopra due o più trame, ma in genere la loro disposizione si presta alla fabbricazione di speciali e pregevoli stoffe.

La fig. 951 A dà un derivato semplice e B un derivato

composto.

Spina o spiga e derivati. — L'armatura si compone di tre fili e tre trame, ed ogni filo compie un' unica evoluzione per rapporto trasversale, per cui l'armatura è semplice; essa ha il ritto ed il rovescio, come tutti i suoi derivati semplici o composti, perchè ad ogni inserzione di trama leva uno solo dei tre fili del rapporto, per cui il ritto rimane coperto da due terzi dell'ordito, mentre il rovescio ne presenta solo un terzo. Per la sua fabbricazione occorrono tre licci a tre evoluzioni e forma la diagonale più semplice che prende diversi nomi secondo il numero dei fili costituenti il rapporto.

Il diffalcamento dei punti di legatura, come anche nei derivati semplici e composti, si succede di filo in filo ad ogni trama senza interruzione, ed ogni punto trovasi diagonalmente vicino a quello che lo precede e che gli succede, per cui si hanno traccie oblique. Queste sono disposte indifferentemente con direzione a destra od a sinistra per la seta e cotone, mentre per la lana gli si dà l'inclinazione in senso opposto alla direzioae della torta.

La spina si può comporre sopra qualsiasi rapporto di armatura, purchè quadrato, e nell'eseguire una messa in carta è bene cominciare dal casellino estremo inferiore a sinistra, ed a seconda del numero di fili del rapporto si chiama Spiga, Levantina, Virginia.

Le traccie o nervature diagonali riescono a parità di fili tanto più evidenti quanto più grande è il rapporto d'armatura, perchè con catene di pari proporzione di fili, la diagonale è tanto più accentuata quanto più largo è il rapporto dell'armatura impiegata; mentre se le catene hanno diversa proporzione di fili, a pari rapporto d'armatura, le spighe risulteranno tanto più evidenti quanto minore è la proporzione dei fili, e quindi diversa grandezza delle spighe, che riescono proporzionali al numero dei fili d'ordito.

Nei derivati composti invece, la grandezza delle nervature dipende dal numero dei fili d'ordito e dalla quantità di punti di legature applicati a ciascun filo nel rapporto d'armatura.

Il massimo effetto delle diagonali si ha quando la loro inclinazione è di 45°, cioè formano la diagonale di un quadrato; ad angoli diversi l'effetto è minore.

Tale massimo di effetto è perciò raggiungibile mantenendo un rapporto d'armatura quadrato od eguale quantità di fili e trame nel medesimo spazio; a rapporti rettangolari, per numero di trame superiori a quello dei fili, le nervature tendono alla orizzontale, in caso opposto tendono alla verticale.

La spina con rapporto 4 e 5 è ordinariamente chiamata *Levantina* e con più fili mantiene lo stesso nome

e riceve anche quello di Virginia.

Nei derivati composti il rapporto d'armatura è quadrato, e ciascun filo compie due o più evoluzioni, diffalcando però sempre di un filo per ogni inserzione di trama, come nei derivati semplici. I composti sono ottenuti addizionando ad una spina semplice, che in tal caso viene chiamata iniziale, altri punti di legatura; però conviene osservare che colle spine da 3 fili e da 4 non è possibile derivare una spina composta, anzi addizionando un punto di legatura a quella da 4 si ricava o l'armatura tela o quella batavia, e addizionandolo a quella da 3 si ricava il solo capovolgimento dell'armatura; quindi si comincia a derivare i composti dalla

spina di 5, alla quale duplicando i punti d'alzata si hanno due spine di 5 composte. Quanto più grande è il rapporto della spina base, tanto più numerosi sono i derivati composti; così da quella di 12 si ricavano 140 armature composte, e si hanno facendo variare la quantità dei punti addizionali e la loro posizione.

Coll'addizione dei punti di legatura si ottiene un aumento di compattezza proporzionale al numero dei punti aggiunti. Tale aggiunta però ha il suo massimo, che equivale alla metà dei casellini contenuti in un rango della messa in carta, perchè un numero maggiore

darebbe il capovolgimento dell'armatura.

Raso e derivati. — È l'armatura che produce nei tessuti la maggiore morbidezza e lucentezza, con superficie levigata, unita, senza rigature; la lucentezza però è maggiore o minore a seconda della materia impiegata. Come l'armatura precedente ha un solo filo che leva per ogni inserzione e quindi ha il rovescio, e le caratteristiche qualità dei rasi si hanno con un ordinato e ben ripartito incrociamento di tutti i fili determinato dall'armatura.

Nei derivati semplici o rasi semplici la distribuzione dei punti di legatura deve essere fatta in modo che tutte le alzate, rispettivamente fra loro, occupino nella messa incarta una posizione isolata e ben determinata riguardo alla ripartizione. Da ciò i punti di legatura non possono diffalcare, in ordine progressivo, di un filo per ogni trama, ma sono costantemente isolati e distribuiti con l'interruzione di una o più inserzioni fra due fili vicini.

Qualunque raso semplice o composto ha l'armatura quadrata, cioè comprende un numero eguale di fili e di

trame nel rapporto.

La base fondamentale dei rasi semplici è il raso da 5, quello che ha 5 fili per rapporto, e questo serve a distinguere i rasi semplici, e si hanno i rasi da 5, 7, 8, ecc. fili; ma coi rapporti di 4 e di 6 fili non è possibile comporre un raso semplice regolare. Col rapporto 4 si compone però l'armatura del tessuto detto Raso turco o greco, in cui la disposizione dei punti di legatura non è simile a quella dei rasi semplici, ma è quella di una spina interrotta.

Col rapporto di 6 fili si forma l'armatura con cui si fabbrica il tessuto detto Raso alla Reine, ma i sei punti di legatura non risultano equidistanti e ripartiti uniformemente; questo rapporto dà luogo ad armature semplici i cui tessuti si innestano ordinariamente in quelli rasati, ma appartengono propriamente alle armature per trasposizione.

Il metodo per la segnatura di un raso semplice qualsiasi è il seguente: si sceglie un numero che non divida esattamente quello indicante il rapporto d'armatura e che tale numero e quello indicante il rapporto non siano divisibili per uno stesso numero, astrazion fatta dall'unità. Così i rasi con rapporto di numeri dispari possono comporsi col 2, quello di 5 può comporsi col 2 e col 3. I numeri che servono di base alla punteggiatura dei rasi semplici diconsi ascendenti.

La seguente tabella dà i numeri ascendenti coi quali è possibile comporre tutti i rasi semplici da 5 a 45 fili per rapporto, sebbene non si superi il 12, ma i rasi da 12 a 45 servono per la composizione di quelli composti, come nelle legature ordinarie ed in altre combinazioni, e forma il prontuario per la composizione dei rasi.

Nella colonna A sono raccolti i numeri indicanti il rapporto dell'armatura che si vuol comporre, nella colonna B i numeri ascendenti coi quali si ottengono le armature dei rasi quadrati, e nella colonna C quelli ascendenti per comporre armature di rasi rettangolari, per cui sopra 150 armature se ne hanno sole 10 quadrate-

Prontuario per la composizione dei rasi.

			-	1000		_		-		-
A	B					C				A Park
-	4		ab a	-			lich.	-	n n	
5	2									
7	-	2	3							
8	_	3								1
9	_	2	4							90
10	3	Nin.								OTHER!
11	10-11	2	3							rstte j
12		5								17000
13	5	(IF)								me tra
14	_	3								
15	-	2	4							
16		3	7							19
17	4	2	3	5						1710/1
18	-	5								1 44
19	-	2	3	4	7					1 - 1
20	-	3	9			4				
21	-	2	4	8						
22	10-00	3	5							
23	-	2	3	4	5	7				
24	-	5	7	11						-13
25	7	2	3	4	9					
26	5	3	7							
27	-	2	4	5	8					
28	-	3	5	13		1111				
29	12	2	3	4	5	8	9			
30	-	7	11	ы	REII	hill				
31	-	2	3	4	5	7	11	12		
32	-	3	5	7	15	10				
33	_	2	4	5	7	10				MULT
34	13	3 2	5	9	6	8	11			
35 36	Fig.	5	11	17	O	0	11			711-3
37	6	2	3	4	5	7	8	10	13	VIII)
38	0	3	5		8		U	10	10	01 171
39		2	4	5	7		16			10 00
40	THE THE	3	7	9	11		10			100
41	9	2	3	4	5		11	12	13	70
42	_	5	11	13	- Ti			100	13	Cr. S
43	Co-	2	3	4	5	6	8	9	10	12
44	de Dorn	3	5	7	13					- ICV
45	VE TO I	2	4	7		14	19			
100 000		3700	1 (1)	111111111111111111111111111111111111111						

Per l'uso del prontuario si fissa a priori il rapporto del raso, per es., di 8 e si predispone un pezzo di carta a casellini di 8 ranghi trasversali ed altrettanti longitudinali; il prontuario dà una sola combinazione possibile per la formazione dell'armatura determinata dal num. 3 della colonna C, per cui l'armatura non è quadrata, la quale stabilisce l'ordine ascendente della punteggiatura. Questa conviene incominciarla col segnare il casellino

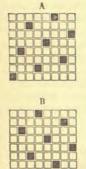
estremo inferiore di sinistra, cioè dall'incrocio del primo filo colla prima trama, e si conta fino al casellino terzo sul rango longitudinale successivo e a partire dalla seconda trama, e lo si segna determinando l'alzata del secondo filo, e così via fino al termine dell'armatura (fig. 952, A). Il 5 è il complemento di 3 per 8, per cui lo stesso raso può comporsi colla cifra 5, nello stesso modo che si è composta l'armatura col 3, e si ha un altro raso (fig. 952 B).

Nel prontuario non sono stati segnati i complementi delle cifre ascendenti, perchè con essi si ottiene un'armatura regolare che non differisce dall'altra se non per la direzione dei punti di legatura e tale direzione non è sempre indifferente pel senso, perchè in molti tessuti specie di lana e alle volte in quelli di seta, deve essere scrupolosamente subordinata al senso della torta dei fili,

per la migliore apparenza del tessuto.

Le armature rasi quadrate hanno le punteggiature disposte in modo, che fra quattro vicine vi si può inscrivere un quadrato mentre nelle rettangolari non vi si può tracciare che un rettangolo più o meno allungato in uno o nell'altro senso. Nelle quadrate la punteggiatura è identica tanto in un senso che nell'altro, mentre

nelle rettangolari non si verifica tal legge.



Il coordinamento delle punteggiature nei due sensi nelle armature quadrate non produce traccie oblique sul ritto del tessuto, per cui si preferiscono per tessuti a filati grossolani, per comporre armature a soggetti spiccati e per disseminare piccoli motivi nel fondo di un tessuto, Armature che sono applicabili quando fili e trame sono in eguale proporzione, e nei rasi, specie di seta, i fili e le trame si trovano nella proporzione di 3, 4, 5 a 1, per cui vi si applicano le armature rettangolari, fra le quali è preferita quella di 8.

In generale le armature quadrate di 5, 10, 13 sono da applicarsi pre-

feribilmente a quei tessuti in cui la proporzione dei fili e trame sono eguali o pochissimo diverse.

L'armatura 7 composta con 2 e quella 11 con 4 sono da preferirsi pei tessuti nei quali le trame e l'ordito sono nella proporzione di 8 a 12.

Le armature 8 in 3 e 9 in 2 sono preferibili pei tessuti in cui il numero delle inserzioni e dei fili sono nella

proporzione di 8 a 16.

Le armature 8 in 3 e 11 in 2, pei tessuti in cui la detta proporzione è di 8 a 20 e in quelli in cui la proporzione è di 8 a 24, sono preferite le armature 11 in 3 e

I rasi composti si ottengono con l'addizione di punti supplementari a quelli iniziali di un raso semplice qualsiasi e per ognuno si possono avere più rasi composti, e tanto più è grande il rapporto del raso preso a base della composizione d'altrettanto è maggiore la quantità delle composizioni che si possono ricavare, tanto più che la posizione e la quantità dei punti addizionali è variabile a volontà, purchè però il loro numero non oltrepassi la metà dei fili componenti il rapporto del raso base. Se il numero di questi punti è la precisa metà di quel rapporto, la combinazione risultante darebbe un tessuto senza rovescio.

Un'armatura quadrata di raso semplice può dar luogo a 200 combinazioni diverse per numero e posizione delle punteggiature; e quindi se si prende a base il raso di 17 che fornisce 4 rasi semplici, si otterranno con esso 800 combinazioni di composti; ma fra i semplici ve ne hanno 3 ad armature rettangolari nelle quali si possono anche aggiungere punti sui ranghi trasversali e ottenere altre combinazioni.

Per questo lavoro di composizione si opera nel modo seguente: si traccia l'armatura base del raso semplice e sul primo rango longitudinale si segnano a capriccio i punti addizionali con punteggiatura diversa da quella del raso, indi si aggiungono a tutti i punti del raso base i punti addizionali segnati sul detto rango, riproducendo, cioè, successivamente su tutti i ranghi delle trame, a partire dai punti del raso, i quadretti addizionati.

Formando un raso composto con un raso base ad armatura quadrata, disponendo le punteggiature addizionali in modo consecutivo, senza alcuna interruzione, si perviene a cambiare il raso base per effetto di fili in un raso per effetto di trama.

Applicando il medesimo sistema di punteggiatura ad un'armatura rettangolare si vengono a comporre le

armature a cannelli diagonali.

Batavia e derivati. - L'armatura di questo tipo comprende 4 fili e 4 trame nel rapporto quadrato e molti ammettono che sia un derivato dali'armatura spina, ma per la forma delle sue nervature, per non avere rovescio e per la varietà delle armature semplici e composte che si deducono è ritenuto da altri come armatura fondamentale. Nella sua fabbricazione occorrono 4 licci con quattro evoluzioni e ad ogni evoluzione vengono sollevati due licci e quindi la metà dell'ordito, per cui è senza rovescio; ed è questo pure il carattere distintivo dei batavia derivati, semplici e composti, ed essi devono sempre avere un rapporto di fili e trame pari.

Le nervature diagonali a seconda della proporzione dei fili della catena ed a seconda del rapporto di armatura sono più o meno pronunciati e seguono le leggi di quelle

della spina.

Fig 953. I punti di legatura procedono a 2, a 3, a 4 per volta secondo il rapporto dell'armatura ed il loro diffalcamento avviene regolarmente di un filo per ogni inserzione di trama; cioè ogni evoluzione si ripete su tutte le inser-

zioni collo spostamento di un filo a destra od a sinistra a seconda della direzione delle nervature. Il tipo fondamentale è il batavia da 4 fili per rapporto; i derivati semplici hanno un numero di fili superiore e sono infiniti, ma praticamente si applicano fino ad un rapporto di 16, perchè con rapporti superiori si ha un eccessivo slegamento dei fili e delle trame nocevole alla

solidità e compattezza del tessuto.

Questi si chiamano batavia da 8, 10, ecc.

I razimiri sono tessuti con armature derivate dal batavia semplice, anzi non ne differiscono che per una interruzione applicata ad esso dopo un certo numero di inserzioni; si fabbricano sempre inseta con una riduzione di 140 a 250 fili per cm. Il tessuto è costituito di righe trasversali in batavia separate da interruzioni succedentisi ad intervalli diversi secondo la distanza delle



righe stesse o del numero delle inserzioni; l'interruzione è formata da un passo di tela per due fili, che alle volte si duplicano e si triplicano.

Si hanno sei armature razimiri il cui rapporto in

lunghezza varia da 1 a 4 interruzioni:

Il tipo 1 (fig. 953) ha 4 trame fra 2 interruzioni, con rapporto di 16 trame; il tipo 2 ha 4 trame fra 2 interruzioni, con rapporto di 10 trame; il tipo 3 ha 6 trame fra due interruzioni, con rapporto di 24 trame; il tipo 4 ha 7 trame fra due interruzioni, con rapporto di 7 trame; il tipo 5 ha 8 trame fra due interruzioni, con rapporto di 32 trame; il tipo 6 ha 9 trame fra 2 interruzioni, con rapporto di 18 trame, ed il loro rapporto in larghezza è di 4 fili.

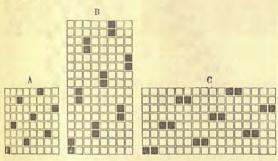


Fig. 954.

I derivati composti dal batavia devono avere armature che, oltre al presentare due faccie eguali per aspetto, sieno pure identiche per l'evoluzione dei fili che per l'intreccio da essi prodotto. Il modo di comporre tali armature è simile a quello indicato per i derivati composti dalla spina, ma però si dovrà aver cura di non frastagliare la nervatura troppo minutamente, giacchè formano la ricchezza dell'armatura.

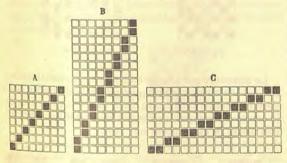


Fig. 955.

Armature rettangolari derivatel dai rasi le dalle spine. - La base di queste armature è quella dei rasi e delle spine semplici, le cui punteggiature o diffalcamenti iniziali vengono duplicati, triplicati e quadruplicati, per cui d'altrettanto vengono a moltiplicarsi i rapporti d'armatura, e siccome tale aumento può aver luogo o nel senso dei fili o in quello delle trame, così nel primo caso il rapporto viene ad essere costituito dal numero primitivo delle trame moltiplicato per lo stesso numero col quale si sono ingrandite le punteggiature; resterà moltiplicato il numero primitivo dei fili nel secondo caso. Il fatto è evidentissimo esaminando alcune di queste armature rettangolari, così (fig. 954) in A è segnata l'armatura semplice di un raso da 8, in B l'armatura derivata col raddoppiamento delle punteggiature nel senso dei fili e in C quella derivata colla stessa

operazione nel senso delle trame. Le due armature derivate hanno i loro rapporti, nel senso in cui è stata fatta la duplicatura, duplicati essi stessi. La figura 955 presenta la stessa derivazione pel caso di una spina da 8.

Le armature segnate B e C nelle due figure non differiscono fra loro che per la posizione del piede della carta, la cui mutazione porta una variazione nell'armatura stessa, la quale se è per effetto di fili, diventa per effetto di trama; quindi è inutile occuparsi nei vari casi di studiare armature derivate per duplicazione nei due sensi, essendo sufficiente per uno solo.

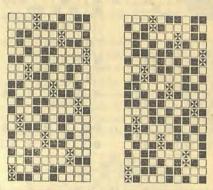


Fig. 956.

La composizione delle armature rettangolari si fa in diversi modi. In uno, scelta l'armatura semplice che deve servire di base, raso o spina, se ne moltiplicano le punteggiature od i diffalcamenti in quella proporzione che si è prestabilita e sul primo rango longitudinale a sinistra si segnano a capriccio dei punti addizionali, il cui numero non deve mai superare la metà del numero

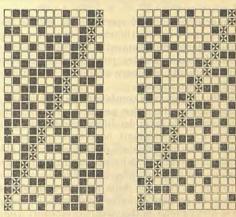


Fig. 957.

dei quadretti di esso rango. Si ripetono i punti addizionali sugli altri ranghi partendo dagli iniziali, come si disse per i rasi e spine composti.

Le fig. 956 e 957 dànno ciascuna due esempi, l'una di armature rettangolari derivate da uno stesso raso semplice a punti duplicati e nell'altra le armature derivate da una stessa spina semplice a diffalcamenti duplicati, e in tutte e due si è punteggiata a crocellini l'armatura iniziale per renderne più evidente la composizione.

Un secondo modo di formare le armature rettangolari è quello di scegliere due armature composte di rasi o spine e comporre la nuova armatura alternandole per

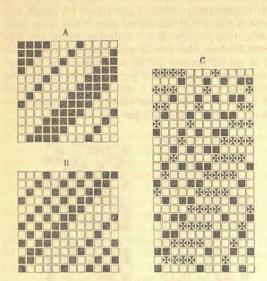


Fig. 958.

ranghi trasversali. Avendosi le due armature di spina composta A e B (fig. 958), nei ranghi pari si punteggia l'armatura A e in quelli dispari la B, e ne risulta l'armatura rettangolare C, nella quale le punteggiature di A sono a crocellini. Questo metodo ha una speciale applicazione nei tessuti a doppia faccia.

Un terzo metodo, che non è altro che un corollario del precedente, è pure basato sull'alternazione di due armature eguali per rapporto e per intreccio, ma è d'uopo però variare il punto di partenza delle armature che si mischiano.

Un quarto metodo, più specialmente segulto per armature a spina, è quello di ingrandire una spina composta moltiplicandone i diffalcamenti, indi ripartirvi regolarmente delle punteggiature per interrompere i troppo lunghi slegamenti, eliminare evoluzioni ripetute ad abbellire l'armatura stessa.

Armature diagonali combinate. - Hanno una nota rassomiglianza colle spine per la nervatura inclinata, non ne seguono le leggi dei diffalcamenti e dei punti di legatura, e sono chiamati combinati perchè non si prestano ad una composizione metodica, sebbene abbiano variabile l'inclinazione delle nervature, l'uniformità di evoluzione dei fili e un'ordinata distribuzione di punteggiature che ne formano delle armature regolarissime. Di esse se ne possono comporre una grandissima quantità e si distinguono in diagonali combinati quadrati e in quelli rettangolari (fig. 959); i primi hanno le loro nervature inclinate come lo spine, mentre i secondi tendono verso la linea verticale o verso la orizzontale come le spine a diffalcamenti iniziali duplicati. Nella figura non è stato dato esempio di armature rettangolari con nervature tendenti all'orizzontale, perchè basta mutar di posto al piede della carta.

La composizione di queste armature è la sintesi di un paziente ed attento studio nella distribuzione delle punteggiature, perchè rispondano alle condizioni che sono state espresse.

## Armature per trasposizione.

Tali armature sono composte permutando di posto i ranghi longitudinali o i trasversali di una messa in carta,

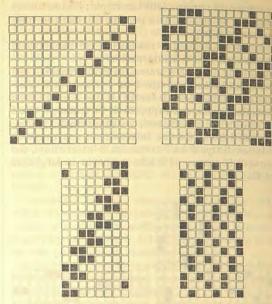
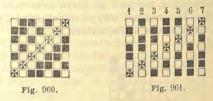


Fig. 959.

appartengono quasi tutte alla categoria delle armature tessuto e sono semplici o composte a seconda dell'armatura su cui si è eseguita la permutazione.

Le armature a spina semplici e composte sono le preferite come basi ed ogni armatura dà luogo ad un numero di derivati in ragione del suo rapporto di fili o di trame, che se si indica con m, quel numero è dato da: 1, 2, 3, 4.... m.



Le armature per trasposizione hanno la caratteristica che col mezzo di rimettaggi combinati si possono ottenere contemporaneamente e con una sola remissa tutte le armature composte colla permutazione dei ranghi di una messa in carta presa per base.

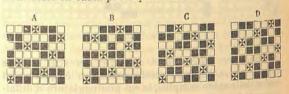


Fig. 962.

Ponendo di dover ricavare delle armature per trasposizione da una spina composta di 7 (fig. 960), ricavata, come si disse, aggiungendo tre punti addizionali alla semplice, eseguiremo le permutazioni dei ranghi longitudinali ed a questo scopo, In pratica, si usa tracciare l'armatura da trasporsi su un cartoncino in modo da poterne ritagliare i ranghi che si numerano ed avere le listerelle (fig. 961), che permutate di posto offrono con somma facilità la formazione delle armature derivate, che man mano si vanno copiando. Le listerelle si numerizzano per facilitare l'esattezza delle permutazioni, le

quali si distinguono in regolari ed irregolari; le prime sono ottenute disponendo i punti della spina iniziale, tracciati a crocellini, secondo la disposizione dei rasi che hanno uno stesso rapporto dell'armatura che si va trasponendo, e nel nostro caso secondo quella dei rasi da 7, e quindi secondo i rasi di 7 in 2, di 7 in 3, di 7 in 5 e di 7 in 4. Le armature per trasposizione dei ranghi longitudinali e secondo i detti rasi sono date dalla fig. 962 in cui i rasi sono dati dai punti iniziali della spina e segnati a crocellini.

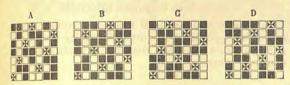


Fig. 963.

Le armature date dalla fig. 963 sono quelle ricavate permutando i ranghi trasversali dell'armatura base secondo gli stessi rasi suddetti.

Le permutazioni possono anche eseguirsi per gruppi di ranghi, specialmente quando l'armatura base ha un rapporto abbastanza elevato; ma basandosi sul nostro esempio, la fig. 964 dà due armature derivate colla permutazione di gruppi di tre ranghi longitudinali ciascuno, e tal metodo producendo armature irregolari per trasposizione, dà origine ad armature ottime e di effetti graziosi.

Permutando di posto in modo arbitrario i ranghi si ottengono tutte le altre armature irregolari, per le quali è bene dapprima stabilire l'ordine delle permutazioni da eseguirsi, e scrivere le varie permutazioni, che si verranno poi applicando alle listerelle e contrassegnando quelle permutazioni che meglio riescono o piaciono, ricordando che le trasposizioni, cosidette irregolari, originano delle armature regolari di intrecci bizzarri e di ottimi effetti.





Fig. 964.

Il rimettaggio combinato può riprodurre tutte le armature derivabili per trasposizione da una base, perchè in esse non si è cambiata l'evoluzione dei fili, ma si è data diversa posizione a questi, e le combinazioni di rimettaggio da applicarsi si determinano numerizzando i licci della remissa e segnando la rimettitura dei fili valendosi delle cifre che contrassegnano le listerelle impiegate nelle permutazioni. È per questo che ha importanza lo scrivere le varie permutazioni che si fanno.

#### Armature amalgamate.

Sono armature tessute originate dalla mescolanza, amalgama, o sovrapposizione di due o tre armature semplici di diverso genere e rapporto. Presentano una certa quale confusione nell'intreccio per cui i francesi le denominarono Jaspés, Neigeuses, Fouillies.

Qualunque sia il numero delle armature semplici da amalgamarsi devono avere un diverso rapporto, per cui il rapporto dell'armatura risultante è un multiplo di quello; e nel caso speciale di amalgamare tre armature, oltre al rapporto diverso, devono preferibilmente averlo quadrato.

Le armature del tipo Spina per le loro nervature diagonali non si prestano alla formazione della confusione richiesta; invece sono preferibili i rasi ed i loro derivati semplici e si prestano pure bene le armature per trasposizione.

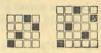


Fig. 965.

Un'amalgama di due armature non presenta una perfetta confusione, ma produce buoni effetti e tessuti con ritto e rovescio, mentre l'amalgama di tre dà quasi sempre tessuti senza rovescio.

Ponendo di aversi due armature (fig. 965), l'una per trasposizione, l'altra un raso di 5, il rapporto dell'armatura composta per amalgama dovrà essere il comun multiplo dei rapporti delle due armature e siccome essi

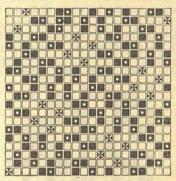


Fig. 966.

sono 4 e 5, il rapporto cercato è 20. Si punteggia su carta tecnica prima una delle due armature e quindi l'altra, senza riguardo ai quadretti già segnati per la prima e se ne ottiene l'armatura amalgamata (fig. 966) di cui si dà la messa in carta, nella quale per ben distinguere le armature componenti, l'una è segnata con quadretti riempiti e l'altra con quadretti punteggiati; le

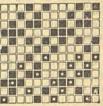


Fig. 967.

crocelline indicano la coincidenza dell'alzata dei fili di ambedue. Qualunque sia il modo con cui è segnato un quadretto, esso indica sempre l'alzata del filo, ed i diversi segni servono a precisare soltanto il posto dei punti di legatura delle due armature.

La fig. 967 è la messa in carta di un'armatura composta dell'amalgama di tre armature la cui base derivativa è punteggiata. Le migliori composizioni di questo genere si ottengono con armature semplici derivate dai rasi o dalle trasposizioni semplici. La composizione di un'amalgama di tre armature è pur facile,

perchè basta punteggiare sulla carta tecnica le tre armature compositive l'una dopo l'altra, non curandosi della sopra punteggiatura dei quadretti, cioè se sopra un casellino già segnato cade la punteggiatura di un'altra armatura, ma però per non cadere facilmente in errori sarà bene impiegare segni o colori diversi; alla fine poi si riempiono d'un sol colore tutti i quadretti punteggiati.

Delle tre armature si preferirà come prima a punteggiare la più complicata a scanso pure di errori facili a commettersi punteggiando frammezzo ad un'arma-

tura segnata.

In pratica la messa in carta di un'armatura amalgamata è segnata con un solo colore, solo che al piede di essa si segnano i rapporti che servirono a comporla, perchè è ben difficile ricostituirla senza quelle basi.

Il modo poi di punteggiare non segue nessuna legge, solo si ritiene che il punto di partenza debba essere il quadretto corrispondente al punto di legatura della

prima trama col primo filo.

Esaminando una messa in carta di queste armature si rileva come tutti i fili hanno evoluzioni proprie e perciò occorrono in genere tanti licci quant'è la somma dei rapporti delle armature compositive e siccome le armature sono diverse, occorrono tre corpi di licci o remisse, le quali dovranno essere a maglia semplice con rimettaggio su alzata ed a corso seguente, dovendo l'evoluzione dei fili essere subordinata all'alzata simultanea di

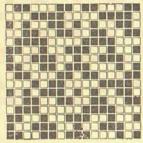


Fig. 968.

più licci per poter eseguire contemporaneamente le tre armature. Le armature per amalgama si possono perciò tessere con una quantità di licci relativamente piccola, sebbene il loro rapporto sia grandissimo, con facilità di modificarne gli effetti, sia col cambiare alcune armature, sia sostituendo ad una semplice, una composta, o viceversa. Però si porrà attenzione che non appajano barrature, specialmente nei punti di sovrapposizione delle armature, ciò che è facile, per non deturpare il carattere dell'intreccio, perchè esse scinderebbero la generale confusione dei punti di legatura in campi separati; si ovvia al difetto sostituendo al rimettaggio in alzata ed a corso regolare di una o due catene il rimettaggio in alzata a corso combinato. col quale si diminuisce la coincidenza dei punti di legatura e si accresce la grandezza del rapporto di rimettaggio.

La variazione della riduzione dei fili di trama e precisamente la loro proporzione, porta una fortissima differenza nell'effetto di un'armatura, per cui un intreccio può riuscire ottimo nella messa in carta e produrre una stoffa di effetto poco o punto gradevole, perchè la proporzione suddetta non è in giusto rapporto per un effetto aggradevole, che si ottiene disponendo la proporzione numerica dei fili a trama eguale. Nel caso, che spesso avviene nella seta, tale eguaglianza numerica non si ha, per cui si arriva allo stesso effetto coll'ordire la catena a fili doppi, diminuendone in proporzione dell'aumento di spessore dei fili il loro numero.

Empiricamente si compongono le amalgame disseminando a caso un determinato numero di punteggiature o alzate semplici, doppie, ecc., nei ranghi verticali di una messa in carta, ripartendole in modo che ogni rango ne contenga il medesimo numero (fig. 968). Il rapporto d'armatura di tale composizione deve però limitarsi al massimo a 16, 20 e 24 fili e non oltre, perchè il tessuto sia fabbricabile coi soli licci.

# Armature diagonali interrotti.

Conosciute anche sotto il nome di armature diagonali miste o scaglie; esse dividonsi in tre classi: diagonali a punta semplice, diagonali a punta interrotta, diagonali spezzate.

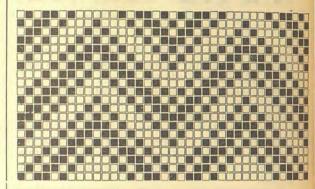


Fig. 969.

Diagonali a punta semplice. — Sono quelli, le cui armature hanno i diffalcamenti disposti in modo da produrre delle forme acuminate tanto al principio che al centro del rapporto (fig. 969). Tale forma si può produrre con qualunque armatura trasportandone opportunamente le sue parti; però l'armatura diagonale è la preferita pel suo più accentuato effetto, e le armature a cui dànno luogo appartengono a quelle riducibili in

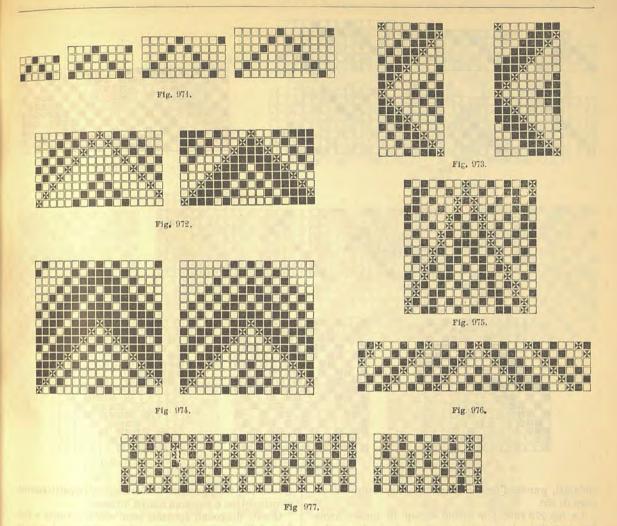


Fig. 970.

genere e quindi possono semplificarsi colle combinazioni del rimettaggio a punta a corso seguente od a ripetizione. La punta regolare è sempre formata da un solo filo.

Le armature diagonali a punta semplice sono semplici e composte, le prime sono rettangolari e la più piccola ha 4 fili e la più grande usata ne ha 14 per rapporto e costituiscono due serie delle quali sono date le prime nelle fig. 970 e 971. La punta può essere disposta verticalmente od orizzontalmente a seconda della disposizione data alle nervature, ma quelle a punta verticale danno armature irriducibili. Le armature semplici sono derivate dal tipo fondamentale spina e derivati, disponendo due rapporti eguali coi diffalcamenti in direzione opposta costituendo la punta semplice col sopprimere l'ultimo filo nei due rapporti.

Le armature composte si derivano componendole sulle basi di quelle semplici, addizionando dei punti alle due



serie di armature semplici, come si è fatto per costituire tutte le altre armature composte per armature a punta orizzontale, e per quelle a punta verticale rispondono meglio le semplici della seconda serie (fig. 971) assicurando l'uniformità di evoluzione dei fili.

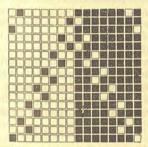


Fig. 978.

Le armature così derivate possono essere rettangolari e quadrate, e quindi si hanno quelle rettangolari a punta orizzontale (fig. 972) ed a punta verticale (fig. 973) e quelle quadrate (fig. 974), nelle quali, per mostrare il modo con cui sono state composte, si è punteggiata a crocelline l'armatura semplice iniziale.

I diagonali a punta semplice iniziale.

6 per conseguenza, anche colla spina, a diffalcamenti duplicati, triplicati e quadruplicati, offrendo degli effetti

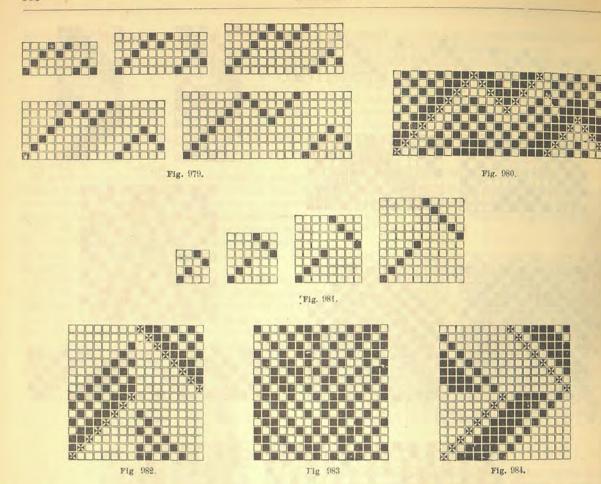
graziosissimi e di ottimo risultato e di cui è dato un esempio colla fig. 975.

Molte volte le punte sono ripetute a grandi distanze fra loro, fino a comprendere l'intera larghezza della stoffa, ed in tal caso, come è facile derivare dalla messa in carta (fig. 976), la prima metà della catena si rimette a corso seguente e l'altra a ripetizione.

I rasi composti servono pure per comporre le armature diagonali a punta semplice e le migliori sono ottenute coi rasi formati colla cifra ascendente 2, per le più accentuate nervature a cui dànno luogo, e la fig. 977 dà queste armature composte sul raso di 7.

La fig. 978 offre una varietà delle armature di cui si parla, le quali differiscono dalle precedenti in ciò che la seconda metà del rapporto non è la ripetizione della prima in direzione opposta, ma è capovolta.

Diagonali a punta interrotti. — Queste armature differiscono dalle precedenti nella lunghezza dei tratti della linea spezzata che seguono le nervature, cioè quando queste prendono la direzione opposta, la seguono per tratti più brevi che nella prima. Dànno luogo ad armature riducibili essendo esse composte con armatura Spina o Batavia e le interruzioni si ottengono colle combinazioni di rimettaggio interrotto od a punta con ripetizione; le sole citate armature semplici o composte forniscono questi diagonali i quali dànno armature semplici e composte, e qualunque sia la grandezza del loro rapporto ricevono delle semplificazioni coi rimettaggi



suddetti, purchè l'inclinazione, delle nervature sia minore di 45°.

La fig. 979 raccoglie alcuni esempi di queste armature semplici e le composte si ottengono aggiungendo a queste dei punti addizionali, come mostra la fig. 980, e possono essere prese come armature iniziali da comporsi anche le semplici colle diffalcature duplicate e triplicate, come si può variare l'inclinazione delle nervature, spostando il piede della messa in carta.

I diagonali interrotti si possono combinare con uno, due e tre punti centrali e quindi le interruzioni si possono formare con due, tre, o quattro e più inserzioni di trama a seconda della grandezza del rapporto e la più o meno forte inclinazione da darsi alle nervature.

Diagonali spezzati. — Sono così denominati perchè i diffalcamenti dell'armatura a spina, da cui derivano, sono spezzati a metà rapporto e le due parti sono contrapposte, perciò in una metà i diffalcamenti si succedono da sinistra a destra e nell'altra in direzione contraria (figura 981), e le armature semplici di questi diagonali sono quadrate, irriducibili e con rapporto pari di fili e trame, ed anche le armature dei derivati composti saranno tali.

Dalle armature semplici si possono trarre le composte col metodo che si è fin qui adoperato per le altre, e si hanno le armature quadrate, il cui tipo è dato dalla fig. 982; ed un secondo tipo (fig. 983) è ottenuto sulle basi di armature semplici a diffalcamenti moltiplicati, ed il terzo tipo (fig. 984) è ricavato operando in senso inverso per avere il primo tipo, cioè in luogo di aggiungere i punti addizionali al disopra od al disotto, si aggiungono alla destra dell'armatura iniziale, ciò che

forma una trasposizione dell'armatura rispettivamente

al primo tipo e non una nuova forma.

Questi diagonali spezzati sono senza rovescio e l'effetto dell'armatura viene riprodotto esattamente quando la proporzione numerica dei fili e delle trame è eguale o poco diversa.

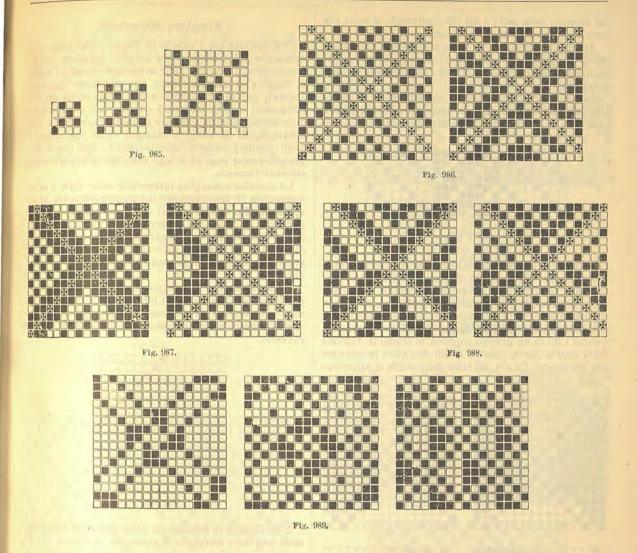
Molte armature composte di questi diagonali riescono simili a quelle delle altre due classi, perchè molte delle tre classi si possono derivare per sola trasposizione: inoltre, come per le armature fondamentali, il numero delle armature composte che si può derivare da una semplice è tanto più grande quanto maggiore è il rapporto d'armatura di quest'ultima.

Nella formazione dei derivati composti, l'armatura iniziale base, che fin qui fu punteggiata a crocelline, può essere conservata nella stessa armatura o tolta a seconda che essa concorre o no al miglior effetto ed a dare dei punti di legatura a tratti troppo slegati.

# Armature simmetriche.

Presentano in genere delle figure quadrate, e disposte simmetricamente, derivano da due spine semplici, di cui l'una ha i diffalcamenti in una direzione e l'altra in direzione opposta; esse perciò si incrociano e formano le diagonali di un quadrato, che resta diviso in quattro triangoli eguali e precisamente due a due eguali; ciò è dovuto alla regolarità dell'armatura e alla forma a punta che presentano i rapporti tanto in larghezza che in lunghezza.

Le armature simmetriche semplici (fig. 985) sono quadrate e riducibili, suscettibili del rimettaggio a punta ed il loro rapporto è composto di fili e trame eguali.



Ciascun rapporto d'armatura viene a comporsi evidentemente di due quadrati, di cui l'uno è formato col rimettaggio, pel quale la prima metà a sinistra del rapporto si ripete a fianco della seconda; l'altro quadrato viene a formarsi coll'armatura, per la quale la metà inferiore del quadrato viene ad esser riprodotta nella metà superiore. Da ciò si ha che il triangolo superiore ed inferiore riproducono le stesse forme e così pure i triangoli di destra e sinistra; per la qual cosa, volendosi comporre delle armature sulle basi di quelle semplici precitate, converrà porre attenzione a che i punti addizionali aggiunti nell'armatura semplice siano in numero rispettivamente eguale nei triangoli superiore e inferiore, destro e sinistro.

Il modo però di aggiungere i punti addizionali non è indifferente per l'esecuzione delle armature composte, affinchè si abbia l'effetto assicurato, così dovranno essere disposti nell'interno dei triangoli e non al di sopra della punteggiatura iniziale, e partendo dai vertici si volgano verso le basi dei triangoli stessi.

Le armature simmetriche composte si dividono in due classi: regolari e combinate; le regolari si distinguono in tre tipi: Armature simmetriche a quadrati simili (fig. 986); armature simmetriche a quadrati dissimili (fig. 987); armature simmetriche ad effetti triangolari (fig. 988).

Le armature simmetriche combinate sono composte coi tre tipi di quelle regolari (fig. 989).

La fig. 990 offre un altro tipo di armature simmetriche composte con due spine diffalcate in senso opposto ma però composte per lo più arbitrariamente, che

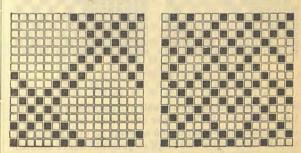


Fig. 990.

secondo una legge, possono comprendersi sotto la categoria delle armature simmetriche, sia per la forma e successione delle figure, sia per la loro montatura a telajo per la fabbricazione dei tessuti.

Tutte le armature di questa categoria, qualunque sia il loro effetto, dànno stoffe con esenza rovescio a seconda

del numero delle serie e dei fili costituenti le serie che sono simultaneamente in evoluzione.

Armature Gaufré. — Queste armature forniscono stoffe che presentano dei rilievi e degli incavi a disegni talmente marcati da offrire l'apparenza di un vero rilievo.

Le armature di tal genere appartengono a quelle simmetriche essendo da esse derivate e la base loro è costituita dall'alternarsi di due armature semplici di cui

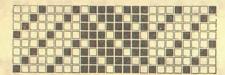


Fig. 994.

l'una punteggiata al ritto e l'altra al rovescio o capovolta. La fig. 991 presenta un'armatura Gaufré a righe ottenuta capovolgendo l'armatura semplice data dalle righe estreme, le quali formeranno gl'incavi, mentre la capovolta e centrale, un rilievo su una medesima faccia, chè dall'opposta presenteranno un effetto contrario; perchè i fili di un gruppo coprono le trame in ragione della quarta parte, mentre quelli dell'altro le coprono per tre quarti. Da cio, sul ritto della stoffa si alternano

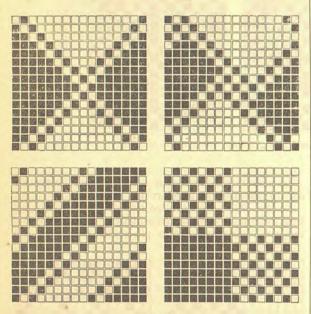


Fig. 992.

due specie di slegamenti eguali o pressochè eguali; l'uno per mezzo dei fili, l'altro per quello delle trame e vi producono dei rilievi, tanto più marcati se vi saranno mescolati dei punti a tela negli slegamenti, figure romboidali (fig. 992), parallelogrammiche od a quadretti.

Le armature Gaufré sono quadrate e si compongono come le simmetriche; molte sono riducibili e tutte quante danno luogo a stoffe senza rovescio, e perciò è d'uopo che la proporzione dei fili e delle trame sia eguale.

La variazione dei colori tanto nei fili che nelle trame accentua vieppiù, se ben scelti, l'effetto di rilievo.

## Armature intrecciate.

Così distinte per l'effetto di linee intrecciantisi obliquamente sul tessuto e che forma il carattere dell'intreccio tela. Derivano dalle armature semplici a Spina e Batavia e rassomigliano alle armature diagonali spezzati per la spezzatura e per il succedersi dei diffalcamenti ora in un senso ed ora nell'altro, ma ne differiscono, perchè alla loro formazione occorrono due diffalcamenti paralleli in ciascuna delle spezzature, i quali prolungandosi s'incontreranno, ma non si soprapporranno mai, ed il loro incontro dovrà avvenire alternativamente.

Le armature semplici intrecciate sono varie e se ne incomincia il tracciamento col punteggiare una spina spezzata (fig. 993) e quindi col tracciare le nervature parallele ad esse che s'incrociano a vicenda, notando che la distanza fra le 4 nervature potrà essere eguale (fig. 994 AB), ovvero diversa (fig. 994, CD). Nella armatura A i puntini segnano l'intersezione delle nervature.

Queste armature intrecciate sono quadrate e con rapporto pari ed in generale il loro rapporto minimo è 6; sono irriducibili e dànno luogo a tessuti con ritto e rovescio, mentre alcune composte ne dànno alcuni senza rovescio.

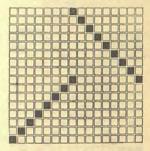


Fig. 993.

È facilissima la formazione delle armature composte sulle basi delle semplici; si compone dapprima una di queste e quindi si aggiungono dei punti addizionali e si formano armature dette regolari (fig. 995).

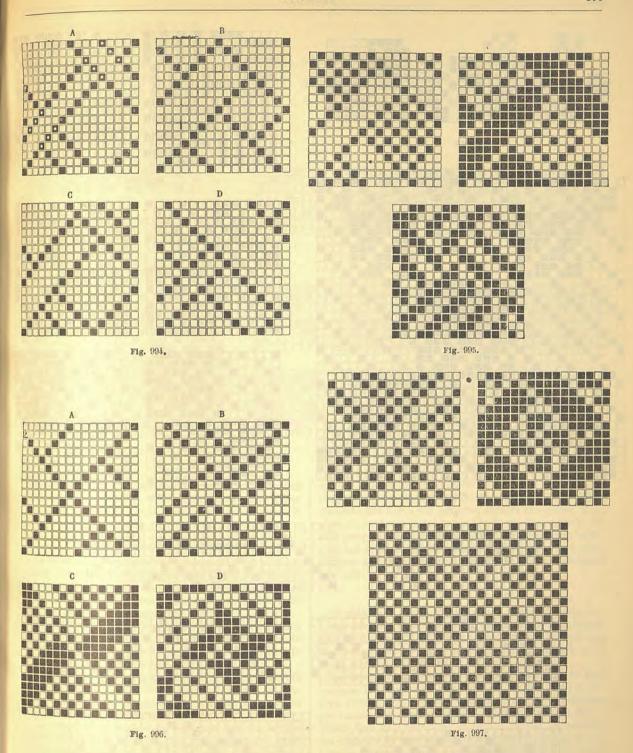
Si compongono armature semplici intrecciate anche sulla base delle armature simmetriche, sempre tracciando le coppie di nervature parallele, come ne dànno esempio le armature A e B (fig. 996) a più o meno grande distanza, mantenuta eguale o diversa fra le coppie. Da queste derivano, mediante punti addizionali, le armature intrecciate composte (fig. 996, CD).

Colle armature composte si possono comporre, combinandole insieme, altre armature intrecciate, che per il modo della costruzione loro diconsi combinate ed offrono uno svariatissimo campo di composizione e di effetti (fig. 997).

# Armature a scacchi.

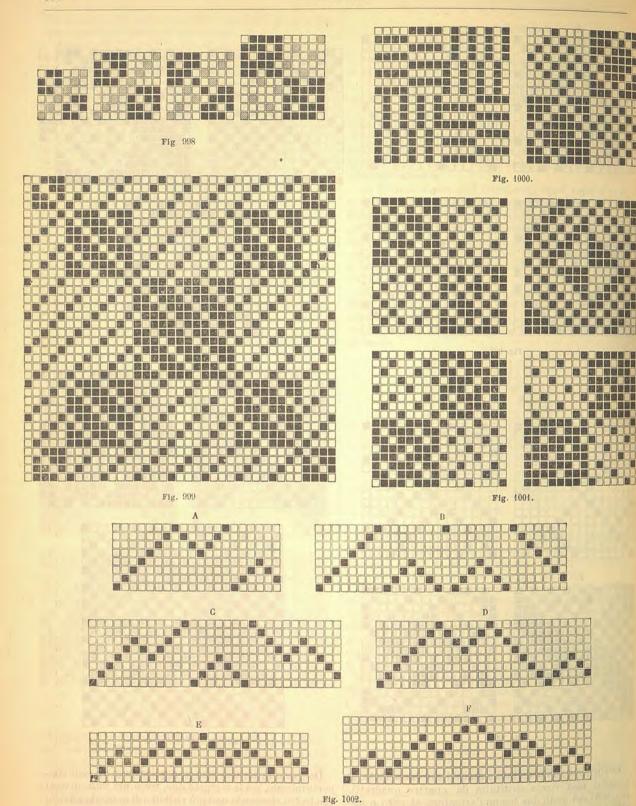
Queste armature sono anche denominate a dama, a quadrati, quadrettate, tovaglierie a disposizione ed operate; tali ultime denominazioni sono dovute all'uso comune di applicare tali armature a tovaglie, tovaglioli, solviitta

La base costitutiva è una spina od un raso semplice di eguale rapporto; raramente si impiegano due armature semplici della medesima specie e di rapporto disuguale, ed in tal caso uno di questi deve essere multiplo dell'altro.



Componendo un'armatura a scacchi con due armature semplici essa riesce costituita da quattro quadretti (fig. 998) dei quali due hanno l'armatura al ritto e gli altri la stessa capovolta o al rovescio. Queste armature sono quindi quadrate ed esigono perciò una pari proporzione numerica di fili e di trame, e nel caso che questa eguaglianza non sussistesse si aumenta la grandezza dell'armatura, non col variarne il rapporto, ma col ripetere più di una volta il rapporto iniziale sia in un senso che nell'altro per averne la giusta proporzione.

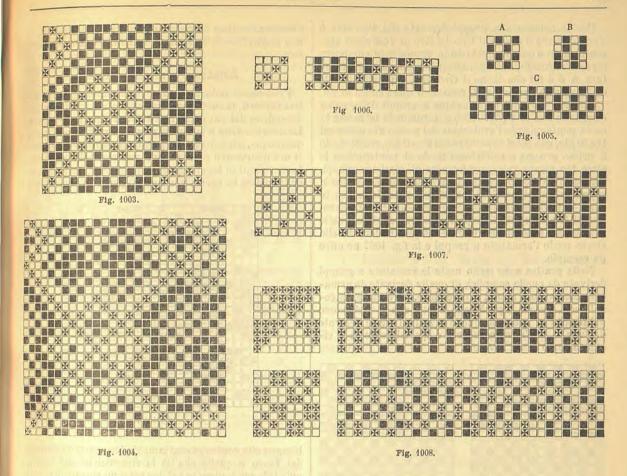
Del resto in pratica non si applica mai un solo rapporto iniziale, ma lo si ripete due, tre o più voltein ogni quadretto, riuscendo così più visibili o di marcato effetto; ma perchè risultino effettivamente quadrati gli scacchi aumentati, è d'uopo che il numero finale o accresciuto sia un multiplo esatto del rapporto dell'armatura iniziale, e la distribuzione dei punti di legatura sul contorno dei quadrati sia rigorosamente conservata, perchè i fili e le trame che costituiscono il contorno non subiscano degli spostamenti ed è perciò indispensabile che



Accessed 1

i punti di legatura dell'ultimo filo e dell'ultima trama di un quadrato corrispondano e coincidano esattamente col primo filo e con la prima trama del quadrato successivo.

Nelle armature semplici date (fig. 998) si sono tratteggiati i quadretti dell'armatura al ritto, e da esse si rileva la loro costituzione in base a spine semplici e di rapporto pari, di spine spezzate e rasi semplici. Si derivano da queste le armature a dama composte (fig. 1001) mentre da armature composte sulle basi stesse di spina e raso si hanno le armature a dama combinate (fig. 1000).



Queste armature si possono disporre appajate per formare e per produrre delle righe trasversali o longitudinali, ed anche bordi a chiudere nell'interno la parte a scacchi (fig. 999).

# Armature simmetriche interrotte.

Le basi di queste armature dagli eleganti e variatissimi effetti sono le diagonali a punta interrotti e quelle simmetriche, per cui le armature semplici di questo genere sono svariatissime e possono comporsi con molta facilità, e come esempio presentiamo le sei della fig. 1002.

Ordinariamente esse, come quelle simmetriche, non sono impiegate da sole, ma si compongono coll'aggiunta di punti addizionali e con allargamenti nei due sensi in modo da produrre dei graziosi effetti.

Quasi tutte queste armature sono quadrate, riducibili e senza rovescio, pochissime riescono di forma rettangolare, per cui è indispensabile che l'ordito e la trama siano in eguale proporzione numerica.

Le armature composte si derivano con uno studio particolare, prima sull'armatura semplice e sui punti addizionali da aggiungersi, e quindi sugli allargamenti; così volendo derivarne una dalla prima semplice della fig. 1002, si trasformerà questa in armatura composta e quindi si allargherà nei due sensi aggiungendo superiormente, p. es., i ranghi trasversali 7, 6, 5, 6, 7, 8, 1, 2, 3, 4, 3, 2 ed a destra i ranghi longitudinali nello stesso ordine e si ricaverà l'armatura composta la cui messa in carta è data dalla fig. 1003. Le altre armature semplici date sono atte a formare armature simmetriche effettivamente composte, avendo cura però di allungarle progressivamente nel senso delle trame secondo l'ordine

del diffalcamento trasversale. È possibile però nell'allungare un'armatura di seguire un altro ordine di diffalcamento che non il suo proprio, seguire cioè quello di un altro e comporre in tal modo armature di pregievoli effetti; esigono però uno studio molto paziente (fig. 1004).

In tali armature la disposizione dei diffalcamenti offre l'ordine del rimettaggio tanto nelle armature semplici che nelle composte.

## Armature a gruppi.

Si chiamano con tal nome quelle il cui intreccio avviene fra gruppi di fili, cioè i punti isolati o collegati abbracciano più di una inserzione di trama ed i gruppi di fili constano di 4, 6, 8 e più fili; tali armature sono senza rovescio.

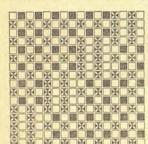
Le armature semplici e loro composte sono le basi compositive; così dall'armatura tela A (fig. 1005) si deriva l'armatura Gro di Tours B, la quale si distingue pel numero di inserzione che abbraccia un solo filo, e quindi Gro di Tours tipo B, di 3, 4, 5, ecc., a seconda del numero di esse riunite in gruppi. Da questa armatura B, interrompendo e invertendo i gruppi a breve intervallo nel senso della larghezza del tessuto si ricava l'armatura C, che, se derivata dal Gro di Tours tipo, dicesì Reale tipo, o di 4, altrimenti dicesi di 6, 8, 10, 12, ecc., a seconda della grandezza dei gruppi che vengono a costituire il rapporto dei fili, rimanendo costante in 4 quello di trama. La quantità dei fili componenti un gruppo, rimane perciò costante per tutti i gruppi della medesima armatura.

Tutte le armature semplici, e buona parte delle composte, possono servire a comporre armature a gruppi.

Per le armature a gruppi derivate dal tipo tela è d'uopo fissare a priori il tipo del Gro di Tours per rapporto ai fili e quindi dividerlo in gruppi per comporre il reale richiesto, cosl (fig. 1005) il rapporto dell'armatura A è 4 fili che dànno il Gro di 4, e quindi il reale di 16, perciò l'armatura C consta di due gruppi di fili.

Volendo derivare un'armatura a gruppi dalla spina e sceltane una di 4 (fig. 1006) si incomincia la messa in carta punteggiando l'evoluzione del primo filo spina sul 1º e 3º filo, che poi si capovolge sul 2º e 4º filo, costituendo il primo gruppo e nell'istesso modo si punteggiano le altre tre alzate spina per formare gli altri tre gruppi, per cui il rapporto trama rimane invariato, mentre il rapporto fili si quadruplica, e se ne ha la messa in carta data dalla fig. 1006. In questa figura e nelle seguenti le alzate dei fili dispari sono tratteggiate, quelle dei fili pari sono piene. Dai rasi semplici si deriva nello stesso modo l'armatura a gruppi e la fig. 1007 ne offre un esempio.

Nella pratica sono meno usate le armature a gruppi derivate da quelle semplici, di quelle derivate da armature composte a punta, simmetriche, intrecciate, diagonali, ecc., a seconda però degli effetti che si richiedono nel tessuto si scelgono quelle a gruppi fra le derivate dell'una o dell'altra categoria e specialmente se si richiede con o senza rovescio.



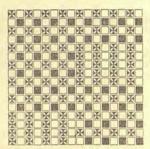


Fig. 1009.

Le armature a gruppi derivate da tipi composti possono avere un qualsiasi rapporto, e quindi le armature basi possono essere quadrate o rettangolari; si dovrà por mente però al numero dei licci occorrenti nell'armatura derivata perchè il loro eccessivo numero non sia di ostacolo alla fabbricazione.

La figura 1008 dà due armature a gruppi derivate da quelle composte segnate, punteggiandole nel modo sopra citato.

In generale occorre che le riduzioni dell'ordito e trama sieno eguali per poter ottenere il migliore effetto di una di queste armature nei tessuti, e spesse volte, esigenze di fabbrica o di commercio o di materia, impongono una riduzione maggiore tanto dell'ordito che di trama; in tal caso si formeranno gruppi di fili in numero eguale alla proporzione delle trame sull'ordito, Questi gruppi devono sempre essere costituiti da numero pari di fili, per non avere passatura a fili pari e perchè fra i fili adiacenti di due gruppi consecutivi non coincidano denti del pettine.

Vi hanno armature speciali che appartengono al tipo di quelle a gruppi e sono costituite da un fondo tela o reale o batavia disseminato da piccoli motivi quadrati, costituiti da gruppi di 8, 10 e più fili, di cui una metà corre slegata sul ritto e l'altra sul rovescio del tessuto e questi motivi in genere sono distribuiti come i punti di legatura delle armature semplici; possono non pertanto essere disseminati a capriccio. La fig. 1009 dà due di

queste armature a fondo tela con motivi ripartiti, in una coll'ordine della spina e nell'altra con quello della tela.

#### Armature a motivi staccati.

Presentano un'armatura semplice disseminata di motivi staccati, la cui forma è variabilissima e le dimensioni dipendono dal rapporto che si vuol dare all'armatura. La distribuzione o la ripartizione dei motivi può essere qualunque, ma per facilitare la fabbricazione del tessuto si usa distribuirli nell'ordine stesso con cui sono distribuiti i punti di legatura dei rasi quadrati. La grandezza della messa in carta, per avere esatta la ripartizione,

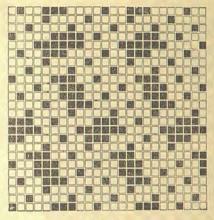


Fig. 1010.

bisogna che contenga esattamente i rapporti d'armatura del fondo e quello che dà la ripartizione dei motivi, quindi dovrà contenere nei due sensi un numero di ranghi multiplo di quello dei due rapporti.

La figura 1010 dà un esempio di queste armature con fondo raso di 5 e dalla quale risulta, come deve essere in tutte quelle dello stesso genere, che la forma, la posizione la dimensione dei motivi è eguale per tutti quelli che

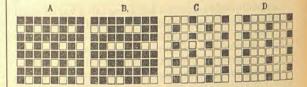
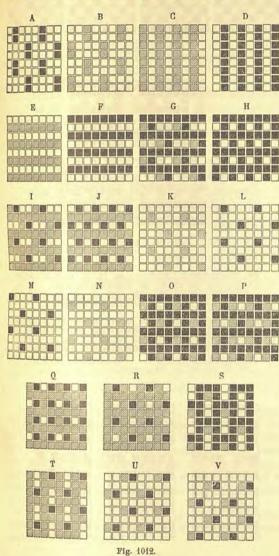


Fig. 1011.

sono contenuti in un rapporto, perchè sia possibile la fabbricazione della stoffa col mezzo dei licci. Risulta pure che i motivi sono originati da parziali slegamenti di trama sul ritto, e dei fili sul rovescio nell'intreccio del fondo, slegamenti che nuociono alla solidità della stoffa se eccessivi, ed in questo caso occorre sostituire agli slegamenti degli effetti combinati per ridurli a metà, ad un terzo del numero dei fili o delle trame componenti il motivo.

I motivi ottenuti coll'evoluzione in massa dei fili che li compongono diconsi ottenuti a effetto puro; se invece la massa dei fili è suddivisa, diconsi ottenuti con effetti combinati; i primi si hanno coll'alzamento o coll'abbassamento o riposo dei fili, e nel primo caso i motivi sono formati da slegamenti di trama sul ritto e diconsi a effetti liseré, nel secondo da slegamenti di fili o ad effetto flotté.

Quindi un effetto liseré sulla messa in carta apparirebbe, p. es., un quadrato a casellini bianchi, mentre un effetto flotte sarebbe dato da tutti i casellini punteggiati, norzione tutt'affatto slegata che dà un buco nella stoffa e per diminuirne il difetto si fa un lisere combinato, impiegando una metà delle inserzioni nella legatura dei fli e l'altra metà allo slegamento (fig. 1011 A e B). E se invece si volesse un effetto flotté combinato si impiegheranno una parte dei fili al legamento delle trame e la restante per gli slegamenti (fig. 1011 C e D).



Tali effetti combinati sono i più in uso, ma essi possono subire variazioni dipendenti dalla forma dei motivi o dalla catena o dalle trame.

Supponendo pertanto di avere una catena ordita ad un filo bianco ed uno nero da tessersi con trame alternate una bianca ed una nera, il motivo potrebbe prodursi nei seguenti modi:

lo Col lasciare in riposo dei fili bianchi e legare quelli neri (fig. 1012, A);

2º Col lasciare in riposo dei fili neri e legare quelli bianchi (fig. 1012, B);

3º Coll'evoluzione dei fili bianchi ed il rinfracco dei neri (fig. 1012, C);

4º Coll'alzata dei neri e l'abbassata dei bianchi

595

5º Coll'alzata di tutti i fili bianchi e neri sulle trame bianche e la loro abbassata su quelle nere (figura 1012, E);

6º Coll'alzata di tutti i fili sulle trame nere e la loro

abbassata sulle bianche (fig. 1012, F);

7º Colla legatura di tutti i fili alle trame bianche e la loro alzata alle nere (fig. 1012, G e H);

8º Colla legatura di tutti i fili alle trame nere e la loro alzata alle bianche (fig. 1012, I e J);

9º Col riposo dei fili bianchi a tutte le inserzioni e la legatura dei fili bianchi colle trame nere (fig. 1012, K);

10º Colla inazione dei fili bianchi a tutte le inserzioni e la legatura dei fili neri colle trame nere (fig. 1012, L);

11º Legando dei fili bianchi alle trame nere e lasciare in riposo dei fili neri (fig. 1012, M);

12º Legando dei fili bianchi alle trame bianche e lasciare in riposo dei fili neri (fig. 1012, N);

13º Coll'alzata di tutti i fili alle trame nere, legando dei fili bianchi e l'alzata dei fili neri alle trame bianche (fig. 1012, O);

14º Alzando tutti i fili sulle trame nere legando dei fili neri e alzando dei fili bianchi sulle bianche (figura 1012, P);

15º Coll'alzamento di tutti i fili alle trame bianche legando di quelli bianchi e coll'alzamento dei fili neri sulle trame nere (fig. 1012, Q);

16º Coll'alzata di tutti i fili alle trame bianche legando alcuni neri e coll'alzata dei bianchi alle trame nere (fig. 1012, R);

17º Coll'alzata dei fili neri e la legatura dei bianchi (fig. 1012, S);

18º L'alzata dei fili bianchi e la legatura dei neri (fig. 1012, T);

19º Legatura di tutti i fili alle trame nere ed il loro riposo alle trame bianche (fig. 1012, U);

20º Legando tutti i fili alle trame bianche e lasciandoli in riposo alle trame nere (fig. 1012, V).

I varii tipi di legatura con effetti flotté e liseré possono venire appajati e combinati fra loro e dar luogo ad armature particolari, oltre al servire alla composizione dei motivi staccati.

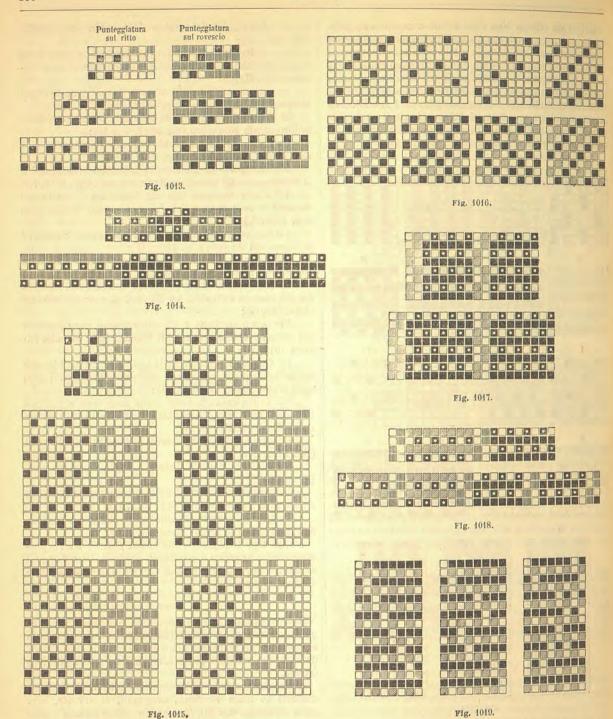
#### Reps.

Si distinguono queste armature per linee coprenti quasi interamente il ritto del tessuto, mentre sul rovescio si presenta un intreccio più o meno legato; essi si dividono in due categorie, reps alternativi e reps assoluti o

Reps alternativi. — Presentano dei piccoli cannelli disposti in linee verticali, diagonali, interrotte, ecc. nella direzione dei fili, formati da trame slegate e correnti sopra 4, 6, 8, 10 e più fili, e vengono impiegati da soli ed anche combinati con altri intrecci, come fondo a stoffe operate, e si fabbricano indifferentemente col rovescio per di sopra o per di sotto. In generale concorrono due trame a diverso colore e se l'effetto dell'armatura si vuole più distinto si ordisce la catena pure in due colori e se i cannelli sono verticali converrà che i colori siano divisi per gruppi di 4, 6, ecc. secondo il numero di quelli formanti il cannello.

Nelle stoffe di seta la trama slegata scorre sul ritto, mentre in quelle di lana ne forma il rovescio.

La fig. 1013 offre alcune delle armature principali a cannelli verticali, nelle quali si desume che le trame si alternano ogni due formando per un gruppo di fili



l'intreccio tela, che può pure essere un altro, e per un altro gruppo non s'intreccia ad alcun filo.

La larghezza dei cannelli può variare comunque (figura 1014), purchè il numero dei fili che ne compone uno sia pari.

Queste armature sono riducibili e occorrono solo quattro licci, inoltre il rapporto nel senso longitudinale è di sole 4 trame.

Le armature composte dei reps alternativi (fig. 1015) offrono tessuti a cannelli convessi, specie in quelli di lana e pei quali sono preferiti.

La direzione dei cannelli in luogo di essere totalmente

verticale può essere disposta a quadretti, in direzione obliqua e variata, come è possibile produrre dei quadrati, alternando l'ordine delle inserzioni, cioè un quadrato con un ordine e l'altro collo stesso ordine invertito.

Reps assoluti o basiné. — Come i precedenti si tessono con due trame a diverso colore, ma gli slegamenti vi sono prodotti da una sola trama, per cui l'altra in pochi tipi appare sul ritto ed esse debbono sovrapporsi esattamente perchè quelle che formano il ritto devono coprire totalmente quelle che costituiscono il fondo, il quale è sempre ad armatura tela. Questi reps sono perciò costituiti da due armature: l'una è l'armatura tela

intrecciante la trama di fondo, l'altra collega l'altra serie di trama al tessuto e nella tessitura i punti di legatura delle trame slegate formanti il ritto devono coincidere con quelli delle trame di fondo e due armature che, sovrapposte, hanno in perfetta coincidenza i loro punti di legatura si dicono simpatiche.

Così le quattro prime armature della fig. 1016 sono simpatiche con quella a tela, perchè sovrapposte ad essa danno le altre quattro armature, in cui i punti coinci-

denti delle prime colla tela sono tratteggiati.

I basine si dispongono a cannelli come i reps alternativi, ma è necessaria una catena che colleghi le due armature a tratti, variabili in lunghezza ad ogni due inserzioni, col concorso dell'armatura Gros di Tours (fig. 1017); ed è necessaria tal catena speciale per la differenza di raccorciamento che essa subisce in confronto alle altre.

Le trame a diverso colore possono entrare nella composizione dei cannelli (fig. 1018) ed in tal caso, oltre alla legatura in Gros di Tours a due fili, può farsi quella ad un sol filo con punti di legatura disposti regolarmente e saltuariamente.

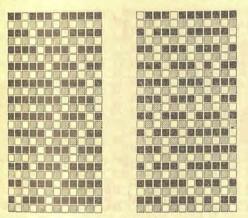


Fig. 1020.

Questi reps assoluti formano due serie ben distinte: l'una (fig. 1019) derivata dalle armature-tessuto si usa da sola e come legatura ed anche fondo di stoffe operate; l'altra serie (fig. 1020) d'ordinario viene usata sola presentando effetti più spiccati. Le armature sono state punteggiate sul rovescio, mentre questi reps si tessono col ritto al disopra, per meglio porre in chiaro gl'intrecci.

Il Gros di Tours liseré non è che una combinazione dell'armatura reps e Gros di Tours, ed è frequentemente usato nelle stoffe operate.

# Armature cannellate.

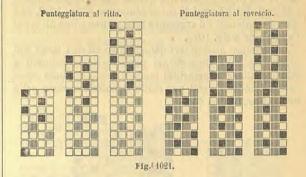
Di queste armature se ne hanno tre tipi: Cannellati alternativi, Cannellati composti e Cannellati in rilievo, e le stoffe a cui dànno luogo presentano dei cannelli,

specie nei tipi semplici.

Cannellati alternativi. — Questi sono simili ai reps alternativi e differiscono da questi nei cannelli che sono costituiti dai fili, mentre nei reps lo sono dalle trame ed è perciò che sono pur denominati reps d'ordito, e le armature dei detti reps possono utilizzarsi pei cannellati alternativi, purchè se ne sposti il piede. In questi cannellati si possono ottenere i cannelli orizzontali e non i verticali, ed al contrario si può ottenere nei reps; e per poter avere un uniforme accorciamento in tutti i

fili della catena, deve essere possibile la scambievole sostituzione dei fili pari e dispari nella formazione del fondo e dei cannelli. La catena quando viene composta

597



di un filo d'un colore ed uno d'altro, i cannelli riescono l'uno del colore dei fili pari e l'altro di quello dei dispari.

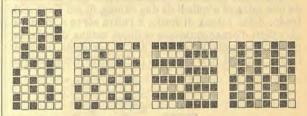


Fig. 1022.

Queste armature sono a ritto e rovescio, perchè i fili dispari formano il fondo a tela e i pari formano i cannelli.

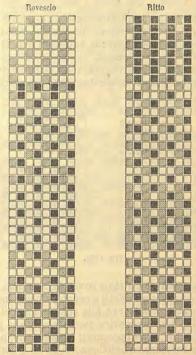


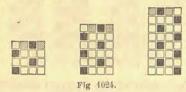
Fig. 1023.

La larghezza dei cannelli varia da 4 a 16 trame, ma dipende anche dalla grossezza di queste e dalla minor riduzione di esse.

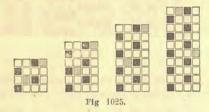
La fig. 1021 presenta alcune armature principali al ritto e al rovescio e mostrano il loro allungamento; a queste si ponno aggiungere tutte quelle dei reps alternativi col piede spostato. A questa specie appartengono i tessuti detti barré di cui le armature a fig. 1022, ed i barré combinati ad armatura tela ad uno o due fili di cui l'armatura a fig. 1023.

I cannellati alternativi danno luogo ad una larga applicazione colle disposizioni particolari dei cannelli e servono allora in principal modo a fondo di stoffe operate, ed anche da soli per stoffe ricchissime, come nelle

brillantine, barré, ecc.

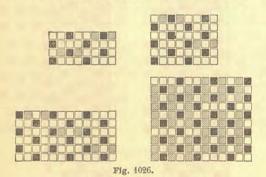


Cannellati composti. — Le armature sono costituite da due intrecci e quindi da due catene, di cui l'una pel fondo, detta catena di fondo, e l'altra serve a formare gli effetti d'ornamentazione e dicesi catena di pelo, la prima s'accorcia in genere del 10 per cento, mentre l'altra solo del 5. D'ordinario la catena di fondo, ordita



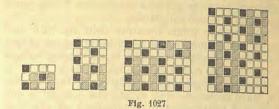
a fili semplici, opera in tela e la catena di pelo è ordita a fili doppi nella stessa proporzione qualche volta, per cui i fili d'ambedue si alternano; la catena di pelo si sovrappone all'altra nel tessimento.

Questi cannellati si dividono in due classi: Cannellati con ritto e rovescio e Cannellati senza rovescio.



Nei cannellati con ritto e rovescio la catena di pelo produce solamente gli effetti d'ornato, e scorrendo quasi sempre slegata non serve alla consistenza del tessuto ed i suoi fili devono coprire assolutamente la parte di tessuto su cui si sovrappongono; è necessario perciò la uniforme e regolare ripartizione dei fili ed il loro esatto parallelismo. Da ciò la catena di pelo, a fili doppi, dovrà ordirsi nella stessa proporzione numerica di quella di fondo e sieno rimesse senza interruzioni un filo d'una e uno dell'altra e quindi passate in pettine a fili pari, in modo che ogni dente contenga un numero eguale

di fili dell'una e dell'altra. Pel parallelismo è pur d'uopo che il rapporto d'armatura della catena di pelo sia stabilito sopra un numero d'inserzioni pari, così i suoi fili si troveranno, nelle alzate, circondati dai fili di fondo.



I cannelli orizzontali possono essere continui come nelle armature fig. 1024, ovvero interrotti per singoli fili (fig. 1025), ed a gruppi interrotti (fig. 1026), come l'alzata di fili di pelo può aversi su due o più trame consecutive in modo regolare per tutta la larghezza del tessuto o regolarmente (fig. 1027) o irregolarmente, a gruppi (fig. 1028) nella larghezza del tessuto, ed in cui i gruppi possono disporsi secondo un'armatura, come l'esempio mostra.

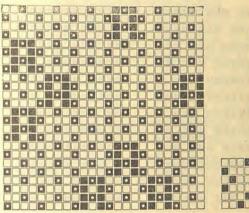
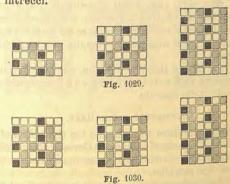


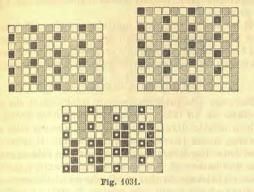
Fig. 1028.

Le applicazioni sono svariatissime e numerosissime, perchè oltre a disporre per gruppi l'evoluzione dei fili di pelo, può disporsi per singoli fili e quindi applicarvi altri intrecci.



Cannellati senza rovescio. — Sono tessuti a due catene, l'una di fondo e l'altra di pelo, e questa è d'ordinario ordita a fili doppi e con una quantità di fili che varia dal doppio fino al quintuplo della quantità dei fili di fondo per unità di misura, cioè dai 60 ai 150 fili di pelo per cm. contro 30 fili di fondo. I fili di pelo coprono su ambedue le faccie i fili di fondo, perchè i fili pari, fra

quelli, restano da una parte ed i dispari dall'altra, e i cannelli possono essere a due colori alternati quando in tal modo è ordita la catena di pelo. Le armature cannellate senza rovescio possono essere a cannelli uniformi e continui (fig. 1029), come pure di varia grandezza (fig. 1030) ed anche a gruppi contrapposti (figura 1031).



Le armature presentate dànno una proporzione di fili di pelo contro uno di fondo e le armature della figura 1032 dànno quattro fili di pelo contro uno di fondo. L'ispezione di queste armature permette di rilevare che con qualunque armatura semplice, oltre il

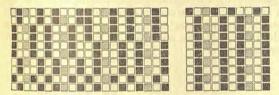
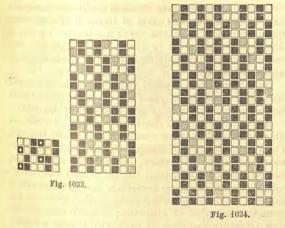


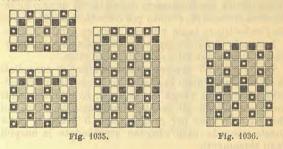
Fig. 1032.

tipo tela impiegato, si può comporre un armatura a cannellati, senza rovescio o doppio, come si possono formare anche con armature composte specialmente quando trattasi di riunire i cannelli in gruppi.



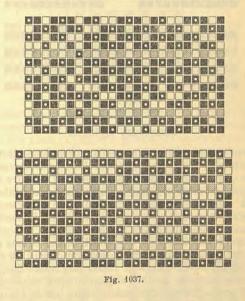
Le armature di questi cannellati possono subire una modificazione, cioè gli stessi tessuti, ai quali dànno luogo, possono essere fabbricati con una sola catena in luogo di due e fornire dei nuovi tessuti che hanno una conformazione propria e si denominano ottomani.

La figura 1033 offre il confronto di un Gro di Scozia primitivo che è un cannellato senza rovescio con un Gro di Scozia derivato ad una sola catena; il rapporto della prima armatura consta di 6 fili e 4 inserzioni, mentre quello della seconda componesi di 8 fili e 16 inserzioni; nella prima vi è un filo di legatura ogni due di pelo e nell'altra ogni otto fili due formano la legatura in tela, ma però tutti i fili concorrono al legamento e quindi il loro raccorciamento è uniforme. Diminuendo questo numero di legature e riducendole formate da due soli fili sopra 12 di rapporto si ha l'armatura (fig. 1034) del Gro di Scozia combinato, base degli ottomani.



Questi hanno i cannelli comprendenti 4, 6, 8 e più trame a seconda della loro larghezza, mentre i detti Gros li hanno formati con due sole inserzioni e quindi si compone un'armatura di un ottomano moltiplicando i due passi formanti il cannello del Gro, e perciò è una armatura di questo tipo allungato, ma però i cannelli sono tutti eguali.

Se invece si rendono irregolari i cannelli, e si producono di due o tre diverse lunghezze si costituiscono le armature degli ottomani combinati e velluti imperatrice.



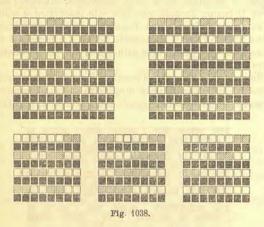
Cannellati in rilievo. — Sono anche chiamati Liseré in rilievo, Bosselé, Coteliné, ecc. Si tessono a due catene, quella di fondo e quella di pelo, ordite in egual proporzione, ma l'una a fili semplici e l'altra a fili doppi e alle volte tripli, ma con fili eguali se si scambiano nel formare il fondo. Concorrono due serie di trame, l'una continua pel fondo, di scelta materia, l'altra d'imbottitura, di cotone a più capi, tessuta ad intervalli diversi secondo l'armatura e che deve imbottire gli slegamenti del pelo, perchè riescano in rilievo, e rimane chiusa fra le due catene, di cui l'una forma tela, e l'altra una

armatura a cannelli, e l'evoluzione dei fili di pelo rimane circoscritta a slegamenti in senso trasversale, come è dato dalle armature della figura 1035, punteggiate sul ritto e che sono anche le più semplici del genere. Nelle armature presentate i quadretti neri dànno l'alzata del filo del pelo, i punti quelli della catena di legatura ed i tratteggi l'alzata in massa dei fili di pelo sulle inserzioni di imbottitura, e dall'esame si ha che durante le inserzioni, precedenti quelle di imbottitura, la catena di fondo eseguisce tela ed i fili di pelo si alzano sempre per preparare lo spazio ove deve rinchiudersi l'imbottitura per l'abbassata di tutti i fili di pelo all'inserzione successiva, e tanto più ristretto è lo spazio ove sta l'imbottitura tanto più essa darà un sentito rilievo.

I cannelli (fig. 1036) possono formarsi anche coll'alternativo succedersi delle due catene sul ritto.

La figura 1037 presenta due armature di cannellati in rilievo, nelle quali lo spazio per l'imbottitura è limitato ad un solo rango di quadretti, ed i diffalcamenti sono per singoli fili, mentre d'ordinario tanto gli uni che gli altri sono per gruppi simili o dissimili ed in questo secondo caso vengono arrotondate le cuspidi degli slegamenti.

La catena di pelo deve avere una minor tensione di quella di fondo.



# Armature Epinglé.

Sono armature impiegate nella fabbricazione di stoffe vellutate ad armatura e nei falsi velluti o velluti simulé, nelle quali occorrono due catene, l'una di legatura a fili semplici e l'altra di fondo a fili multipli, ma ambedue della stessa riduzione, e da due serie di trame di diversa grossezza alternantisi fra loro. Il fondo è formato a tela dalle due catene nelle loro evoluzioni ad ogni inserzione, e gli slegamenti di una catena producono dei motivi staccati o collegati, anzi i fili della catena principale alzano in massa alle trame fine, per cui il loro riposo produce slegamenti dell'ampiezza di 3 a 7 trame. Da ciò è necessario come per le trame di diversa grossezza che si inseriscono durante l'alzata dei fili di legatura, che le due catene sieno ordite separate, pel loro diverso raccorciamento, che in una può salire fino al 30 per cento, mentre in quelle di legatura al massimo arriva al 5.

Gli slegamenti possono prodursi per singoli fili e per gruppi di fili, in quantità variabile a seconda della larghezza e disposizione dei motivi da ottenersi, per la cui ripartizione e forma si possono avere moltissime e svariatissime combinazioni (fig. 1038) e così pure per quanto riguarda la lunghezza degli slegamenti. Nelle armature presentate i motivi sono stati costituiti con due o quattro fili, come non si è segnata l'azione dei fili di legatura per brevità e perchè questi fili hanno un'evoluzione costante e uniforme, alzandosi sulle trame grosse e restando in riposo alle fine. Le stesse armature sono state punteggiate sul ritto, per cui i quadretti segnati corrispondono al riposo dei rispettivi fili e i ranghi trasversali dispari dànno le inserzioni fine, e pari le grosse.

È necessario poi che i motivi sieno ripartiti in modo che gli slegamenti risultino eguali per tutti i gruppi di cui è composto il rapporto d'armatura, perchè il raccorciamento della catena principale sia il minore possibile,

## Armature a doppia faccia.

Servono alla fabbricazione di quei tessuti che presentano da un lato, p. es., una superficie d'ordito di colore affatto diverso che dall'altro e molte volte ne è diversa anche l'armatura; questi tessuti si formano o mediante due diverse trame ed una sola catena, ovvero con due catene ed una sola serie di trame, e quindi si possono ottenere in due modi, che ne costituiscono due distinte classi; quelli per effetto di ordito e quelli per effetto di trama.

I tessuti della prima classe sono formati con due catene ordite nella stessa proporzione numerica, quasi sempre di diverso colore, e con una sola serie di trame, le quali non hanno altro ufficio che di servire al collegamento delle due catene contrapposte, di cui i fili dell'una devono esclusivamente formare una faccia e quelli dell'altra l'opposta, e quindi il rapporto d'armatura dovrà contenere un numero di fili doppio di quello delle trame.

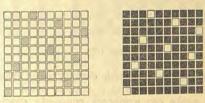


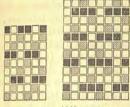
Fig. 1039.

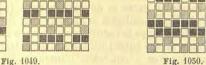
I tessuti della seconda classe si costituiscono con una sola catena e con due serie di trame di diverso colore quasi sempre e la catena serve a collegare fra loro le due serie di trame ed in questo caso il rapporto d'armatura dovrà contenere un numero di trame doppio di quello dei fili.

Nelle due classi i punti di legatura devono essere totalmente mascherati, nell'una dai fili, nell'altra dalle trame, perchè risultino le due faccie di colore unito.

Armature a doppia faccia per effetto di ordito. -Due armature possono concorrere alla loro tessitura, l'una a produrre una faccia e l'altra l'opposta, e possono essere simili o diverse, di rapporto eguale o no, semplici o composte, ecc., per cui si può dire indeterminato il campo di tali armature, ma praticamente si limita a sei distinte serie e cioè: 1º Composti con due armature semplici ed identiche; 2º quelli costituiti con due armature semplici, di rapporto diverso e simili o derivate da uno stesso tipo; 3º quelli formati da due armature semplici di egual rapporto e derivate da diversi tipi; 4º quelli composti da due armature semplici, dissimili e di rapporto diverso; 5º quelli formati da una armatura semplice ed una composta ma di eguale rapporto; 6º quelli costituiti da un'armatura semplice ed una composta di rapporto diverso.

numero d'inserzione doppio di quello dell'altra (fig. 1049) eche producono ottimi tessuti. Una variazione si può ottenere quando le due serie di trame hanno la stessa riduzione, coll'effettuare due inserzioni consecutive di una trama e due dell'altra (fig. 1050). Per dare a certe specie di doppia faccia una maggiore consistenza, solidità ed accrescerne la compattezza si impiega una trama supplementare detta di legatura, rinchiusa fra le altre e legante in tela (fig. 1051).





Doppia faccia a base tela. — Pei precedenti doppia faccia si disse inapplicabile l'armatura tela per l'effetto che vi può produrre, ma essa però viene impiegata a formare dei doppia faccia in tessuti speciali di seta e particolarmente nei nastri, e sono sempre, rarissime eccezioni, per effetto di ordito, con un rapporto di





quattro fili, per cui non può essere che limitato il numero delle armature; e siccome i tessuti seta a base tela sono chiamati Taffetà, così questi sono detti Taffetà a doppia faccia. Essi si dividono in quattro classi: lo quelli costituiti da una catena ordita a due colori e da una trama; 2º quelli formati da due catene di diverso colore e da due serie di trame; 3º quelli formati da due catene di diverso colore e da tre serie di trame; 4º quelli formati da una sola catena ad un colore e da due serie di trame.





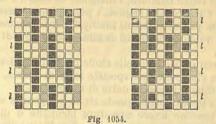
Fig. 4053.

L'armatura base della prima classe è data dalla fig. 1052 nella quale si scorge che alle inserzioni 2º e 4º alzano in tela i fili pari e dispari ed alle 1º e 3º i soli pari, per cui tutti i fili, i pari sopra e i dispari sotto, corrono slegati per tre inserzioni. Quest'armatura è adoperata pei tessuti a disposizioni, rigati e quadrettati e colla alternazione a formare dei motivi a doppia faccia con un intreccio ricordante quello del Gro di Tours.

La riduzione delle catene deve essere elevata e la trama dovrà avere un colore intermedio a quello delle catene, ovvero eguale a quello di una.

Le armature basi della seconda classe sono date dalla fig. 1053, di cui la seconda è la prima capovolta; con

esse si possono avere le faccie a colore diverso, quelli delle catene, ovvero a colori alternati per formare righe trasversali, quadretti, ed altre forme lineari con l'invertimento delle armature e con un ordine per avere un effetto ed un aspetto migliore, cioè facendo operare in Gro di Tours una catena.



Le catene devono avere egual proporzione di fili, ma l'una ordita a fili semplici e l'altra a fili doppi, ovvero a semplici ma di titolo maggiore dell'altra.

Le due serie di trame si succedono alternate l'una di un colore e l'altra dell'altro; possono essere eguali e diverse per grossezza.

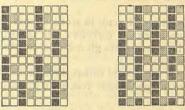


Fig. 1055.

L'armatura a sinistra della fig. 1054 è la base della terza classe nella quale due trame agiscono sul fondo e la terza per la legatura, poichè l'armatura dà luogo ad un vero tessuto doppio, formato da due tessuti a base taffetà connessi fra loro dalla terza trama, alla cui inserzione le due catene agiscono in tela.

L'altra armatura può essere presa a base della stessa classe, colla quale il tessuto è più serrato ed in essa alla inserzione della trama di legatura le catene operano in spina di quattro.

Le trame di legatura sono segnate l nella figura.

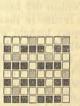




Fig. 1056.

Ai tessuti della terza classe servono di base le due armature della fig. 1055, che coll'invertimento dànno luogo ad ottime disposizioni.

L'armatura a sinistra della fig. 1056 è base della quarta classe, ma essa non è altro che l'armatura (fig. 1052) base della prima classe col piede spostato, ma spesso vi si introduce una serie di inserzioni di legatura, e l'armatura allora è rappresentata da quella a destra.

Tutto quanto è stato detto sui tessuti a doppia faccia è riferibile a questi taffetà, che producono degli ottimi tipi di stoffe seta e servono di base a moltissime stoffe operate.

## Armature doppie.

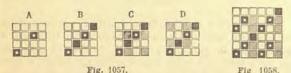
Le armature doppie servono alla fabbricazione delle stoffe doppie, triple, ecc.; alla cui conformazione concorrono due tessuti distinti e disgiunti o collegati fra loro; i primi diconsi tessuti tubici, gli altri connessi; i sacchi senza cucitura, i lucignoli circolari, i tubi per acqua, i coltroncini inglesi, i pique, i matelasse, ecc., formano parte dei tessuti multipli, per conseguenza tali tessuti vengono costituiti da almeno due serie di fili e di trame.

Diconsi *imbottite* quelle stoffe multiple fra i cui tessuti sta rinchiusa una speciale serie di trame, che ne aumentano il ripieno e dette di imbottitura.

I due tessuti che in queste stoffe vengono a sovrapporsi possono avere armature identiche o di specie affatto diversa; nel primo caso gli orditi dei due tessuti ne possono costituire uno solo, ma nel secondo a causa del diverso raccorciamento è d'uopo siano orditi separatamente. In genere però è preferibile l'ordimento distinto delle due catene, fuorchè si tratti di applicarvi l'armatura tela con fili e trame di egual riduzione e grossezza. La proporzione numerica dei fili e trame, a seconda della stoffa e la loro riduzione, è eguale o diversa.

I due tessuti costituenti la stoffa doppia prendono il nome di *superiore* ed *inferiore* per la loro posizione sul telajo; il primo è sotto gli occhi del tessitore e l'altro rimane nascosto.

Le armature di questa categoria di stoffa si dividono in armature doppie a base tela ed in armature doppie di specie diverse.



Armature doppie a base tela. - Presentano il caso di poter fabbricare una stoffa doppia con una sola catena, quando i fili dei due tessuti sieno eguali in grossezza e in riduzione, ed allora quando la trama s'intreccia coll'ordito del tessuto superiore, quello dell'inferiore deve stare completamente in riposo, e quando la trama deve intrecciarsi coll'ordito del tessuto inferiore, quello del superiore deve levare in massa. Supposta la catena ordita a fili dispari bianchi e fili pari neri ed il tessimento venga effettuato con un'inserzione di trama bianca ed una di nera, e che alle bianche operino in tela i fili bianchi ed altrettanto i fili neri alle nere e ritenendo che i due tessuti sieno soprapposti e non aderenti, e che il bianco stia sopra il nero od all'opposto, occorreranno due casi. Nel primo, alle trame nere, i fili bianchi resteranno in riposo, mentre alle trame nere i fili neri saranno alzati; nel secondo, alle trame nere i fili bianchi saranno alzati totalmente ed a quelle bianche i fili neri resteranno in riposo e si verrà a fabbricare un tessuto ripiegato sopra se stesso e spiegabile alla sua smontatura del telajo. Se invece di due serie di inserzioni, se ne venisse a fare una sola, i due tessuti sovrapposti si collegherebbero alle loro estremità longitudinali e la stoffa finita si presenterebbe in forma di tubo.

L'armatura generale di una tela doppia a tessuti sovrapposti comprende due fili e due trame per ciascun tessuto e quindi in totale quattro fili e quattro trame.

Mantenendo l'esempio precedente della catena a fili bianchi e neri e delle trame bianche e nere, per comporre l'armatura generale di una tela doppia si punteggia dapprima la tela di un tessuto (fig. 1057 A), cioè facendo le alzate al primo quadretto della prima inserzione ed al secondo della seconda inserzione del primo tessuto, quindi si punteggia in tela l'altro (fig. 1057, B) e si ha l'intreccio d'ambedue. Su questa messa in carta devesi segnare la cosidetta punteggiatura di separazione. perchè determina la effettiva separazione dei due tessuti, che si ottiene facendo alzare i fili del tessuto superiore all'inserzione delle trame in quello inferiore, e qui si hanno due casi: se il tessuto nero è il superiore, si alzeranno tutti i fili neri alle trame bianche e quindi nella messa in carta si devono segnare (fig. 1057, C) per l'alzata i quadretti d'incrocio dei fili neri colle trame bianche; se invece il tessuto bianco è il superiore dovranno alzare tutti i fili bianchi sulle trame nere e si punteggieranno i quadretti d'incrocio dei fili bianchi colle trame nere (fig. 1057, D). Nelle figure precedenti a semplici punti è segnata l'alzata di una armatura, coi quadretti neri quelli dell'altra armatura e coi quadretti tratteggiati le alzate dei fili dell'ordito superiore alle inserzioni delle trame del tessuto sottoposto. In pratica la messa in carta si punteggia in un solo modo e in due quando sui due tessuti si vengono alternando le armature C e D per migliorarne gli effetti. In tal modo si possono fabbricare tessuti multipli, cioè finiti e spiegati hanno un'altezza multipla di quella che avevano durante la loro tessitura, il qual metodo di fabbricazione presenta poca utilità pratica.

Le stoffe doppie tubiche in genere hanno i due orditi e le trame di eguale proporzione numerica, ma qualche volta uno dei tessuti ha ordito e trame in proporzione maggiore e multipla di quelli dell'altro, allora il tessuto più leggero forma il rovescio e l'altro il ritto della stoffa. Per comporre l'armatura generale si punteggiano dapprima i casellini d'incrocio dei fili dei due tessuti colle rispettive trame, quindi si segna l'armatura tela nei quadretti d'incrocio dei fili e delle trame dei due tessuti e poi si segnano i punti di separazione e si ha la messa

in carta della fig. 1058.

Nelle stoffe tubiche è assolutamente indispensabile la connessione dei due tessuti per la loro utilizzazione migliore, come nei sacchi ed in altre stoffe o per speciali

applicazioni.

La connessione può eseguirsi in tre distinti modi:
1) coll'alzata di alcuni fili del tessuto inferiore all'inserzione delle trame dell'altro tessuto o viceversa, provocando dei punti di legatura fra ambedue; 2) colla sostituzione scambievole dei due tessuti sulle faccie della stoffa, originando righe longitudinali, trasversali e diagonali, quadretti e motivi; 3) con una catena supplementare o con trame di legatura, che connettano i due tessuti insieme.

Per applicare il primo modo di collegamento si potranno ripartire equabilmente alcuni punti di legatura su due o più rapporti dell'armatura generale facendovi operare almeno una metà dei fili della catena inferiore per alzata o metà della superiore col riposo. La ripartitura dei punti può eseguirsi senza seguire alcuna legge, ovvero, ed è migliore, seguire la punteggiatura di una armatura semplice, come il raso, per assicurare l'uniforme raccorciamento, e vi si può, se del caso, aggiungere una inserzione di imbottitura rinchiusa fra i due tessuti.

In alcune stoffe di questa categoria colle catene distinte pel ritto, o principale, e quella pel rovescio o

secondaria, come nei piqué, i quali hanno trame di imbottitura, il collegamento viene eseguito con una delle due catene formando dei piccoli motivi staccati o collegati per avere un effetto di trapunto (fig. 1059), il quale sarà tanto più marcato, quanto maggiore è la grossezza della trama di imbottitura e più forte la tensione della catena legante rispetto all'altra.

Il secondo modo di collegamento lo si ottiene alternando i tessuti delle due faccie, cioè facendo apparire sul tessuto inferiore l'armatura del superiore e viceversa, producendovi delle righe longitudinali o trasversali, dei quadretti ed altre figure, per avere stoffe a bande tubiche longitudinali (fig. 1060, A), ovvero una stoffa a quadrigliati o scacchi tubici (fig. 1060 B).

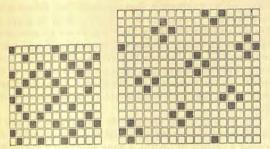


Fig. 4059.

L'alternarsi dei due tessuti può quindi eseguirsi in senso dei fili, o in quello delle trame od in ambidue, ed ottenersi delle stoffe con tubi paralleli alle cimosse o perpendicolari a queste, che possono servire, come nei busti, ad introdurvi delle bacchette, e danno ottimi effetti quando i due tessuti costituenti la stoffa hanno diverso colore.

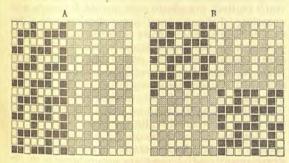


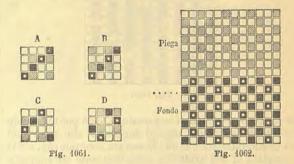
Fig. 4060.

Le stoffe doppie a base tela, matelassé, piqué, ecc., tessute con due catene e trame di diversa proporzione, si rendono pesanti e consistenti coll'aggiunta di una trama grossa ad imbottire i vuoti risultanti fra i due tessuti.

La sostituzione alternativa dei tessuti in una stoffa doppia è un elemento importantissimo per la costituzione di motivi a colore diverso e cangianti sempre in base tela e le cui armature fondamentali sono date dalla fig. 1061, delle quali A e B dànno tele doppie, l'una bianca e l'altra nera, ritenendo sempre il caso di catene di diverso colore, e C e D invece dànno tele doppie cangianti. L'alternazione delle prime due forniranno motivi a colori puri staccati, mentre gli altri uniti a questi forniranno un allargamento dei motivi e renderanno meno brusco il passaggio dall'uno all'altro colore.

Il terzo modo di collegamento non presenta difficoltà di attuazione.

Un'applicazione abbastanza importante di queste stoffe doppie è la fabbricazione di stoffe con pieghe ed orli, per camicie, sottane, ecc.; stoffe a veri tubi, ma la cui fabbricazione differisce da quelle doppie sebbene abbiano due catene ed una sola serie di trame. Necessariamente le due catene devono essere ordite separatamente, e quella che deve formare le pieghe deve avere una lunghezza maggiore dell'altra, proporzionalmente al numero e all'altezza delle pieghe, le quali si formano trasversalmente sulla faccia superiore del tessuto e assorbono una lunghezza di catena eguale al doppio della loro altezza.



Il fondo della stoffa è eseguito in tela dalle due catene fra una piega e l'altra (fig. 1062) e tessuta la parte occorrente si viene tessendo la piega operando a tela colla catena superiore e lasciando in riposo la catena inferiore, con un adatto numero d'inserzioni di trame proporzionale alla larghezza che deve avere la piega stessa. Si fanno alcune altre inserzioni, da 4 ad 8, in tela colle due catene, si toglie la tensione alla catena delle pieghe e si battono le ultime trame col pettine, le quali costituendo fondo vengono ad avvicinarsi alle ultime inserite del fondo stesso prima della piega e le trame estreme di questa vengono pure ravvicinate producendo un'incurvatura nel tessuto.

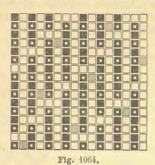
Mantenendo col pettine la posizione della piega si rimette in tensione la catena rispettiva e si continua il lavoro.

Si possono ricavare delle combinazioni sulle pieghe, sia per ornamentazione, che per l'applicazione stessa della stoffa, così la suddivisione di una piega in due con inserzione di fondo che dà l'apparenza di un trapunto, come piccole pieghe imbottite con una trama speciale, ed anche l'alternazione di effetti di piega con tessuto tela doppia.

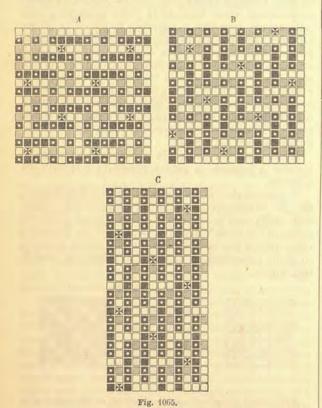


Armature doppie di specie diverse. — Servono alla fabbricazione di stoffe tubiche connesse nelle quali i due tessuti possono avere armature eguali ma diverse dalla tela, ovvero armatura tela ed altra, ovvero due armature diverse. In questi casi avverrà d'avere armature con rovescio ed allora i due rovesci devono essere contrapposti e volti all'interno della stoffa dovendo apparire i soli ritti, e perciò l'armatura del tessuto superiore deve essere punteggiata sul ritto, e invece quella del tessuto inferiore si punteggierà sul rovescio.

L'armatura generale è di facile composizione e supponendo di dovere fare la messa in carta colle due armature semplici A e B (fig. 1063), che sono entrambe punteggiate sul rovescio, si dovrà capovolgere la seconda per averne il ritto C. Si punteggia in seguito una delle armature (C), sui quadretti dei ranghi longitudinali dispari e su quelli pari l'altra armatura; quindi vi



si segnano le alzate di separazione, cioè punteggiando le alzate dei fili del tessuto superiore alle inserzioni di quello inferiore e si ha l'armatura generale (fig. 1064) completa di due armature semplicemente sovrapposte e che formano una serie della classe, quella di due tessuti solo sovrapposti.



Si connettono i due tessuti costituenti la stoffa doppia coll'introduzione di legatura opportunamente ripartiti, i quali possono essere applicati ai fili del tessuto inferiore (fig. 1065, A) e corrispondono ad alzate, ovvero ai fili del tessuto superiore (fig. 1065, B), o ad abbassamenti, che formano altre due serie.

Oltre ai punti di legatura si possono inserire delle trame di ripieno o d'imbottitura per fare più pesanti le stoffe, sollevando tutti i fili del tessuto superiore alla loro inserzione (fig. 1065, C) e si hanno le armature della quarta serie.

#### Velluti.

Il velluto è uno dei più interessanti e attraenti tessuti, fornito da un intreccio che permette svariatissime combinazioni creanti vaghissimi aspetti; è costituito da un tessuto base di tessile a basso prezzo d'ordinario, al cui intreccio si aggiungono dei fili di tessile scelto, i quali vengono a formare la faccia della stoffa sotto forma di pelo più o meno lungo e inclinato o di anelletti o ricci.

Questi fili del pelo possono entrare nell'intreccio come trame scorrenti slegate o flottanti, in forma d'arcate sul ritto, che si tagliano a tessuto finito per formarne il pelo, ovvero vi entrano come fili d'ordito, ed allora si fanno accavallare su ferri tondi per avere gli anelletti e dar luogo al velluto riccio, o ferri sagomati e gli anelli vengono tagliati durante la tessitura per avere il pelo. Nel primo caso il taglio è fatto parallelamente ai fili di ordito e quindi secondo la lunghezza della stoffa, nel secondo invece trasversalmente o parallelamente alle trame.

Per questo modo diverso di formazione del pelo i velluti si dividono in due distinte classi: velluti di trama e velluti di ordito, e sono ad una o a due faccie, a seconda che il pelo copra una sola o ambedue le su-

perfici del tessuto.

Velluti di trama. - Le trame che devono formare il pelo, dette trame di pelo, scorrono slegate sul ritto del tessuto per certi tratti, i quali succedendosi costantemente e regolarmente, vengono a formare sul tessuto di fondo delle arcate o specie di gallerie, nelle quali è facile introdurre un coltello per operare il taglio dei tratti presso a poco nel loro punto di mezzo; questi tratti tagliati, per effetto della qualità di materia e lavorazione, si rizzano quasi perpendicolarmente al tessuto di fondo e si sfioccano da sè stessi o meglio coll'ajuto di una garzatura o spazzolatura e formano il pelo. L'operazione del taglio viene effettuata a stoffa tolta dal telajo ed il considerevole restringimento che tali stoffe subiscono, sia nella loro tessitura, che nelle operazioni preparatorie pel taglio, danno agli steli del pelo una maggiore lunghezza, rendono arcuati i tratti flottanti di trama e facilitano il taglio.

Il tessuto tolto dal telajo è fortemente essiccato, perchè il taglio riesca perfetto e non abbiano luogo stracciamenti, indi è raschiato accuratamente sul rovescio per toglierne le parti eterogenee, che potrebbero impedire la regolare tagliatura e per creare sul rovescio quella peluria che rende la stoffa più morbida e le dà più mano o più pienezza al tatto. In qualche caso si inumidisce con latte di calce per averne un miglior essiccamento e per dare maggior rigidezza alle fibre, specialmente nei tessuti molli per velluto di cotone.

Il taglio si compie nel senso longitudinale della stoffa, disponendola sulla tavola particolare (fig. 1066), che è munita di due subbi per stendere fortemente su di essa il tessuto. La tavola francese è lunga due metri e larga uno ed è posta inclinata sui lati minori ai quali sono fissi i subbi; la tavola inglese è un quadrato d'un metro circa di lato ed è posta orizzontale. L'operajo ha davanti a sè la tavola e si pone al lato destro di essa in modo d'avere di fronte la parte di stoffa tesa e compie i tagli delle arcate da destra a sinistra, cominciando da quella più a lui vicina; finita la tagliatura della parte tesa o della tavolata, ne distende una seconda e così via, ed il principio del taglio si opera sulla fine della pezza.



Fig. 1066.

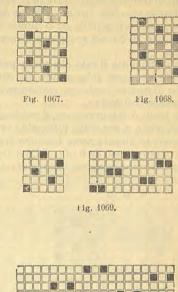


Fig. 1070.

Il coltello è costituito da un quadrellino lungo 90 cm. per 5 mm. di lato, di cui 35 cm. sono d'acciajo temperato ed il resto di ferro che s'innesta in un manico metallico o di legno; la punta d'acciajo è arrotata a lancetta e inflata in un pezzo metallico, la guida, che lascia sporgere superiormente il taglio del coltello, ed essa stessa sporge alquanto dalla punta di esso per aprire il passaggio alla lama sotto le arcate.

Completato il taglio, il velluto è garzato leggermente o spazzolato per sfioccare il pelo.

I velluti di trama si distinguono in velluti ad una e a due faccie; i primi in velluti rasati o uniti, velluti a coste, a righe, a ciuffi o gruppi, velluto cangiante, imitazioni di pelliccie e astrakan; i secondi in velluti rasati o uniti, in rasati e a coste, a coste, rasati ed a pelo tirato, a coste ed a pelo tirato, e tessuti vellutati per articoli pesanti e speciali.

Il velluto unito di trama ha l'armatura composta di due altre, che dànno luogo al tessuto di fondo e a quello di pelo: il primo è ad armatura-tela, spina o batavia, il secondo in raso.

L'armatura di quelli a base tela si forma in due modi, l'uno combinando l'armatura tela e l'armatura raso da 6 (fig. 1067), interpolando fra due trame consecutive tela, tre trame del raso, e siccome nel rapporto trama della nuova armatura devono essere contenuti esattamente quelli delle armature compositive, così coll'intreccio tela il raso da 6 offre il rapporto più piccolo che possono dare i rasi per un'armatura velluto (fig. 1068). Le trame del raso o di pelo costituiscono tre gallerie per ogni rapporto, in cui il taglio avviene sopra i fili dispari.

Quest'armatura è costantemente impiegata pel velluto cotone o velventina a fondo tela. Nel secondo modo si sceglie il tipo raso base per l'intreccio di pelo, per esempio quello di 5, e se ne duplicano trasversalmente i punti di legatura (fig. 1069) e quindi se ne raddoppia il numero dei fili interpolandone uno fra quelli del raso duplicato (fig. 1070) e la cui messa in carta è l'intreccio di pelo da combinare coll'intreccio tela del tessuto di base, per dare alle prime un legame, giacchè colla tagliatura non potrebbero fornire un tessuto. Le due armature vengono combinate fra loro interpolando, fra due inserzioni di trama tela, due trame di pelo e perchè i rapporti delle due armature compositive siano compresi esattamente nell'armatura composta del velluto, questa consterà di 20 trame pelo e 10 di tela, cioè avrà

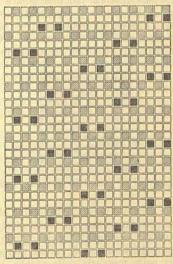


Fig. 4074.

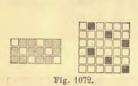
un rapporto longitudinale di 30 trame e un rapporto trasversale di 10 fili (fig. 1071).

Il tessile che costituisce il tessuto tela di fondo è in generale cotone, mentre quello del pelo è lana ed il tessimento è prodotto coll'inserzione d'una trama di cotone, due di lana ed una seconda di cotone, la quale dev'essere fortemente battuta per dare compattezza al tessuto e maggior copertura di pelo. Dall'esame della messa in carta (fig. 1071) risulta che le trame pelo flottano sopra

17 fili di ordito e sono legate in intreccio raso e le linee del taglio sono ben distinte e dànno delle vie esatte ove deve passare il coltello ed è questa la difficoltà maggiore che si ha nel comporre un'armatura velluto di trama.

Qualunque sia il raso che viene preso a base, si può sempre comporre un'armatura di velluto, purchè il rapporto di questa contenga esattamente i rapporti delle armature costitutive.

In luogo di tale armatura, si può impiegare l'armatura spina, come si usa nella velventina *croisée*; in tal caso vengono impiegate come base tre trame di spina con un'armatura raso da 6 (fig. 1072) e fra due consecutive trame di spina vengono interpolate due trame del raso





a formare il pelo e dànno l'armatura del velluto a spina (fig. 1073) il cui rapporto longitudinale è 9 e contiene esattamente i rapporti delle armature primitive. Le trame del raso flottanti sulla tela dànno luogo a tre arcate sotto le quali, inserendo il coltello, producono il pelo.

I velluti a coste hanno per basi costitutive l'armatura reps assoluto e quella di una spina o di un batavia e dopo il taglio presentano sulla faccia del ritto delle coste o righe di velluto più o meno sporgenti a seconda della lunghezza delle arcate o dei canelli del reps separate dal tessuto di fondo, il quale appare dopo il taglio. L'armatura viene formata coll'interpolare fra due di batavia o spina, due trame di reps, come appare dalla messa in carta che qui presentiamo (fig. 1074), il cui rapporto longitudinale è di 12 trame ed il trasversale di 16 fili. Le trame di pelo sono legate da quattro fili e

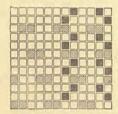


Fig. 1074.

formano delle arcate diversamente lunghe che si alternano e col taglio dànno luogo a tratti di diversa lunghezza, che collo sfioccamento formano delle coste arrotondate, oppure delle striscie di velluto quando il taglio non si operi sulla mezzeria delle arcate. Variando il contesto e combinando armature diverse, si vengono a costituire intrecci per stoffe con ottimo effetto di motivi staccati e contrapposti in velluto.

I velluti a righe longitudinali o trasversali alternate con righe di reps, spina od altro intreccio esenti di velluto e coperte da trame flottanti non sono che un'applicazione delle precedenti armature, nelle quali però è d'uopo curare che le righe a tessuto non siano oltremodo larghe, perchè la guida del coltello tagliante il pelo di un gruppo di trame abbia a penetrare nel successivo prima della fine del taglio del precedente per

non avere deviamenti e per non dare alla guida un'eccessiva lunghezza che rende difficile la manovra del coltello ed il mantenimento regolare della guida stessa.

Nella composizione dell'armatura di questi velluti è necessario che le armature appajate siano per se stesse simpatiche per ovviare a difficoltà di rimettaggio e che la legatura delle trame pelo avvenga costantemente sugli stessi fili ed ordinate in modo da ottenere delle coste arrotondate o delle striscie piatte a seconda dell'effetto che si ricerca.

I velluti a ciuffi non sono altro che un tessuto di fondo su cui sono disseminati dei ciuffi di pelo a disposizione e l'armatura si deriva dai precedenti alternando le legature delle trame su fili diversi in luogo di mantenerle sugli stessi fili, avvertendo che la tramatura dei ciuffi dovrà comporsi di un numero di trame multiplo del rapporto dell'armatura del tessuto di fondo per averne un esatto spezzamento, e che la distanza dei ciuffi non sia eccessiva.





Fig. 1075.

Fig. 4076.

Il velluto cangiante od a pelo multicolore è originato da un intreccio producente slegature di diversa lunghezza i cui punti di mezzo si trovano su una stessa linea: da ciò avviene che se le slegature lunghe sono di colore diverso di quelle corte, dopo il taglio le prime daranno velluto a steli lunghi e le seconde a steli corti, il cui colore apparirà quando il velluto sarà guardato di fianco od obliquamente, mentre l'altro colore si scorgerà osservando il velluto per disopra. Si possono impiegare più di due colori a slegature diverse per ottenere effetti maggiori di cangiante ed avere disseminata la superficie di peli variamente colorati che si presentano all'occhio guardando il velluto in diversi modi.

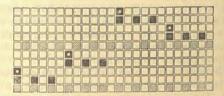


Fig. 1077.

La composizione di una (di queste armature non è difficile e deriva dalla combinazione dell'armatura tela e di diagonale spezzato; prendendo a base la spina spezzata del minore rapporto (fig. 1075) e triplicandone trasversalmente i punti di legatura e interpolando fra essi un filo (fig. 1076) si ha l'armatura base del pelo che si combina con due trame di tela e si avrà il velluto composto di sei trame, una di tela, due di spina, una di tela e le altre due di spina, la quale però produrrebbe dei flotté eguali nelle trame di pelo. Ad evitare questo fatto, al disopra del primo punto di legatura di ciascun gruppo, si intercala un punto di legatura supplementare di una trama di pelo, si intercalano i flotte primitivi con altri fotte più lunghi ed a colore diverso, e si ha la messa in carta generale (fig. 1077) del velluto cangiante.

Le vie che il coltello deve seguire nel taglio sono libere e continue, sebbene si restringano col legamento supplementare; infatti i tratti flottanti delle trame pelo in legatura spina flottano sopra 23 fili, mentre la trama del secondo pelo legata col punto supplementare flotta sopra 19 e da ciò la differenza di lunghezza degli steli del velluto e l'effetto cangiante.

Il velluto a pelo arricciato o imitazione del pelo di animali è basato sulle stesse armature del precedente senza il punto supplementare di legatura e la messa in carta (fig. 1078) è data da quella di passaggio fra le figure 1076 e 1077, ed il velluto astrakan, tanto in uso,

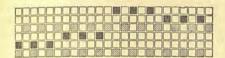


Fig. 1078.

è della specie ed ha per armatura la presentata. La particolarità di questi velluti è l'arricciatura del pelo, mentre nei precedenti il pelo è rigido, differenza che si ottiene con una preliminare operazione eseguita sulla trama e fatta prima della tessitura. La trama viene avvolta a stretta spira su un cordoncino e quindi fatta bollire per un certo tempo o sottoposta all'azione del vapore e indi fatta essiccare; viene poi srotolata e incannata per formare le spolette e impiegata nel tessimento. Le arcate della trama cotta dopo il taglio si arricciano imitando perfettamente il pelo dell'astrakan e se l'avvolgimento sul cordoncino è a spire larghe imita la pelliccia della pecora; il taglio però dovrà seguire immediatamente la tessitura, perchè la tensione a cui soggiace la trama nel tessuto non distrugga la sua tendenza all'arricciamento dovuta alla bollitura.



Fig. 1079.



Fig. 1080.

I velluti trama a due faccie non presentano come i precedenti un rovescio, avendo le due superfici guarnite di pelo e nei quali, come nelle stoffe a due faccie, intervengono due trame, l'una pel pelo di una faccia, l'altra pel pelo della seconda faccia, ed una terza trama per costituire il tessuto di fondo o di legamento del pelo, e che rimane nascosta. Si distinguono come i precedenti in velluti uniti o rasati e velluti a coste su ambe le faccie, e in velluti a coste e rasati, velluti con pelo tirato su una faccia, e velluti con rovescio a tessuto unito.

Lo studio delle stoffe a due faccie semplifica lo studio di questi velluti.

L'armatura generale di un velluto rasato a due faccie si deriva dal velluto ad una, prendendo a base un raso di 6, triplicandone la punteggiatura e intercalandola di fili, si ha l'armatura (fig. 1079) per la faccia superiore; quella della faccia inferiore non è che la stessa capovolta (fig. 1080), e si compone la messa in carta generale, combinando alternativamente due a due le trame

delle armature compositive, intercalando fra i gruppi una trama tela (fig. 1081). La messa in carta ha il rapporto trasversale di 36 fili e quello longitudinale di 18 trame, e le trame 2 e 3 appartengono al primo pelo, e quelle 5 e 6 al secondo dell'altra faccia, le trame 1 e 4 in tela formano il tessuto di fondo o di anima o di legamento. Le trame di pelo di ambe le faccie legano in raso, per cui dànno una superficie rasata sul ritto e sul rovescio e possono essere inserite con una sola navetta; quando il pelo sulle due faccie deve essere eguale, per materia e colore, si inseriranno con due per peli diversi per colore o materia; le trame in tela sono inserte con

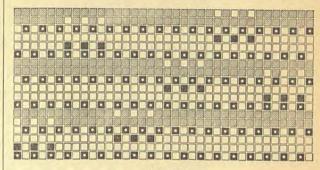


Fig. 1081

una navetta speciale, per cui questi velluti possono essere tessuti a due ed a tre navette.

L'armatura dei velluti a coste su due faccie si deriva da quella su una sola faccia interpolando, come nella precedente, nella messa in carta (fig. 1074) due trame di reps dedotte da una messa in carta capovolta e una di spina, dando alla nuova armatura un rapporto longitudinale tale da contenere esattamente i rapporti delle tre armature combinate.

Il velluto a due faccie può presentare sull'una, p. es. sul ritto, un velluto unito rasato, e sul rovescio un velluto a coste, e l'armatura di questo tipo consta di quelle dei due tipi riunite per modo che esse si presentino distinte sulle due faccie del tessuto. La messa in carta si compone colle armature prescelte e supponendo di impiegare un raso di 6 a punti duplicati con un filo interpolato (fig. 1082) e pel velluto a coste dell'altra faccia,



Fig. 1082.

un reps, la cui messa in carta si deve capovolgere per combinarla col raso ed è data dalla fig. 1083. La composizione si eseguisce interpolando fra due consecutive trame del raso, due del reps ed una tela, ma il rapporto trasversale del reps è di 48, mentre quello del raso (fig. 1082) è di 24, quindi nella nuova messa in carta (fig. 1084) si dovrà ripetere trasversalmente il rapporto del raso due volte, ed il nuovo rapporto longitudinale sarà di 36 trame, fattore comune dei rapporti delle armature costitutive, perchè vi siano contenuti esattamente.

Di tali tipi di velluto se ne possono comporre variatissime armature aventi un intreccio particolare fra gli intervalli del velluto a coste.

L'armatura di un velluto a due faccie a coste è presentata da una messa in carta contenente gruppi

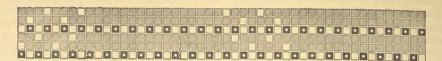


Fig. 1083.

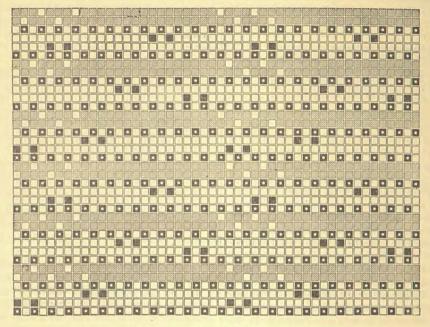
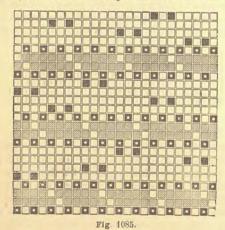


Fig. 1084.

alternati di due trame di reps, l'uno punteggiato al ritto e l'altro al rovescio, con interpolazione di trame tela, ove il legamento fra i gruppi non presenta quella saldezza che si richiede nel tessuto.

I velluti a due faccie, di cui una è a velluto tagliato e l'altra a pelo tirato o semplicemente un intreccio di



copertura di quello di fondo della stoffa, hanno un'armatura pel ritto di uno dei velluti ad una faccia e pel rovescio un'armatura a spina, o a raso ed anche a reps, ed in generale la faccia del velluto tagliato contiene il doppio di trame dell'altra faccia, ma di finezza molto superiore; scegliendo, per comporre un'armatura di questo tipo di velluto, un raso da 6 pel ritto ed una

spina pure da 6 pel rovescio. L'armatura del velluto raso a punti duplicati ha un rapporto di 24, e quindi il rapporto spina, colla messa in carta capovolta, sarà ripetuto 4 volte, e le due armature saranno combinate in gruppi di 4 trame velluto raso con 2 trame di spina e con interposizione di una trama tela e la messa in carta (fig. 1085) avrà un rapporto trasversale di 24 fili e longitudinale di 24.

Tolto il tessuto dal telajo prima del taglio del velluto sul ritto, si tirerà il pelo sul rovescio colla garzatura o se ne farà solo la raschiatura o follatura quando deve presentare un tessuto unito.

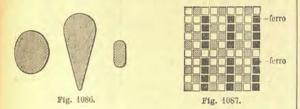
Al velluto rasato sul ritto si può sostituire un velluto a coste, ed anche a disposizione, interpolando fra le coste o le righe un intreccio qualunque.

Velluti di ordito. — Il pelo viene costituito da una parte dei fili di ordito, mentre l'altra s'intreccia colla trama per formare il tessuto di fondo o di base che tiene serrati e fissi i ciuffi di pelo, per cui concorrono alla formazione di questi tessuti almeno due orditi ed una trama. Una prima divisione è data dalla superficie del velluto stesso, cioè se presentasi coperta di anelletti o di pelo, cioè dividonsi in velluto riccio e tagliato, e quest'ultimo deriva dal primo tagliandosi gli anelletti formati dall'ordito pelo.

Il principio su cui si basa la fabbricazione del velluto riccio è quello di sostituire alle trame di imbottitura o ripieno in un tessuto cannellato delle asticine di ferro o di legno cilindriche, che a tessitura ultimata vengono estratte, e sulle quali si fa accavallare l'ordito pelo che formerà delle sinuosità o anelletti tanto più pronunciati, quanto maggiore è la grossezza delle asticine e produrrà

nelsenso della larghezza della stoffa delle coste cilindriche assai pronunciate.

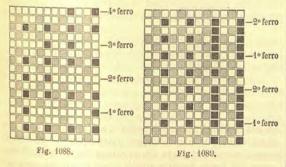
Le asticine di ferro o di legno di varia sezione (fig. 1086) prendono il nome di ferri per velluto riccio, che l'operajo, in genere, inserisce a mano contemporaneamente alla tessitura, e dopo averne inserte da 4 a 5 estrae quella più lontana dal pettine per rinserirla nuovamente, e così via. Per facilitare l'estrazione, i ferri sono muniti ad un estremo di un bottoncino per far presa ad una forcella, che è adoperata dallo stesso tessitore, o da un ajutante od anche si compie automaticamente. L'estrazione però non è un'operazione da eseguirsi con trascuratezza, perchè può dar luogo a degli stiramenti ed a deformazioni negli anelletti e rendere la stoffa difettosa,



quando, specialmente nei tessuti molto larghi, si estrae il ferro obliquamente.

Il tessuto di fondo è ordinariamente in tela (fig. 1087) regolare, specie in quelli uniti, la cui messa in carta è precisamente quella di un cannellato con trama di ripieno nel quale si inseriscono i ferri.

Questo tipo di velluto è impiegato nell'imitazione delle pelliceie, come l'astrakan riccio, preparando i fili, come si disse, in quello di trama, che dopo tolto il ferro s'arrotolano girando su se stessi e adagiandosi senz'ordine gli uni sugli altri. Viene pure impiegato per ricami simulati, adoperando per fili di pelo del cordoncino di seta molto torto alternando fili con torta a destra con altri con torta a sinistra, come anche fili molto torti ed altri pochissimo, in modo da far risaltare punti più illuminati.



I velluti ricci a disposizione con soggetti isolati o continui presentano una varietà d'aspetti; così la fig. 1088 dà la messa in carta di un velluto riccio a righe longitudinali nel quale i primi due fili di pelo levano sopra un solo ferro, mentre i seguenti levano consecutivamente sopra i due ferri e sulle trame intermedie 3, 4 e 5, ed il fondo è egualmente intrecciato in tutto il rapporto, però vi hanno delle trame raddoppiate sui primi due fili di pelo per meglio fermarlo nel fondo.

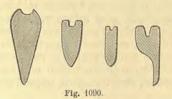
La fig. 1089 invece dà la messa in carta di un velluto riccio a righe diagonali: infatti sul primo ferro s'accavallano i peli 1 e 4, sul secondo 1 e 2, sul terzo 2 e 3, sul quarto 3 e 4.

In questi velluti qualunque sia la disposizione dei soggetti e la loro distanza non implicano difficoltà di esecuzione non dovendosi attenere alle norme di quelli di trama.

611

I velluti di ordito tagliati hanno quasi sempre l'ordito pelo in seta e sono i più pregiati e presentano certe difficoltà nella loro confezione, i fili di pelo s'alzano tutti sopra uno stesso ferro o si alzano a contrapposto, cioè equabilmente ripartiti sopra diversi ferri, la legatura quindi dei ciuffi di pelo si trova sempre sopra le medesime linee rette nel primo caso, o saltuariamente sopra linee pur rette nel secondo e vi concorre un numero maggiore di ferri.

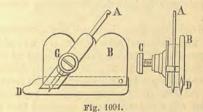
Il tessuto di fondo varia colla qualità del velluto, nei Crevelt o velluti leggeri è in tela, pei più fitti è in spina da 4 con tre fili levanti sul ritto, e pei velluti più costosi è rasato o in reps.



In generale l'estremità inferiore dei ciuffi o punto di invergatura è chiusa fra trame sulle quali levano gli stessi fili e siccome su esse viene a posarsi il ferro da velluto, dicesi nodo del ferro.

I ferri per questi velluti non sono cilindrici, ma presentano una sezione varia (fig. 1090) a seconda del velluto che si fabbrica: d'ordinario hanno una sezione a foglia di salvia, e quindi presentano uno spigolo arrotondato che si appoggia al tessuto, mentre la parte più larga è rivolta all'alto e in esso è praticata una scanalatura circolare, rettangolare o triangolare che serve di guida all'utensile tagliente per la recisione degli anelletti accavallati al ferro e prendono il nome di ferri per velluto tagliato.

D'ordinario questi ferri sono ripiegati ad angolo ottuso ad una loro estremità in modo che la scanalatura formi un piano inclinato allo scopo che il tagliatore non sfugga, mancandovi la resistenza, e produca qualche danno alla stoffa.



L'utensile tagliente può essere un coltello di forma particolare, ma per lo più è impiegato un utensile speciale chiamato pinzetta, lancetta, tagliaruola (fig. 1091) che assicura un taglio esatto e difficilmente sfugge dalla scanalatura, come avviene di un coltello semplice.

La tagliaruola consta di una lama tagliente A, la lancetta, fermata alla placca B, che ha unita la guida D, colla vite C; la placca può avere diverse distanze dalla lancetta per appoggiarla al ferro più vicino al pettine, mentre il taglio avviene su quello più lontano, come è regola ordinaria, ma alle volte, sia per uso o per esigenze del tessimento, la placca e relativa guida si fanno appoggiare al ferro stesso sul quale si opera la tagliatura. Il primo modo dicesi tagliare sull'ordito ed il secondo tagliare sul velluto; modi che non devono essere usati

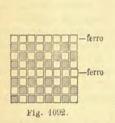
indifferentemente, come non è indifferente l'eseguire il taglio su un ferro a qualunque distanza dal pettine, perchè i fili che si tagliano se non sono intrecciati da un numero sufficiente di trame sfuggono dall'intreccio per l'azione del subbio su cui sono caricati e quindi producono un vuoto nel tessuto.

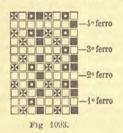
Alla tagliaruola dovrà avere registrata la placca diligentemente per ciascun tessuto al fine di ovviare allo accennato pericolo e la si fa scorrere da una cimossa

all'altra per operare il taglio.

Nei velluti d'ordito i fili di pelo pel loro accavallamento sui ferri soffrono un imborsamento molto superiore a quello degli altri che intrecciano il fondo, per cui vanno orditi sopra subbi diversi e con tensioni diverse, perchè l'ordito di fondo deve avere una tensione costante, mentre quello di pelo una tensione mobile, come usasi dire, o retrograda, o ad azione periodica, disposta in modo, cioè, che quando l'ordito leva od abbassa lo debba seguire con debole resistenza per poi tenderlo fortemente. Questa tensione mobile permette un massimo avvicinamento dei ferri, e l'inserzione di un dato numero in un certo spazio, che riescirebbe impossibile a tensione costante.

Nei velluti più pregiati e in genere in quelli fitti l'ordito di pelo è diviso in due o più serie, ciascuna avvolta su un proprio subbio ed i cui fili si accavallano su uno stesso ferro. Quando i subbi del pelo sono due si dispongono in modo che nello svolgere l'ordito l'uno giri da





sinistra a destra e l'altro in senso inverso, perchè le due serie di fili o le due catene possano arrivare ai licci allo stesso livello; come i subbi di pelo vanno disposti al disopra del subbio dell'ordito di fondo per impedire che i fili di pelo, per la loro debole tensione s'attorciglino con essi.

I subbi del pelo, siano due o più, si dispongono coi loro perni su una linea inclinata per poterli avvicinare più che sia possibile e sempre superiormente al subbio di fondo per ovviare all'inconveniente accennato, sia perchè permettono una più spedita inserzione dei ferri.

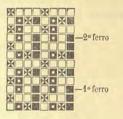
Negli esempi che si citano vengono segnate le sole levate dei fili, e si terrà conto, quando i licci agiscono per rifracco, di abbassarli sotto le trame non punteggiate, cioè i licci ed i fili di pelo rimarranno levati sui

quadratelli segnati.

Nei velluti, si è accennato, che levano gli stessi fili sulla trama che precede e che segue l'inserzione del ferro per stringere saldamente i fili di pelo per impedirne l'uscita e lo scorrimento, la seconda trama, o quella che segue il ferro, chiamasi trama morta o perduta, ed è una trama in più che si inserisce nell'intreccio fondamentale del tessuto base, per cui viene ad acquistare un maggior numero di trame e si ha un intreccio derivato, così da tela si ha un'armatura gros, come dà la fig. 1092. Tale fatto che si conserva per le cimosse obbliga all'impiego di due trame, perchè adoperandone una, nell'inserzione della trama morta, ritornerebbe su se stessa lasciando i fili di pelo liberi e senza legatura sul fondo,

ed in taluni casi per assicurare la saldezza del pelo nel fondo si impiegano anche tre trame diverse. Nei velluti però di non molto pregio si impiega una sola navetta, ma esternamente alle cimosse si dispone un filo, detto di cordellina, che levando costantemente in tela, impedisce il ritorno della trama morta su quella precedente.

La lunghezza del pelo varia colle dimensioni dei ferri e pel modo con cui si inseriscono, per la loro inclinazione e per le varie combinazioni di armatura, è perciò che i ferri devono essere perfettamente uguali fra loro ed inseriti diligentemente e costantemente nello stesso modo e colla stessa inclinazione e direzione.



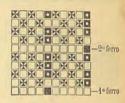
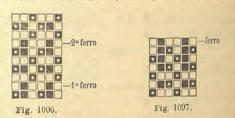


Fig 1094.

Fig. 4095.

Il velluto cangiante di ordito è identico nell'effetto a quello di trama; osservato di profilo presenta un colore e visto dal dritto un altro, dovuto alla diversa lunghezza degli steli di pelo di diverso colore. La fig. 1093 è la messa in carta di uno di questi velluti, i quadrellini pieni dànno l'alzata d'un colore e i punteggiati quella dell'altro, i quali levano separatamente sui ferri 1 e 3, 2 e 4 costantemente e avendo diversa altezza di steli dànno il cangiante. Nel taglio si impiegano d'ordinario due tagliaruole, ed in via eccezionale una con la lancetta opportunamente registrata.

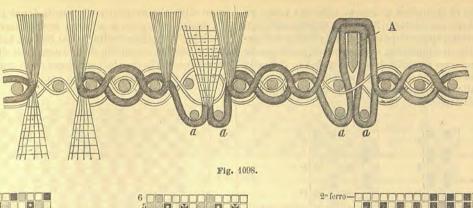
Il velluto camaleonte presenta due colorazioni se guardato da opposte parti secondo la lunghezza della pezza, risultante dai colori diversi dei due peli e dalla lunghezza degli steli che è diversa; la fig. 1094 presenta una messa



in carta di tal genere di velluti, nella quale i quadretti pieni dànno le alzate di un colore per cui gli steli di questo verso l'operajo rimarranno lunghi quant'è l'altezza del ferro, mentre quelli verso il pettine, quanto è alto il ferro più lo spazio occupato da 3 e 4 trame, perchè fin dopo la quarta trama non si legano i fili al tessuto di fondo, e perchè il taglio avviene fra le trame 2 e 3. I quadratelli punteggiati segnano l'alzata del pelo dell'altro colore, che levano sulle trame 1 e 2 prima che succeda il taglio, per cui gli steli lunghi restano dalla parte opposta, verso l'operajo.

L'astrakan tagliato, i cui fili di pelo devono aver subito l'operazione preliminare dell'arricciatura, sono avvolti ciascuno su uno speciale rocchetto, in luogo d'essere orditi sopra un medesimo subbio, e montati sulle spine di un telajo inclinato, detto *Cantra*, perchè nello svolgersi dei fili non si maritino; ogni rocchetto è munito di un freno a corda e contrappeso perchè i fili sieno in

leggiera tensione.



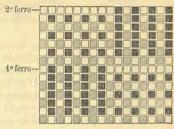


Fig. 4404.

La fig. 1095 presenta una messa in carta di questi velluti, in cui gli steli sono a contrapposto e l'alzata dei fili di pelo è segnata dai quadratelli pieni.

Il velluto a pelo strisciante imita il panno, ed i suoi steli sono obbligati ad adagiarsi sulla superficie del tessuto in una direzione costante quando sono tagliati, dalla diversa grossezza di trame che stringono gli steli e più la differenza di grossezza è sensibile, più il pelo è inclinato.

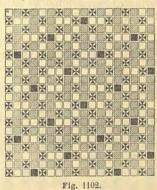
La felpa di seta a lungo pelo, alla fabbricazione della quale si impiegano delle asticine rettangolari di legno in luogo dei ferri da velluto, è sempre fatta con seta, ed i suoi peli si adagiano sulla superficie del tessuto riflettendo fortemente la luce. Il tessuto di fondo è in tela e la legatura dei fili di pelo è distribuita come quella dei velluti camaleonti per poter avere la maggior lunghezza degli steli da un lato.

Le armature date (fig. 1096 e 1097), che sono le generali, hanno il pelo slegato sempre sulle medesime trame, per cui si inseriscono i ferri inclinati verso il pettine per avere costantemente da quella parte gli steli corti.

La felpa a doppia faccia è quella che ha il pelo su tutte e due le superficie, ma nella tessitura il pelo è soltanto su una sola faccia, formato sugli stessi ferri e con una operazione finale parte del pelo la si fa uscire sull'altra faccia. La fig. 1098 dà il profilo di uno di questi tessuti, nel quale a destra vedesi il ferro A inserto sulla faccia superiore e su cui si accavallano i due peli del ritto e del rovescio, e sotto il ferro sonvi due trame a, supplementari sulle quali s'accavalla il pelo del rovescio prima e dopo il passaggio sul ferro; eseguito il taglio il profilo si presenta come al centro della figura ed estraendo le due trame supplementari, esse stirano gli steli accavallati e li fanno uscire sul rovescio come ne dà l'esempio il gruppo a sinistra della figura.

Un esempio di messa in carta di tali felpe è dato dalla fig. 1099, in cui i quadretti pieni dànno le alzate del pelo del ritto, mentre i punteggiati dànno quelle del pelo di rovescio. I due peli sono orditi sopra subbi diversi e sono posti al disopra e al disotto del subbio dell'ordito di fondo.

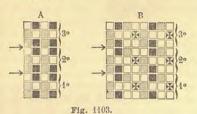
Il velluto a doppia stoffa è fabbricato con un solo ordine di ferri e seguendo la messa in carta della fig. 1100 si ha che è costituito da quattro orditi, due di fondo e due di pelo, i quadratelli tratteggiati dànno le alzate dei fili del fondo superiore, i casellini a crocette quelle dei fili del fondo inferiore, i casellini punteggiati e ripieni le alzate dei peli superiore e inferiore. Le trame dispari si intrecciano coll'ordito inferiore e quelle pari col superiore e dopo la quarta trama si levano completamente i due orditi di pelo per accavallarsi ad un solo ferro e quindi continua l'intreccio delle trame separate coi due orditi. Prima della tagliatura, e coi ferri inserti, i due tessuti formano una vera stoffa doppia, ma dopo la tagliatura i due tessuti sono scindibili in due, di cui l'inferiore avrà il pelo alquanto più lungo.



La combinazione dei velluti riccio e tagliato s'impiega nelle tappezzerie e in abiti, e sono ottenuti amalgamati impiegando dei ferri speciali, pel riccio a sezione elittica, e pel tagliato a sezione sagomata per poterlo inserire di fianco al precedente ed avere la linea del taglio nello stesso piano mediano dei ricci ed il pelo che va tagliato deve quindi levare su ambedue i ferri.

Il velluto riccio a disposizione senza ordito di pelo è fabbricato con una sola qualità di ordito che mentre serve a intrecciare il fondo forma i ricci di velluto, e si cerca che i fili abbiano tutti lo stesso accorciamento o per lo meno si possano distinguere in due sole serie per diverso imborso, come mostra la fig. 1101. Si noti che in queste stoffe si preferiscono dei piccoli disegni.

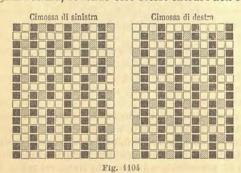
Si impiega la tagliatura a tessuto tolto dal telajo su certe armature particolari (fig. 1102) per avere degli effetti di velluto, specialmente in alcuni nastri con legature di ordito in cannellate, reps ed altre, come anche in certe stoffe con soggetti isolati a velluto. Il taglio lo si pratica con una forbice colla lama inferiore più lunga dell'altra, e diagonalmente recidendo le slegature sui quadretti ripieni.



Le salviette e lenzuoli spugna sono in velluto riccio eseguito senza ferri e appartengono ai tessuti con uno o più orditi addizionali (fig. 1103 A). D'ordinario hanno un ordito semplice poco torto, le cui alzate sono date dai casellini tratteggiati e forma l'intreccio di fondo con una trama, casellini bianchi, e di un ordito molto torto, casellini ripieni, destinato a fare il velluto riccio da un lato; in caso di velluto doppio, si hanno due ordimenti addizionali molto torti, uno per la faccia superiore, e l'altro, casellini a crocette (fig. 1103 B), per quella inferiore. L'effetto riccio si ottiene avvicinando i gruppi di tre trame fra loro, e cioè, inserte le prime tre trame, si tessono le altre tre in gruppo lasciando un intervallo fra il gruppo precedente, altrettanto più grande, quanto più devono essere lunghi i ricci fra le trame 3 e 1 dei due gruppi; si spinge fortemente il pettine contro l'ultima trama del secondo gruppo per avvicinare l'intero secondo gruppo al primo, ciò che si ottiene scorrendo le trame sull'ordito di fondo molto teso, e trascinando gli orditi addizionali, montati sopra subbi a debole tensione, e vengono a formare i ricci, e quindi ha un imborsamento di molto maggiore, circa 7 volte, di quello di fondo.

## Nastri.

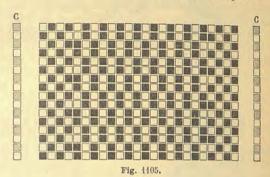
Gli intrecci svariatissimi impiegati nei nastri sono gli stessi usati per gli altri tessuti, ma differiscono da questi per l'importanza delle cimosse, le quali ne acquistano una grandissima, dovendo esse stesse entrare nell'effetto



del tessuto durante il loro impiego, mentre nelle altre stoffe non concorrono all'effetto generale loro quando sono impiegate.

I nastri devono avere degli ottimi bordi, cioè delle cimosse, semplici o a frangia, esatte e regolarissime in ogni loro punto; i bordi semplici sono in intreccio tela e derivati e non presentano alcuna difficoltà, i bordi composti sono quelli tubici ed a frangia. I tubici non

sono altro che armature di tessuti doppi collegati con un tessuto semplice e servono specialmente per nastri da capelli; qualche volta questi bordi a tubo sono imbottiti con uno o più fili di ripieno, detti di pieno, e si fanno sempre levare al passaggio della trama che intreccia i fili di cimossa. A solo titolo di esempio diamo

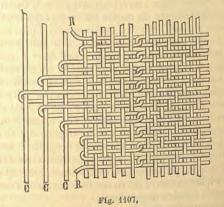


nella fig. 1104 le armature delle cimosse di sinistra e di destra a bordo tubico di 4 trame, osservando che si fanno anche di un maggior numero.

I bordi a frangia si distinguono in frangie di trama e frangie tirate.



Le frangie di trama si ottengono disponendo parallelamente ai fili estremi dei nastri e ad una certa distanza dei fili supplementari di crine (fig. 1105 C), che si fanno levare o rimanere in riposo opportunamente per dare,



al bordo delle determinate forme. In luogo di un crine come presenta la messa in carta, si possono applicare più crini con movimento determinato per dare al bordo una forma addentellata, come dà a divedere la messa in carta (fig. 1106) dei crini accoppiati per tre. Questi crini nelle loro alzate e riposi trattengono le inserzioni di

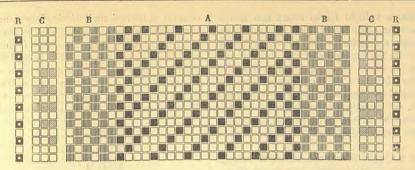


Fig. 1108

trama con differenti sporgenze, oppure la lasciano libera di fermarsi contro i fili estremi del nastro. I crini vengono poi estratti.

Le frangie tirate sono chiamate anche a rocchettino, dal nome che si dà ad un grosso filo, avendo piccolissima tensione e posto in pattine allo esterno dei fili di

L'ordito del nastro in tal caso è costituito dai fili del fondo e da quelli delle cimosse, le inserzioni di trama intrecciano il fondo secondo una data armatura e le cimosse in gros di Tours e vengono ad accavallarsi al filo di rocchettino che, al ritorno, trascinano seco, o contro il filo esterno dell'ordito o contro uno dei crini (fig. 1107) a seconda della posizione di questi, e formano l'addentellato, come mostra la figura che dà il bordo sinistro di un nastro e la cui messa in carta è data dalla fig. 1108, nella quale A è il fondo, B le cimosse del nastro, C i crini in due gruppi di tre e R i fili del rocchettino.

Il numero dei crini può esser vario, come in luogo di un filo di rocchettino, possono essere diversi di differente colore per formare addentellati a colori misti.



Fig. 4109.

Con questo metodo vengono fabbricati i tiranti in juta per pagliericci elastici, imballaggio e per cinghie, nei quali i fili d'ordito (fig. 1109) intrecciano in gros di Tours ■ il rocchettino □, che supponendo entrato dalla cimossa di destra arriva fino al primo filo di sinistra e vi è fermato dalla trama ■, la quale non s'intreccia col-

l'ordito, ma ritorna su se stessa e a tessuto finito rimane parallela all'ordito.

Le frangie dei passamani o creste sono ottenute nello stesso modo, ma senza il concorso dei crini e con tre trame accoppiate in modo che nella loro inserzione non possano accavallarsi, ma rimanere sempre parallele e nello stesso ordine. Tali frangie risultano più o meno sporgenti ed arcuate a seconda della grossezza delle trame, e della tensione che vi applica il passamantiere.

## Tessuti elastici.

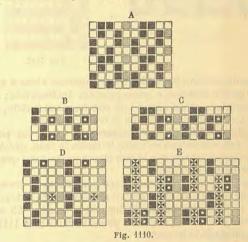
Sono quelli che contengono delle piccole striscie di gomma elastica, invisibili a tessuto finito e che sotto la tensione si allungano. Le striscie elastiche possono aver delle evoluzioni per intrecciarsi colle trame ovvero riescono di semplice ripieno o di imbottitura longitudinale; esse sono impiegate per eseguire la stoffa sotto una tensione che le allunga del doppio, perchè a tessuto finito, riprendendo la primitiva lunghezza, diano al tessuto l'elasticità richiesta, ovvero sono sottoposte ad una operazione preliminare che toglie loro la elasticità allungandole del doppio, ed il tessuto finito è sottoposto ad una operazione per le quali le striscie di gomma

riprendendo la prima lunghezza riacquistano la loro elasticità.

I fili non elastici sono impiegati molto tesi ed a tessuto finito s'imborsano formando delle costole che permettono al tessuto di essere elastico, e l'imborsamento può essere tale da produrre un vero velluto riccio su una sola o su ambedue le faccie. Così si hanno tessuti semplici con ritto e rovescio e senza rovescio, doppi con rovescio e senza.

Le trame non devono essere inserite molto avvicinate per non impedire ai fili elastici di riprendere la loro naturale lunghezza e togliere l'elasticità al tessuto.

Il tessimento si opera in due modi, o facendo compiere le opportune evoluzioni ai fili di gomma per intrecciarli colle trame, ovvero mantenendo quei fili in assoluto riposo e le trame vengono inserite in piani diversi per farle passare sopra o sotto di essi.



Gli intrecci che si impiegano sono quelli degli altri tessuti.

I tessuti elastici lisci sono orditi in modo diverso e servono d'ordinario per le calzature; un tipo ha, ogni quattro fili d'ordito, uno di gomma, che essendo molto più grosso degli altri forma longitudinalmente al tessuto una specie di reps e la riduzione d'ordito è di 25 a 30 fili, e l'intreccio è dato dalla messa in carta A (figura 1110) nella quale i quadretti tratteggiati segnano le alzate dei fili elastici.

Un secondo tipo dato dalla messa in carta B ha l'ordito della riduzione del precedente, ma ogni due fili fini ve ne ha uno grosso che fa le identiche evoluzioni del filo elastico ed è detto filo di rinforzo. La messa in carta C ha l'ordito costituito da quattro fili fini ed uno di rinforzo ad evoluzioni eguali a quelle del filo elastico.

Il tessuto elastico a velluto riccio sopra una faccia presenta sul ritto delle coste trasversali pronunciatissime e morbide come un velluto che coprono la intera superficie formata dai fili segnati con un punto e una croce nella messa in carta D, i quali corrono molto slegati sul rovescio e levano a contrapposto una trama sopra otto. Durante il tessimento le slegature di questi fili sono rettilinee, ma quando il tessuto è tolto dal telajo, pel raccorciamento dovuto ai fili di gomma, le slegature s'imborsano formando gli anelli che simulano il velluto riccio.

I tessuti elastici a doppia faccia con effetto di velluto riccio hanno due serie di fili d'ordito, per lo più di colore diverso che formano il velluto simulato sulle due faccie e d'ordinario sopra otto trame (fig. 1110 D) uno, quello segnato a crocelline, leva sette volte, rimanendo in riposo sull'ottava trama e l'altro ordito fa evoluzioni opposte. Gli anelletti del velluto si formano smontando la stoffa dal telajo.

I fili di gomma sono punteggiati con tratteggio.

I tessuti elastici doppi, i quali servono per bretelle e giarrettiere, sono costituiti da due tessuti di diversa riduzione d'ordito e collegati fra brevi tratti da due fili di legamento, segnati con un punto nella messa in carta (fig. 1111).

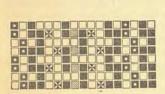


Fig. 4111.



Fig. 1112.

Nel vuoto tubico che risulta fra le legature viene a situarsi un filo elastico, a punteggiatura tratteggiata; le punteggiature piene dànno i fili che formano il ritto, le crocelline, quelli che formano la faccia opposta.

D'ordinario i fili di fondo intrecciano a tela, ma per tessuti fini intrecciano su ambe le faccie in raso, perchè l'ordito copri le trame, e le due faccie presentano quasi sempre colore diverso.

I tessuti elastici a disposizione per effetto di trama sono per lo più a doppia faccia e nel loro ordito entrano fili di rinforzo in gruppi di due, tre e quattro fili ad identiche evoluzioni, che nella messa in carta (fig. 1112) sono punteggiate in pieno.

# Tessuti a fili sinuosi.

I tessuti a fili sinuosi o garze sono stoffe fine e trasparenti che presentano nel loro intreccio dei vuoti formati dall'avvolgimento spirale di alcuni fili intorno ad altri rettilinei coll'intreccio di trame; i fili della prima serie sono detti fili di giro o di ritorta, mentre quelli della seconda sono chiamati fili fissi o retti.

Il moto rotatorio dei fili di giro dicesi giro inglese e si distingue in giro semplice o mezzo, intero e doppio, a seconda che i fili compiono un mezzo giro, un intero od un doppio attorno ai fili fissi.

Il giro inglese si ottiene con licci speciali, chiamati licci inglesi (fig. 1113), i quali formano un corpo con altri licci ordinari.

Pel giro inglese semplice concorrono tre licci, dei quali il primo B, posteriore ed il secondo A sono licci comuni, il terzo è un liccio inglese composto di un liccio comune C nella cui maglia s'intreccia un altro liccio a mezza maglia D; il filo a di giro è rimesso nella mezza maglia D, la quale è posta alla destra del filo fisso b e quindi è rimesso nella maglia del secondo liccio A, mentre il filo b è rimesso nella maglia del liccio B; fra il liccio inglese ed il secondo vi è una distanza di 12 a 15 cm. a seconda dell'elasticità del filato.

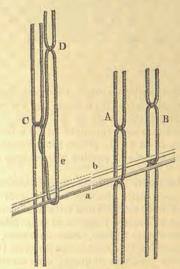
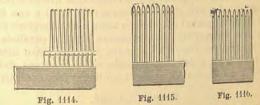


Fig. 4413. - Licci inglesi o da garza.

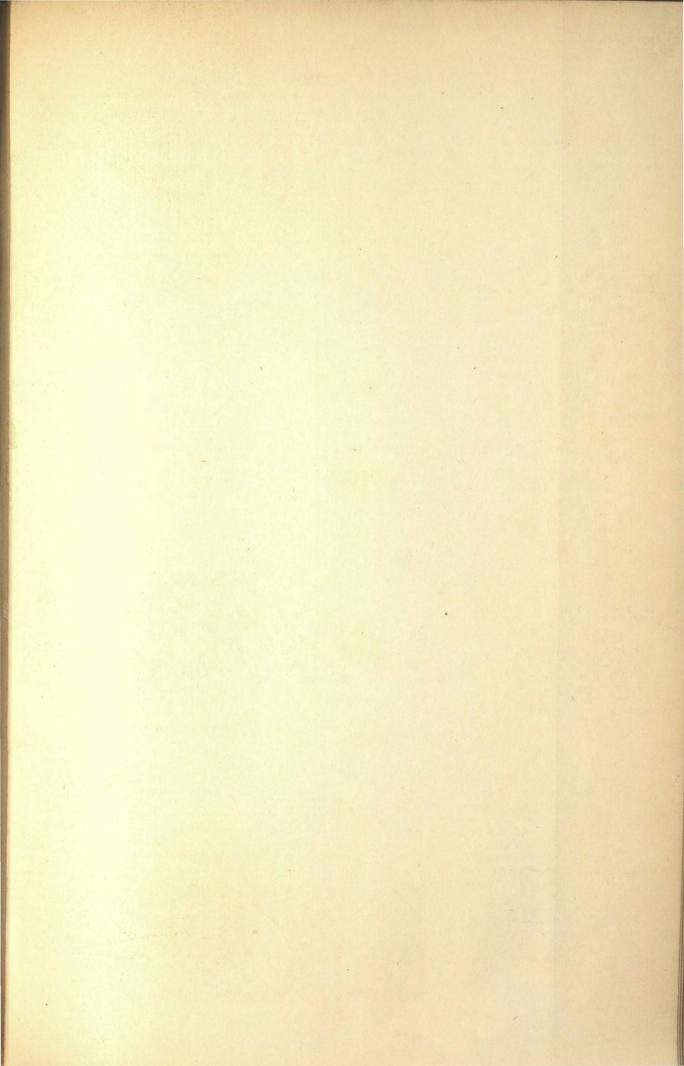
Nell'alzata del liccio A il mezzo liccio D segue il filo di ritorta mantenendolo alla destra dei fili fissi e colla alzata del liccio inglese le maglie D obbligano il filo a a portarsi alla sinistra del filo b e se in questo momento s'inserisce una trama, ne risulta che i fili di ritorta hanno compiuto un mezzo giro sotto ai fissi, una volta in direzione da destra a sinistra e un'altra in direzione opposta. La levata del liccio inglese è detta passo duro, e la susseguente passo agile; nella prima i fili di ritorta soffrono un fortissimo stiramento, perchè trattenuti in basso dal liccio A e quindi i fili a conviene sieno avvolti sopra un subbio speciale facilmente girevole per permettere la loro rotazione e perchè entrano a formare il tessuto con una lunghezza maggiore di quelli fissi, e il liccio che porta rimessi questi fili non fa alcuna evoluzione.

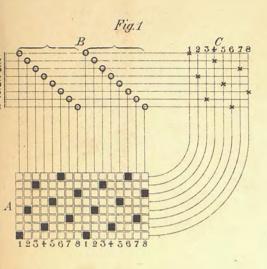


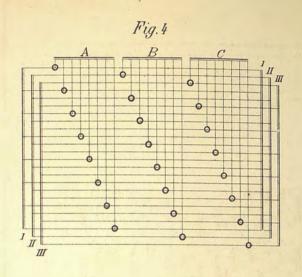
Aghi con uncino, forchetta e cruna per la formazione del giro inglese.

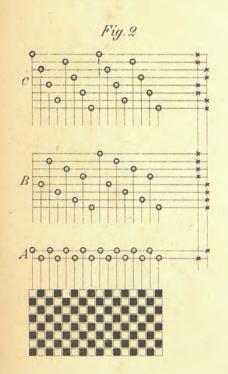
Lasciando in riposo i licci C e D, cogli altri due si può ottenere l'armatura tela.

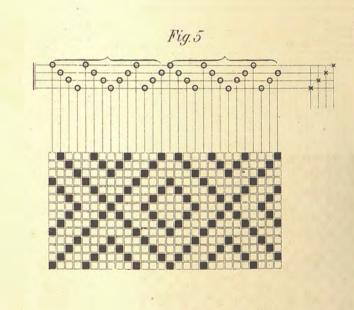
In sostituzione delle mezze maglie D, che sono intrecciate in vario modo col liccio C per formare le varietà dei licci inglesi, si impiegano delle aste munite di aghi a cruna, od a uncino od a forcella, che fanno evoluzioni particolari per far passare i fili a dalla destra alla sinistra di quelli b, ma sebbene operino egregiamente, sono più sovente impiegati i licci inglesi, specialmente nelle garze fine (fig. 1114, 1115, 1116).

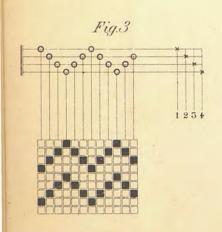


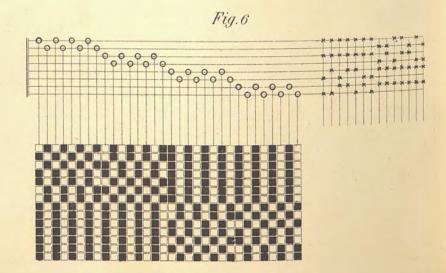


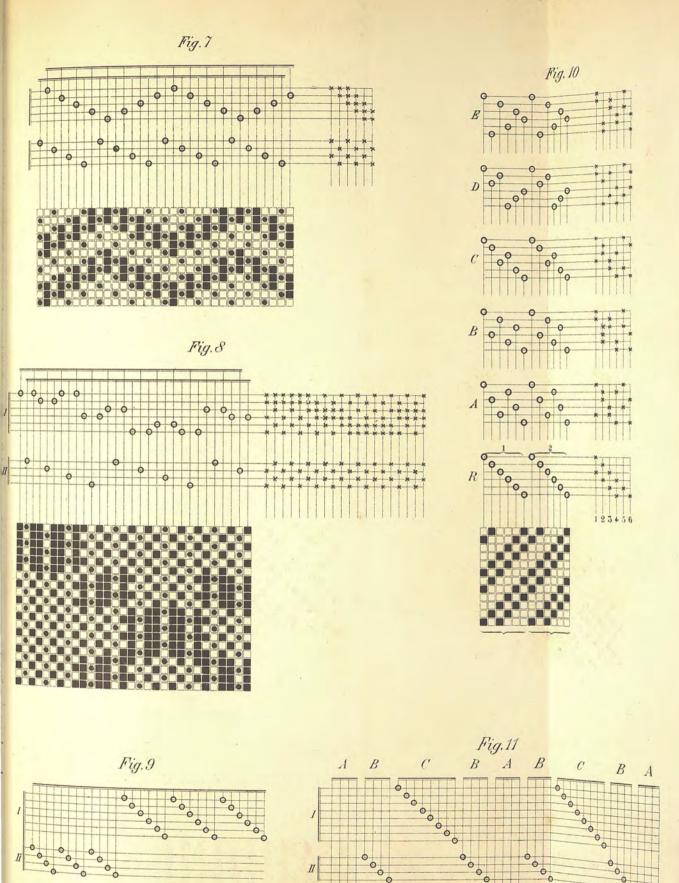












Le figure 1117 e 1118 presentano due tipi di garza, l'uno ad un filo retto o garza semplice, l'altro a più fili retti; questi intrecci e particolarmente quelli a giro semplice si possono rappresentare sulla carta a quadrellini, ma però i tessuti non si possono analizzare coll'ordine progressivo che è stato descritto ed è segulto per le stoffe ad armatura, perchè i fili retti seno legati per gruppi dai fili di giro. Per eseguire un'analisi è d'uopo togliere alcuni fili di giro sulla garza del campione che si analizza per descrivere l'evoluzione dei soli fili retti; poi si toglieranno i fili retti per analizzare la evoluzione dei fili di giro.

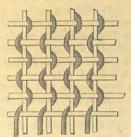


Fig. 1117

Segnendo tale metodo e coi quadrellini bianchi indicando la trama, con quelli neri la levata dei fili retti, con la levata dei fili di giro a destra dei retti, con la levata dei fili di giro a sinistra dei retti, si hanno le messe in carta (fig. 1120, 1121) che rappresentano gli intrecci precedenti.

La fig. 1119 dà la garza delle fig. 1117 e 1120 come si presenta a tessuto finito commercialmente.

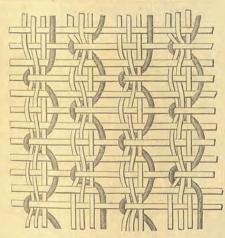


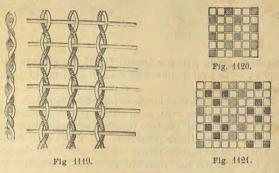
Fig. 1118.

Il rimettaggio delle garze si scrive facendo un diagramma a linee che mostra l'andamento che i fili devono avere nell'essere rimessi, ovvero col sistema della carta a quadrellini. Il rimettaggio della garza semplice (fig. 1120) è dato dalla fig. 1122 in diagramma a linee, nella quale A è il liccio n. 1 dei fili retti, B è il liccio n. 2 dei fili di giro, C è il liccio n. 3, liccio inglese, il liccio intero, e D è il mezzo liccio.

La fig. 1123 è lo stesso rimettaggio scritto sopra carta a quadrellini, nella quale la prima fila trasversale a quadratelli neri è il liccio A, la seconda fila rappresenta B, la terza il liccio C, e la quarta quello D.

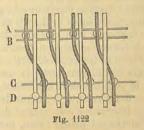
Garze a giro semplice. — La garza a festoni (fig. 1117 e 1119) è la più semplice del genere, la

messa in carta del suo intreccio è data dalla fig. 1120; in essa i fili retti sono molto più fini dei fili di giro e avvolti sopra subbi distinti per la diversa tensione che devono avere, anzi i primi devono essere mantenuti molto tesi, mentre i secondi devono soggiacere ad una tensione minore variabile periodicamente e dovuta alla montatura a tensione mobile retrograda, come si è visto nei velluti d'ordito. La debole tensione dei fili di giro permette che avviluppino quelli retti in forma di festone.



La garza Barège è identica alla precedente, ma le due serie di fili sono avvolte su uno stesso subbio, e viene più specialmente impiegata come bordo di nastri, velluti, tappeti, striscie di piccola altezza che vengono tessute in più pezze unite con una sola spola e quindi divisi, ed è sulla linea della divisione che si intrecciano almeno due fili di questa garza per impedire la sfilacciatura.

Le garze rigate nel senso di trama sono costituite da striscie in tela e striscie in garza alternate fra loro, per cui i tipi, di cui sono date le messe in carta, possono impiegarsi per le striscie trasparenti e per la tela basta tenere fermi i licci inglesi e mettere in azione i licci posteriori secondo l'armatura tela (fig. 1124). L'armatura in A dà la striscia tela e in B quella di garza, 1, 2 sono i licci comuni, il 3 è quello inglese. La rimettitura nei licci è 1 filo retto ed 1 di giro.



La garza a reticella od a contrapposto non differisce dalle precedenti che nel modo di rimettere i fili nei licci, in questa infatti la rimettitura è 1 filo fisso e due di giro e 1 fisso, per cui riescono vicini due fissi e due di giro, in tal modo però si raggruppa su alcune trame il passo agile e su altre il passo duro e quindi le inserzioni restano divise in due serie. In pratica si preferisce far concorrere tutte le trame al passo duro col raddoppiare il numero dei licci necessari come nell'armatura della fig. 1125, nella quale i fili di giro dispari rimessi nel l'o liccio inglese vengono tutti levati sopra una sola trama e sulla successiva lo sono i fili di giro pari rimessi nel 2º liccio inglese.

Col medesimo numero di licci e con rimettaggio a gruppi si possono ottenere delle garze e disposizione con effetti di traforo ed opachi, ovvero a soggetti isolati

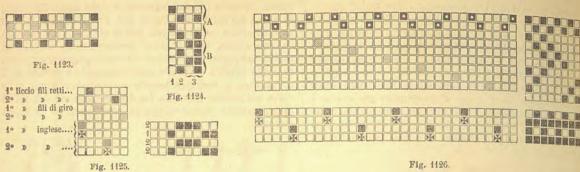


Fig. 1126.

opachi su fondo garza, e tessuti rigati, rimettendo sui licci 1°, 2°, 5° i fili di una riga e sugli altri quelli della riga successiva.

Se la parte opaca in luogo di intreccio tela deve essere in spira, raso, reps, ecc., i licci per le evoluzioni dei fili formanti tali intrecci opachi è conveniente sieno posti fra l'ultimo liccio posteriore dei fili di giro della riga di garza ed il primo liccio inglese per avere l'apertura dell'ordito il più vicino al pettine ed utilizzare lo spazio di 15 cm. circa esistente fra il corpo dei licci inglesi ed i comuni.

Le garze a più fili retti sono quelle che per ogni filo di giro vi ha più di un filo retto, come nelle garze a disposizione e damascate. La garza taffetas è il più semplice tipo ed ogni filo di giro è accompagnato da due fili fissi, i quali levano sempre per l'intreccio tela, e quelli di giro levano sempre verso destra e verso sinistra quando formano garza e per tela quando si deve intrecciare il tessuto opaco (fig. 1126).

In altri tipi di garze a più fili retti, coll'aumentare del numero di questi, aumenta il numero delle trame inserite sotto una levata dei fili di giro (fig. 1118), per cui il punto di legatura viene allungato, producendo un

tessuto di maggior granitura e spessezza.

La rimettitura non ha per ciò variazioni dalla precedente, perchè dopo aver rimessi i fili retti di un gruppo, se ne rimette uno di giro che prima di passare nel rispettivo liccio inglese, che in queste garze possono essere più di due, passa sotto i fili retti del gruppo.

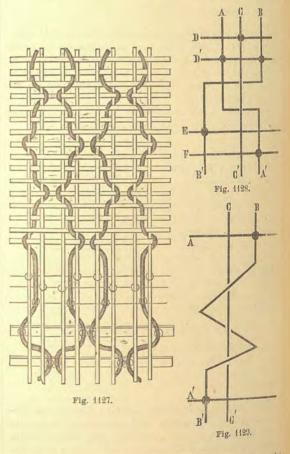
La garza a tre posti è così chiamata perchè i fili di giro, in luogo di levare soltanto a destra od a sinistra dei fili retti, levano in tre punti diversi; e perciò nella rimettitura, ogni filo di giro passa in due licci inglesi, di cui l'uno ha le maglie a destra e l'altro a sinistra del relativo gruppo di fili retti, e le maglie del liccio posteriore si trovano interposte alle maglie dei licci inglesi (fig. 1127). All'alzata del primo liccio, uno od ambidue i licci inglesi si alzano per seguire nei tre movimenti i fili di giro.

Le garze a giro incrociato hanno due serie di fili di giro che comprendono i fili retti, delle quali la prima A è rimessa nel liccio posteriore D' a sinistra del filo retto C e l'altra serie B (fig. 1128) è rimessa nello stesso liccio, ma alla destra del medesimo filo retto. I fili di giro passano poi sotto ai fili retti, invertono la loro posizione e vengono sui licci inglesi E ed F su cui sono rimessi e pei quali levano come nelle altre garze.

Nelle garze a giro intero i fili di giro levano sempre da un lato dei fili retti descrivendo intorno ad essi un intero giro fra due inserzioni successive di trama; da ciò le maglie del liccio posteriore e quelle del liccio inglese devono trovarsi dallo stesso lato del filo retto, a destra, ed i fili di giro nel passare da uno all'altro iccio si avvolgono per un intero giro intorno ai fili retti.

Il mezzo liccio deve, alzandosi col liccio dei fili, eseguire una corsa doppia del liccio, perchè le sue maglie sono obbligate a girare intorno al filo retto in riposo per poter seguire il filo di giro.

Nelle garze a doppio giro non occorre che un solo mezzo liccio con maglie lunghe e moventesi per alzata o rifracco; il filo di giro B (fig. 1129) nel passare dal liccio inglese A' al liccio posteriore A si avvolge per



una spira e mezza intorno al filo retto. Il mezzo liccio A' si muove per rifracco quando si alza il liccio A per poter seguire il filo di giro che leva a destra del filo retto e nella successiva inserzione il mezzo liccio A' si alza ed obbliga i fili di giro ad avvolgersi a quelli retti.

Ing. ENRICO FONTANA.

NB. A complemento del presente articolo saranno pubblicati in Appendice i capitoli: Tessuti operati e Tessitura a mano.

TETTI E TETTOJE. — Francese Comble, Halle, Hangar; tedesco Das Dach, Die Halle, Die

Schuppen; ingl. The roof.

Chiamasi tetto la costruzione che difende dalle intemperie le comuni case d'abitazione od i pubblici edifizi; dicesi poi particolarmente tettoja quella costruzione che ricopre un'area assai spesso destinata ad uso industriale ed in modo che la struttura sorreggente il coperto sia visibile dal disotto.

Mentre i tetti formano parte integrante del fabbricato che ricoprono ed il costruirli è pertanto indispensabile, l'impiego delle tettoje si è man mano esteso col crescere delle industrie e dei commerci, e col bisogno di coprire determinate aree od aumentare la copertura di altre, già in parte usufruite, in seguito all'affluenza di persone o di merci su di esse e all'importanza dei lavori che sulle medesime dovevansi compiere al riparo

dalle intemperie.

Durante tale estensione nell'impiego delle tettoje vennero adoperati con le opportune modificazioni i tipi che già servivano per i tetti ed altri nuovi vennero studiati ed introdotti nella pratica comune, più adatti a rispondere ai nuovi bisogni. Una grande e rapida trasformazione ci ha condotti dai tetti e dalle tettoje in legno tozze e pesanti alle odierne tettoje in ferro di una leggerezza e di una slanciatezza meravigliose, e che verranno ancora aumentate, quando tra poco, sull'esempio dei ponti, verrà sostituito l'acciajo al ferro.

Questo lavoro d'innovamento e di creazione che si è in parte esteso ai tetti, massime dei pubblici edifizi, ha prodotto alcuni tipi di strutture metalliche omai pressochè definite e sanzionate dall'esperienza come le più convenienti per gli ordinari casi della pratica e per i bisogni delle industrie. Un più particolare studio devesi riservare per quelle tettoje il cui carattere è prevalentemente informato a considerazioni di estetica o di opportunità.

L'Italia ha nei suoi numerosi palazzi, nelle sue chiese e nei suoi teatri splendidi esempi di tetti e di armature in legno per sostenerli, e nelle sue chiese di tipo basilicale elegantissimi modelli di tettoje in legno, come, tra l'altre, quella della basilica di S. Miniato al Monte presso Firenze, della chiesa della Pieve ad Arezzo, di S. Maria della Spina a Pisa e del duomo d'Orvieto, or non ha guari amorosamente ristaurata (V. Ingegneria Civile dell'ing. Sacheri, 1889, pag. 113 e seg.).

## SUPERFICIE DI COPERTA.

Geometricamente considerata, la superficie d'un tetto o di una tettoja risulta da un complesso di falde (franc. Le versant) piane o curve (sviluppabili o no) che, appoggiandosi in basso sulle linee di gronda rette o curve giacenti in uno o più piani di gronda orizzontali, si intersecano in alto secondo altre linee rette o curve, piane o sghembe, la cui determinazione è questione di pura geometria, data la pianta del tetto e le condizioni geometriche cui devono soddisfare le falde. Tali linee d'incontro diconsi di displuvio, se sopra di esse le acque correnti lungo le falde tendono a dividersi; e di compluvio o di conversa, se sopra di esse tendono a riunirsi; e di colmo o di comignolo (francese Ligne de fatte), se passano per due vertici del tetto.

Fra i tetti sono comunissimi quelli a falde piane tutte di eguale pendenza, salvo le piccole differenze richieste dalla pratica. Le intersezioni delle falde sono linee rette che si tracciano agevolmente, come si vedrà nei pochi esempi seguenti da cui possono dedursi i casi più comuni della pratica:

 a) Tetti con muri perimetrali egualmente alti (linee di gronda orizzontali in un piano di gronda orizzontale che è il piano di projezione o di riferimento).

1º Caso: Pianta triangolare. — Il tetto ha tre falde a, b, c che s'intersecano secondo le linee di displuvio ab, ac, bc, le quali s'incontrano nel punto abc e si projettano sul piano di gronda secondo le bisettrici del triangolo formato dalle linee di gronda.

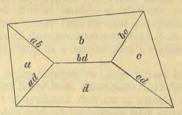
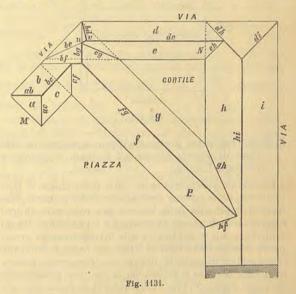


Fig. 4130.

2º Caso: Pianta quadrilatera. — Se il quadrilatero è circoscrittibile ad un cerchio, il tetto ha quattro falde a, b, c, d; quattro linee di displuvio ab, bc, cd, da ed un vertice abcd sulla verticale del centro del cerchio inscritto nel quadrilatero. Se questo non è circoscrittibile ad un cerchio, si forma il tetto nel modo che risulta dalla fig. 1130 mediante le quattro falde a, b, c, d, che si tagliano nelle quattro linee di displuvio

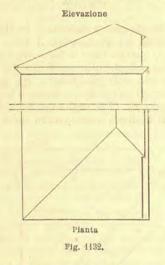


ab, bc, cd, da e nel comignolo bd. Le falde triangolari a e c diconsi teste di padiglione. Diconsi poi tetti a padiglione quelli che coprono un'area circoscrittibile ad un cerchio, e la cui superficie è pertanto quella di una piramide regolare o no. Una cupola è un tetto a padiglione con un'infinità di falde piccolissime.

3º Caso: Pianta risultante dall'incontro di due o più corpi di fabbrica coperti ciascuno con un tetto a due falde (tetto a capanna). — È il caso più frequente della pratica. Si voglia, ad esempio, coprire l'area rappresentata dalla fig. 1131. La linea d'intersezione delle diverse falde tra loro si otterrà nel modo più semplice, osservando che in ogni vertice di tale linea devono sempre passare tre rette che sono le

intersezioni due a due dei tre piani che concorrono in quel vertice. Ad esempio, per trovare la linea d'intersezione delle falde che coprono i tre corpi di fabbrica M, N, P, si conducano la retta di colmo bc ed il compluvio cf; pel loro punto comune passerà anche la retta bf che passerà inoltre evidentemente per il punto comune alle linee di gronda delle falde b ed f e dividerà di più per metà l'angolo di tali linee. Condotta poi la linea di colmo fg per il punto d'incontro della fg colla bf dianzi determinata, passerà pure la retta bg, che dovrà anche essere la bisettrice dell'angolo formato dalle due linee di gronda delle falde b e g. E così si procede per tutti gli altri vertici della linea di intersezione. È agevole determinare di quali piani sia inutile ricercare l'intersezione e di quali questa non apparisca.

Se alcuni vertici, come ad esempio quelli segnati u e v sulla fig. 1131, riuscissero assai vicini tra loro, essi si possono riunire in un solo trascurando la leggiera disuguaglianza nella pendenza delle falde che ne risulta.



 Tetti con muri perimetrali non egualmente alti (linee di gronda orizzontali in piani di gronda a differente livello).

Occorrono specialmente nei tetti delle chiese di tipo basilicale, nelle officine meccaniche dove la nave centrale si fa più alta delle laterali per contenere le gru scorrevoli ed il grosso macchinario e per avere spazio sufficiente alla montatura e alla lavorazione dei grossi pezzi, mentre nelle navi laterali più basse si collocano le macchine utensili, le fucine, ecc. Occorrono ancora nelle odierne case d'abitazione in cui, per guadagnare un piano verso cortile, i muri interni si fanno più alti di quelli verso via. Se in tal caso devesi costruire una testa di padiglione, non vi ha, quantunque sia assai brutto, altro partito che quello rappresentato dalla fig. 1132 in pianta ed elevazione.

Fra i tetti a falde piane di non eguale inclinazione sono da notarsi i tetti alla Mansard, barbaramente detti mansarde, e quelli a sega, detti in Belgio tetti alla Raikem ed in Germania Pultsägedächer, che coprono i capannoni (ingl. Sheds) delle officine, specialmente di filatura e di tessitura.

I primi coprono le moderne case da pigione, in cui è necessario guadagnare un piano sopra il cornicione, e vanno estendendosi anche in Italia, quantunque non abbiano carattere italiano e costituiscano troppo spesso una stridente stonatura coll'edificio che ricoprono. Quelli a sega sono formati da una serie di falde alternativamente quasi verticali ed inclinate nella misura ordinaria. Quelle pressochè verticali sono tutte a vetri e possibilmente rivolte a tramontana; le falde inclinate nella misura ordinaria sono coperte nel modo stesso dei tetti delle case d'abitazione o di officina. Se è necessario garentire il locale sottoposto dalle variazioni di temperatura, la vetrata si fa doppia e nella falda maggiore (quella inclinata nella ordinaria misura) prima del materiale di copertura si pone un doppio strato di tavole di mm. 20, oppure un soffitto di stuoje e tavole o uno strato di tavelle.

La superficie di coperto delle tettoje è in generale assai semplice, e cioè a capanna con falde piane o curve, o è quella di un cilindro avente per direttrice un solo arco circolare o parabolico o due archi circolari, parabolici od anche ellittici, simmetrici rispetto la mezzeria.

Quella delle cupole è o conica, o semisferica, o di rivoluzione avente per meridiani archi di cerchio o di parabola od altra curva a sentimento.

#### ORDITO DEL COPERTO.

La forma di un tetto o di una tettoja va scelta in relazione alle condizioni cui devono soddisfare l'uno e l'altra, e pertanto principalmente in base al carattere dell'edifizio coperto.

Da tal carattere dipende la pendenza del tetto e con essa varia il materiale di copertura; si dispongono con maggior pendenza le coperture scabre ed a giunti numerosi, e con minore le coperture liscie ed unite. La posizione geografica della località va pure considerata, ma non quanto credesi: la regola di Rondelet per la quale l'angolo di un tetto con l'orizzontale deve essere la differenza tra la latitudine del luogo e la costante di 23° eguale alla distanza fra il tropico e l'equatore, non vale che per le coperture più comuni nella località.

Col materiale di copertura varia l'ordito del coperto, che è il complesso di quelle parti che, stando fra il coperto e le armature principali di sostegno, trasmettono a queste, ripartendolo opportunamente, il peso permanente ed i sovraccarichi accidentali.

Al massimo l'ordito del coperto si compone: a) degli arcarecci (franc. Les pannes; ted. Die Querbinder) disposti sempre secondo le linee di livello del coperto (nelle cupole secondo i paralleli) sulle armature principali di sostegno (franc. Les fermes; ted. Die Dachbinder), che sono sempre collocate secondo linee di massima pendenza (nelle cupole secondo i meridiani); b) dei travicelli (franc. Les chévrons) disposti sugli arcarecci secondo linee di massima pendenza; c) dei listelli collocati sui travicelli parallelamente agli arcarecci e sostenenti direttamente la copertura. La struttura qui indicata subisce varie modificazioni a seconda dei diversi materiali di copertura.

Nei tetti e nelle tettoje in legno gli arcarecci si fanno in legno di sezione rettangolare e si chiodano sulle armature principali col lato maggiore normale ai puntoni delle armature stesse, sostenendoli ancora nel senso della pendenza mediante gattelli (franc. Les echantignoles; ted. Die Froschen). Nei tetti e nelle tettoje in ferro gli arcarecci si fanno, nell'attuale comune pratica, in ferri di filiera: sono convenienti i ferri a Z per pendenze dal 40 al 50 %, e per piccole pendenze dal 10 al 20 % i comuni ferri a L, a L, a L.

Tali ferri si chiodano sulle faccie superiori dei puntoni delle armature principali, sostenendoli altresi nel senso della pendenza mediante squadrette chiodate sui puntoni, oppure si collegano alle armature principali mediante montanti in ferro a 1 o a 1 binati e piastre d'attacco (francese Les goussets; tedesco Die Zwickeln). Quando si può, si dispongono verticalmente gli arcarecci adoperando ferri a 1 o a 1 semplici o composti.

Invece di farli rettilinei, gli arcarecci si possono anche, nelle tettoje di maggior importanza, formare a guisa di archi ribassati con la nervatura superiore rettilinea e l'inferiore centinata riunita alla prima da un reticolato semplice di ferri piatti. Per contrastare la spinta orizzontale prodotta da tali archetti, gli arcarecci nelle campate estreme devono essere o rettilinei o muniti di tirante.

Quando la copertura è distesa su un tavolato di legno appoggiato direttamente sugli arcarecci, sulla faccia superiore di questi (ove siano di ferro) si fa correre una guida di legno fermata con viti allo scopo di chiodarvi sopra il tavolato.

Nello stesso caso gli arcarecchi si fanno anche di legno e per grandi portate, come nella tettoja per la stazione ferroviaria di Torino P. N., si rinforzano con colonnette e tiranti, costituendo così delle travi armate (franc. Poutres armées; tedesco verstärkter Träger).

Se l'interasse dei sostegni principali è grande, si rinforzano anche gli arcarecci mediante sbadacchi disposti in piani orizzontali e simmetricamente al piano di ciascuna incavallatura (V. fig. 1161). Tale disposizione, che è da preferirsi per tettoje di non grande importanza estetica, è assai conveniente, perchè abbassa il centro di gravità della tettoja e la rende così più stabile contro le azioni orizzontali dovute al vento.

Devesi ricordare che se alle due estremità il coperto non si prolunga a sbalzo almeno la metà di un interasse fra le armature principali, si devono mediante tiranti di ferro collegare fra loro i piedi degli sbadacchi sulle tre o quattro armature estreme allo scopo di eliminare la spinta all'infuori sulle armature di testa.

I travicelli ed i listelli, quando sono in legno, vengono semplicemente chiodati sulle parti sottoposte; quando sono in ferro, per le ordinarie tettoje si fanno in cantonali di filiera e si attaccano mediante squadrette e chiavarde; e per le tettoje di grandissima importanza sono vere travi a T reticolate.

La distanza fra gli arcarecci può variare entro limiti abbastanza grandi (da 1/3 ad 1/7 della distanza fra le armature principali); l'interasse dei travicelli è pressochè costante dato il tipo della copertura; e quello dei listelli poi è per alcune coperture al tutto immutabile

È buona pratica che i giunti degli arcarecci, quando questi corrano sui puntoni dei sostegni principali, cadano in corrispondenza di tali sostegni; quelli dei travicelli in corrispondenza degli arcarecci e quelli dei listelli sui travicelli.

Le dimensioni delle diverse parti dell'orditura del coperto devonsi determinare esattamente caso per caso mediante le note formole della flessione, in base al sovraccarico, al peso della copertura e dell'orditura ed alla inclinazione della falda.

Come prima approssimazione per i tetti e le tettoje in legno con le comuni pendenze di 0,40-0,45 per metro, si prenderanno le dimensioni risultanti dalla tabella seguente:

COPERTURE LEGGIERE
Peso totale compreso il sovraccarico: Kg. 430 per m² di falda

Portata		Interassi		Constitution	***************************************	
	1,00	1,50	2,00	Portata	Interassi	Sezione
3,00	12×12	12×14	14×17	1,00		6×6
4,00	12×14	12×18	15×20	1,50	0,50	8×8
5,00	15×18	15×20	15×24	2,00		8×10

Per tettoje e tetti in ferro varranno, come sommaria indicazione, i dati seguenti:

a) Tettoje in ferro coperte con tegole piane alla Marsigliese, sovraccarico Kg. 60 per m² di falda. — Arcarecci: portata fino a m. 2,70, interasse fino m. 1,60 sezione  $\mathbb{Z} \frac{80 \times 50}{6 \times 7}$ ; travicelli: interasse fino a m. 1,20

sezione 
$$L^{\frac{50\times50}{5}}$$
; fino a m. 1,40 sezione  $L^{\frac{50\times50}{6}}$ .

b) Tettoje come sopra, sovraccarico Kg. 70-80 per m² di falda. — Arcarecci: portata fino a m. 3,50, interasse fino a m. 1,40 sezione Z  $\frac{100 \times 55}{6^{1}/_{2} \times 8}$ ; travicelli: come alla lettera a).

c) Tettoje come alla lettera a), sovraccarico Kg. 70-80 per m² di falda. — Arcarecci (in piani verticali sostenuti da sbadacchi): portata fino a m. 7,00, interasse fino a m. 1,45 sezione ferro a  $\square$  composto, reticolato, fatto di due  $\lfloor \frac{60 \times 60}{8}$  distanti in tutto mm. 200; travicelli: come alla lettera a).

d) Tettoje come alla lettera a), sovraccarico Kg. 100 per m² di falda. — Arcarecci: portata fino a m. 1,00 sezione  $\mathbb{Z} \frac{100 \times 55}{6,5 \times 8}$ ; travicelli: come alla lettera a).

e) Tettoje come sopra e per sovraccarico fino a Kg. 100 per m² di falda. — Arcarecci (in piani verticali, senza sbadacchi): portata fino a m. 5,00, interasse fino a m. 1,90 sezione ferro a Composto di due cantonali di  $50\times50$ , anima di  $250\times6$ ; travicelli: fino a m. 2,15 di

interasse sezione L 
$$\frac{75 \times 75}{8}$$
.

f) Tettoje coperte con lamiere ondulate di zinco o di ferro zincato, sovraccarico fino a Kg. 60 per m² di falda. —  $Piccole\ pendenze\ (pensiline):\ arcarecci,\ portata fino a m. 4,75, interasse fino a m. 1,00 e m. 1,50 sezione <math>\mathbb{E}\frac{80\times45}{6\times8}$  o  $\mathbb{E}\frac{120\times45}{5^{-1}l_2\times10};\ grandi\ pendenze\ (tetti e tettoje):\ arcarecci,\ portate fino a m. 4,50, interasse fino a m. 1,55 sezione <math>\mathbb{E}\frac{120\times60}{7\times9};\ portate\ fino\ a\ m. 5,25,$ 

interasse fino a m. 1,85 sezione  $\pm \frac{160 \times 55}{7 \times 10}$ ; portate oltre i 6 m. e fino ad 8 m., interassi fino a m. 1,50 arcarecci colla nervatura inferiore arcuata, ferri a  $\pm \frac{80 \times 52}{6 \times 7}$ ;

portate fino a 10 m. ed interassi fino a m. 1,40 arearecci come precedentemente, ferri a  $7 \frac{90 \times 63}{6 \times 7}$ .

Il peso per m<sup>2</sup> di falda approssimativo della orditura di un tetto risulta dalla seguente tabella:

INDICAZIONI	Peso totale Kg.	Arca-recci Kg.	Travi- celli Kg.	Listelli Kg.
Tetti in legno.	Live of			
Coperture leggiere	25-27	11-12	12-13	2
Coperture pesanti	34-36	14-15	18-19	2
Tetti in ferro.	the part and	LIB TOTAL		Philips
a) Copertura di tegole piane; portate degli arcarecci fino a m. 3,50	18-25	8-10	4-7	6-8
b) Id. id., portate fino a m. 7,00	30-35	20	4-7	6-8
c) Copertura di zinco piano su tavolato di legno	20-25	4-9	lota yay	tavolato
d) Copertura di lamiera ondulata e arcarecci rettilinei di filiera	10-14	10-14	_	y s year
e) ld. id. e arcarecci arcuati o composti	26-28	26-28	Silve-silv	-

Nei tetti e nelle tettoje con falde di uniforme pendenza, i materiali dell'orditura sono utilizzati nel modo migliore; non è così evidentemente per quelle con falde a pendenza variabile da punto a punto della tettoja.

#### COPERTURE.

I dati più importanti relativi alla costruzione delle diverse coperture sono raccolti nell'unita tabella, mentre altri dati saranno nella breve descrizione delle diverse coperture man mano esibiti al lettore.

d'ord.	INDICAZIONE DELLE COPERTURE	Pendenza per metro	Per ogn	OSSERVAZIONI		
No C	INDIVIDUAL DELLE COPERIORE	delle falde piane	Quantità	Peso in Kg.	OBBERTIERO	
		10-10	of the pro- the returning			
1	Togolo curvo (a due strati	005 050	n. 36-40	60-80	I pesi si riferi-	
1	Tegole curve (a due strati	0,25-0,50	n. 54	90-120	scono ai soli	
2	Tegole maritate con sottoposto pianellato senza » »	1020.085	embrici n. 9	137	materialidi copertura, e-	
2	senza » »	0,30-0,05	canali n. 9-13 1/2	72,5	sclusa l'ordi-	
3	Tegole piane alla Marsigliese	0,30-0,65	n. 14-14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	40	tura.	
4	Ardesie $\begin{cases} di 30 \times 22 \\ di 22 \times 16 \end{cases}$ grossezza mm. 5-10.	0,30-1,73	n. 46 » 85	35-70		
5	Pietre schistose { di cm. 100 di lato di cm. 56 di lato	0,30-1,00	» 1,5 » 6	100		
-6	(n. 14	Lemma	m <sup>2</sup> 1,15	7,00	in media	
6	plano su tavolato (n. 16	0.00 0.10	» 1,15	9,00	»	
0	Zinco (n. 14	0,30-0,42	» 1,20	10,00	>>	
1	(n. 16		» 1,20	12,00	»	
7	Ferro zincato ondulato (n. 20 calibro ingl.)	0,30-0,42	» 1,20	13,00	<b>»</b>	
8	Vetri	0,30-0,38	» 1,10	3,00 per ognimm. di grossezza di vetro	tenuto conto dei ricoprimenti	
9	Cartone incombustibile	0,27-0,40	» 1,05	3,00	2001	

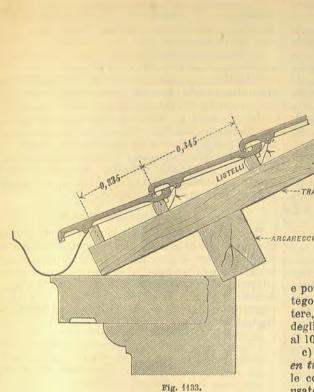
## DIVERSI SISTEMI DI COPERTURA.

#### 1. Copertura con laterizi.

a) Copertura con tegole curve (franc. Couverture en tuiles creuses; ted. Bedachung mit Hohlziegel). — È una copertura semplice ed economica diffusa in tutta Italia.

Le dimensioni comuni delle tegole curve sono in centimetri: lunghezza 40-45; sviluppo della sezione mediana  $^1/_2(25+16)$ ; grossezza 2. Le buone qualità ben cotte non sono porose; dànno un suono sano; e messe colla concavità in alto reggono un uomo ritto sugli spigoli. Si dispongono in due strati che si accavallino e si sfalsino (canali e cappelli), con ricoprimento da 11 a 14 cm.

TRAVICELLI



Se la falda di tetto è molto lunga o molto esposta al vento ed in generale presso le gronde, si pone sui cappelli un terzo strato di tegole detto *ridoppi*.

Negli incontri cogli abbaini, coi camini e coi muri si fa aggettare sulle tegole per mezza testa uno strato di mattoni e si stucca il vano sottostante con buona malta di calce. Nei compluvi si formano canali di coccio mediante le tegole stesse, o meglio si fanno canali di zinco o di ferro zincato. Pei displuvi si hanno in commercio i tegoloni lunghi circa 52 centim., che si fissano con malta di calce a cavallo delle falde intersecantisi.

Le tegole curve si pongono in opera su travicelli di 4 × 6 distanti fra loro 17 a 20 centim., che si chiodano direttamente sugli arcarecci distanti in media 50 cm. (2 m. di arcarecci, 6 m. di travicelli ogni m² di falda, all'incirca). Si usa pure far posare le tegole su un tavolato di legno chiodato sui travicelli. La prima disposizione, generalmente usata in Piemonte, migliore della seconda.

Il prezzo delle tegole curve è da L. 40 a L. 45  $^{\circ}$ / $_{\circ \circ}$  in fornace.

b) Copertura con tegole piane e curve (tegole maritate). — È usata specialmente a Roma e nella provincia romana. Sovra travicelli di 6 × 11 distanti 31 cm. da asse ad asse si forma un pianellato con pianelle di 31 × 15 × 3 (20 pianelle per m² di falda) unite fra loro con malta di calce e pozzolana, trattenute al basso della falda verso la gronda da un listello (pedagnota) chiodato sui travicelli. Sul pianellato si dispongono le tegole piane (embrici) e le tegole curve (canali) in modo che ogni filare di queste ricopra il sottoposto per 8-10 centimetri. Gli embrici hanno forma trapezia: sono lunghi 44 cm. e larghi in media: ½ (36 + 29) cm. Alla gronda si appoggiano sulla pedagnola embrici speciali rettangolari (grondoni) lunghi 65 cm. e larghi 28: su questi sono murati gli ultimi canali con malta di calce

e pozzolana. Pei displuvi e compluvi, ecc. come per le tegole curve. Il pianellato si può per economia omettere, posando gli embrici addirittura sui listelli. Il prezzo degli embrici in fornace è di L. 90 e dei grondoni L. 200 al 1000.

c) Coperture con tegole piane (franc. Couvertures en tuiles plates, en tuiles à la Marseillaise). — Fra le coperture con tegole piane sono più comunemente usate in Italia quelle con tegole piane ad incastro. Di queste se ne hanno di due sorta: quelle Parigine più piccole, e quelle Marsigliesi più grandi; queste assai più diffuse delle prime. Le medie dimensioni ordinarie delle tegole marsigliesi sono in cm.: lunghezza totale 41, larghezza totale 25. Le buone qualità ben cotte sono esattamente piane, hanno color carnicino non troppo vivo, dànno un buon suono, e collocate di piatto su due appoggi distanti di circa 32 cm. reggono un uomo e sono infine poco porose. Si pongono in opera su listelli, contro i quali poggiano con due risalti (vedasi fig. 1133) (m. 3 di listelli ogni m² di falda).

I listelli di legno hanno la sezione di  $3 \times 4$  e l'interasse di cm. 34,5 e sono chiodati sui travicelli. Quando i listelli sono in ferro, sono cantonali di  $\frac{30\times30}{5}$  inchiavardati con bolloncini del diametro di 10 mm. su travicelli di  $\frac{50\times50}{6}$  distanti non più di 1 metro, ed hanno l'esatto interasse di cm. 34,5.

Le tegole si legano ai listelli con filo di ferro zincato o meglio con filo di rame e perciò esse presentano sulla loro faccia inferiore un apposito risalto con un occhio per passarvi il filo.

Si fabbricano altresl le punte di tegole destre e sinistre da porsi presso le linee di compluvio e di displuvio, e così pure i tegoloni per sovrapporre alle linee di displuvio e di comignolo; si fabbricano pure tegole più lunghe e più pesanti delle comuni per disporle presso le gronde dove il vento può alzare le tegole e cominciare così la rovina della copertura; si fabbricano infine sfiatatoi, abbaini, tubi da fumo, ecc., in modo che si combinino ad incastro col resto della copertura, la quale resta così formata da elementi tutti quanti esattamente definiti, escluso ogni mozzicone irregolare, con vantaggio per la impermeabilità.

Le faccie superiori delle tegole piane possono verniciarsi a fuoco con diversi colori e si ha così il mezzo di formare sui tetti vaghi disegni. Il prezzo delle tegole piane è in media di L. 90 al 1000 in fornace.

La copertura con tegole dura circa 25 anni. Nel collocarla in opera conviene procedere dal basso verso l'alto e da destra a sinistra (a meno che l'operajo non sia mancino). Un muratore ed un manuale in una giornata di 10 ore mettono in opera da 300 a 400 tegole curve già elevate almeno sino all'altezza della gronda, e nelle stesse condizioni da 100 a 150 tegole piane alla Marsigliese, legature comprese; ed in una giornata di 10 ore mettono in opera il legname dell'orditura del coperto per m2 20-25 di tetto.

Volendo più riparati dal freddo e dalla polvere i locali sottostanti al tetto, le tegole curve e le tegole alla Marsigliese si posano su un tavolato di legno dolce o su un tavellato. Se i listelli sono in ferro e per tegole alla Marsigliese, s'adoperano in tal caso come listelli i ferri a 1  $45 \times 45$  col solito interasse di cm. 34,5.

51/2

#### 2. Coperture in pietra.

a) Coperture con ardesie (franc. Couverture en ardoises; ted. Bedachung mit Schiefer). - Le ardesie ed in generale le pietre per copertura devono essere sottili, piane, dure, leggiere, di grossezza uniforme, non porose e facilmente tagliabili. Le ardesie si hanno d'ordinario in lastre rettangolari di cm. (30-22)×(22-16)× x(1,8 sino a 0,5). Nel Genovesato, dove le ardesie sono generalmente impiegate, si pongono in opera con malta su un tavolato; ma più spesso sono chiodate con chiodi di ferro zincato del diametro di circa 4 mm. (fran. Clou à ardoises; ted. Schiefernagel) sovra un tavolato di legno dolce di grossezza fra 2 e 4 cm. chiodato a sua volta sui travicelli. Di ogni lastra non si scopre che un terzo e i giunti sono rigorosamente sfalsati. Il primo ordine di lastre verso la gronda si fa sempre più largo e di maggior grossezza dei restanti ordini superiori. Se il tetto non è importante, i displuvi si coprono con tegole curve; in caso contrario con lamine di piombo, di zinco o di ferro zincato; nei compluvi si collocano sempre doccie metalliche.

Le faccie più ripide dei tetti alla Mansard sono coperte con ardesie con contorni ed ornati di zinco stampato; le falde meno inclinate invece con lamiera piana di zinco.

Quando una copertura d'ardesie va contro un muro verticale, le lastre s'incassano in esso, stuccandole con calce idraulica.

Per ogni m2 di copertura d'ardesie occorrono mediamente n. 100-190 chiodetti del peso di grammi 150-255. Un operajo in una giornata di lavoro, coll'ajuto di un manovale e nelle solite condizioni, mette in opera 300 a 500 ardesie; ed un muratore in eguali condizioni posa in una giornata i travicelli ed il tavolato per circa 25 m2 di tetto.

b) Coperture con pietre schistose (Devolo, Barge, Bagnolo). - Le lastre più comuni sono quadrate, col lato di 56 cm. e grosse non meno di 2 cm. Nel modo più semplice si pongono in opera sovra arcarecci di 8x10 distanti cm. 35, con una diagonale nel senso della falda e l'altra orizzontale, agli estremi della quale le lastre sono alquanto smussate in modo che il ricoprimento di ogni lastra sulla sottostante sia di 12 cm. circa. Le lastre di gronda sono triangolari. Se la falda ha una pendenza notevole ogni lastra si trattiene con una grappa di ferro zincato, ripiegata e chiodata sugli arcarecci. Sono pure, benchè più di rado, usate le lastre di 1 metro di lato, che si pongono in opera nello stesso modo.

Un muratore, nelle note condizioni, mette in opera, in una giornata, circa 35 lastre di 1 m. e circa 60 lastre di 56 cm. e posa in una giornata e nelle stesse condizioni gli arcarecci per circa mº 40 di tetto.

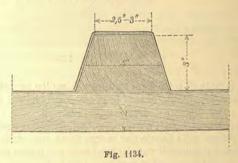
La durata delle coperture di ardesie è di circa 25 anni

e delle coperture di pietra circa 30 anni.

È analoga alla copertura d'ardesie e si pone in opera nello stesso modo quella di tegole piane di legno, che serve specialmente per quei luoghi dove il legno abbonda e per le cupole. Le tegole di legno sono rettangolari. con un lato arrotondato e vengono chiodate su un tavolato coi giunti sfalsati a squama di pesce, in modo che ogni tegola sporga di appena 1/3 dalle sovrastanti. Non si devono risparmiare nè olio di lino cotto, nè chiodi nella costruzione del coperto, ed ogni tre anni almeno si dovrà rinnovarne la spalmatura.

# 3. Coperture metalliche.

Le coperture intieramente di piombo sono ai nostri giorni poco usate in causa del loro prezzo elevato e del loro considerevole peso. Non era così nei tempi passati: buon numero delle chiese italiane ha coperture in piombo che resistono con poche riparazioni da moltissimo tempo. Striscie di piombo, della grossezza di mm. 3,5 a 4,5, si usano tuttavia anche ora nei displuvi o nei vertici multispigoli delle altre coperture.



Così le coperture di rame, quantunque siano di grandissima durata, non sono mai adoperate al di d'oggi a causa del loro prezzo. Invece le coperture di zinco sono oramai divenute di uso continuo e generale.

a) Coperture di zinco. - Lo zinco per coperture viene adoperato sotto due forme, di lamiera piana o di

lamiera ondulata.

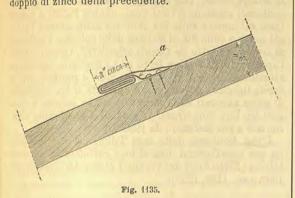
Lo zinco piano è messo in commercio dalle fabbriche belghe (Vieille Montagne) in fogli di 0,80-1,00 x 2,25; le grossezze dei fogli più comunemente adoperate sono di:

0,95 1,08 0,82 mm. 0,66 0,74 16 13 14 15 N. 12 7,56 al m2 Kg. 4,62 5,18 5,74 6,65

I fogli di zinco piano si pongono in opera col maggior lato nel senso della pendenza sopra un tavolato chiodato sugli arcarecci distanti non più di m. 1,10 e che è continuo o no a seconda dell'economia che si vuol conseguire. La maniera più semplice di disporre i fogli è quella rappresentata dalla fig. 1134. Si chiodano cioè sul tavolato nel senso della pendenza a mezzo di chiodetti in ferro zincato distanti 25-30 cm., dei listelli di forma trapezia di 4 cm. di media larghezza e di 3 cm. di altezza, sui quali i fogli si fanno accavalcare per 25-30 mm. La unione dei fogli nel senso normale alla pendenza si fa come nella fig. 1135. La grappa a è in zinco di uno o due numeri superiore a quello impiegato per la copertura ed è fermata al tavolato con chiodetti zincati, e di tali grappe se ne collocano due ogni intervallo fra i listelli.

Con questo sistema 1 m2 di lamiera di zinco copre m<sup>2</sup> 0,90 di tetto, e cioè 1/10 circa dello zinco va perduto per le unioni dei fogli.

Un'altra maniera per le unioni dei fogli di zinco piano si trova disegnata nell'Album della Società della Vieille Montagne; ma una tale maniera consuma all'incirca il doppio di zinco della precedente.



Lo zinco in lamiera ondulata (franc. La tôle de zinc ondulé; ted. Das Zinkwellenblech) viene usato per la copertura di quelle tettoje da cui si domanda una difesa. non tanto contro la polvere o contro il freddo od il caldo, ma soltanto contro le intemperie. Le superficie di coperta delle tettoje ove si vogliono impiegare lamiere ondulate per copertura, devono essere assai semplici. I fogli messi in commercio dalle officine belghe



hanno le ondulazioni dell'altezza di mm. 35 e della larghezza di mm. 100; hanno la larghezza totale di mm. 750 (cioè 7 ondulazioni complete di 100 mm., più 25 mm. per parte) e la lunghezza massima di m. 2,65 ed anche eccezionalmente di m. 2,80; e si pongono in opera direttamente sugli arcarecci, risparmiando tutte le altre membrature dell'ordito del coperto, e ad essi si fermano mediante grappe di ferro zincato fissate con bolloncini zincati ed

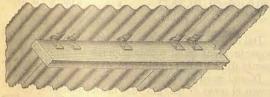


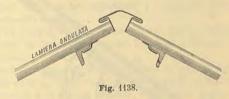
Fig. 1437.

a chiusura ermetica sotto i fogli in corrispondenza della generatrice più alta della ondulazione impegnata oppure semplicemente saldate a stagno sotto ai fogli (fig. 1136 e 1137). L'interasse degli arcarecci non deve superare m. 1,10. Il colmereccio si copre come risulta dalla figura 1138. Il ricoprimento dei fogli nel senso della pendenza varia da mezza ad l ondulazione ed in senso normale dai 12 ai 16 cm. Pertanto con fogli lunghi in media m. 2,25, ogni m² di foglio copre in

media m2 0,84-0,78 a seconda che si abbia il ricoprimento di mezza o di una ondulazione; in media è pertanto il 19% di zinco che va perduto nella sovrapposizione dei fogli e questa percentuale cresce col diminuire le dimensioni dei fogli impiegati.

Ciascun foglio deve poggiare almeno su tre arcarecci consecutivi, cui è collegato oltre che con le grappe anche con nodi di filo di ferro zincato. I fori nelle lamiere per il passaggio del filo si consolidano con una lastretta saldata e si ricoprono con un cappelletto (franc. Calotin) egualmente saldato. Le grappe hanno la sezione di mm. 30×4 e la lunghezza di mm. 120 circa: sono in numero di 3 per foglio ed il loro peso si può ritenere di Kg. 0,400 per m2 di falda. I numeri più usati per le coperture di zinco ondulato sono il 14 ed il 16 (V. M.): ogni m<sup>2</sup> di lamiera ondulata del n. 14 pesa Kg. 7,40 e del n. 16 Kg. 9,75.

Si deve inoltre evitare che le persone camminino sulla copertura, che ne resterebbe ammaccata; e perciò, quando occorrano riparazioni, gli operai si servono di scalette di legno a piuoli, che sono lunghe almeno come due intervalli fra gli arcarecci e che hanno alle loro estremità riportati dei pezzi su cui è riprodotta la ondulatura della lamiera, e che si appoggiano su questa in corrispondenza degli arcarecci. Dall'esterno si può facilmente riconoscere se si è o no in corrispondenza degli arcarecci colla guida delle chiavardine o dei cappelletti di cui si è parlato testè.



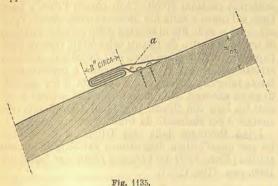
Quanto alla mano d'opera necessaria per mettere a posto una copertura di zinco piano su tavolato si può ritenere che tre operai ed un manovale coprano circa 25 m2 di tavolato in una giornata di 10 ore e che lo stesso numero di persone copra nello stesso tempo 30 a 35 m2 di falda con lamiere di zinco ondulato.

Si costruiscono pure in zinco altri tipi di coperture imitanti quelli in pietra ed in ardesia, mediante elementi che si pongono in opera su un tavolato direttamente chiodato sugli arcarecci e che si fissano mediante grappe. Si trovano poi in commercio cornici, mantovane e svariatissimi ornati di zinco stampato per tetti, finestre, balaustrate, cancelli, porte, ecc. Vedasi in proposito l'Album della Vieille Montagne. Sarebbe desiderabile che gl'ingegneri ed architetti italiani nella scelta degli ornati in zinco che vengono forniti dall'estero, osservassero se essi vanno d'accordo col gusto italiano e collo stile dell'edificio cui tali ornati si applicano.

La durata delle coperture in zinco è di circa 25 anni. b) Coperture di lamiera ondulata di ferro zincato (franc. Couverture en tôle ondulée galvanisée; ted. Bedachung mit verzinktes Wellenblech). - Alle coperture di zinco ondulato si possono sostituire utilmente quelle di ferro o di acciajo ondulato e zincato, cioè ricoperto di un sottile strato di zinco mediante immersione in un bagno di zinco fuso. Le lamine di ferro o di acciajo ondulato e zincato hanno una considerevole resistenza propria ed è in conseguenza permesso di aumentare l'interasse degli arcarecci e di sopprimere perfino le armature principali di sostegno, facendo in modo che la copertura funzioni essa stessa da armatura di sostegno.

Con questo sistema 1 m2 di lamiera di zinco copre m<sup>2</sup> 0,90 di tetto, e cioè 1/10 circa dello zinco va perduto per le unioni dei fogli.

Un'altra maniera per le unioni dei fogli di zinco piano si trova disegnata nell'Album della Società della Vieille Montagne; ma una tale maniera consuma all'incirca il doppio di zinco della precedente.



Lo zinco in lamiera ondulata (franc. La tôle de zinc ondulé; ted. Das Zinhwellenblech) viene usato per la copertura di quelle tettoje da cui si domanda una difesa. non tanto contro la polvere o contro il freddo od il caldo, ma soltanto contro le intemperie. Le superficie di coperta delle tettoje ove si vogliono impiegare lamiere ondulate per copertura, devono essere assai semplici. I fogli messi in commercio dalle officine belghe



hanno le ondulazioni dell'altezza di mm. 35 e della larghezza di mm. 100; hanno la larghezza totale di mm. 750 (cioè 7 ondulazioni complete di 100 mm., più 25 mm. per parte) e la lunghezza massima di m. 2,65 ed anche eccezionalmente di m.2,80; e si pongono in opera direttamente sugli arcarecci, risparmiando tutte le altre membrature dell'ordito del coperto, e ad essi si fermano mediante grappe di ferro zincato fissate con bolloncini zincati ed

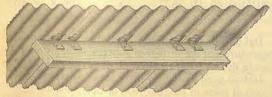


Fig. 1137.

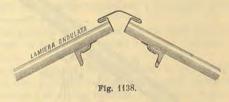
a chiusura ermetica sotto i fogli in corrispondenza della generatrice più alta della ondulazione impegnata oppure semplicemente saldate a stagno sotto ai fogli (fig. 1136 e 1137). L'interasse degli arcarecci non deve superare m. 1,10. Il colmereccio si copre come risulta dalla figura 1138. Il ricoprimento dei fogli nel senso della pendenza varia da mezza ad l ondulazione ed in senso normale dai 12 ai 16 cm. Pertanto con fogli lunghi in media m. 2,25, ogni m² di foglio copre in

media mº 0,84-0,78 a seconda che si abbia il ricoprimento di mezza o di una ondulazione; in media è pertanto il 19% di zinco che va perduto nella sovrapposizione dei fogli e questa percentuale cresce col diminuire le dimen-

sioni dei fogli impiegati.

Ciascun foglio deve poggiare almeno su tre arcarecci consecutivi, cui è collegato oltre che con le grappe anche con nodi di filo di ferro zincato. I fori nelle lamiere per il passaggio del filo si consolidano con una lastretta saldata e si ricoprono con un cappelletto (franc. Calotin) egualmente saldato. Le grappe hanno la sezione di mm. 30 × 4 e la lunghezza di mm. 120 circa: sono in numero di 3 per foglio ed il loro peso si può ritenere di Kg. 0,400 per m2 di falda. I numeri più usati per le coperture di zinco ondulato sono il 14 ed il 16 (V. M.): ogni m2 di lamiera ondulata del n. 14 pesa Kg. 7,40 e del n. 16 Kg. 9,75.

Si deve inoltre evitare che le persone camminino sulla copertura, che ne resterebbe ammaccata; e perciò, quando occorrano riparazioni, gli operai si servono di scalette di legno a piuoli, che sono lunghe almeno come due intervalli fra gli arcarecci e che hanno alle loro estremità riportati dei pezzi su cui è riprodotta la ondulatura della lamiera, e che si appoggiano su questa in corrispondenza degli arcarecci. Dall'esterno si può facilmente riconoscere se si è o no in corrispondenza degli arcarecci colla guida delle chiavardine o dei cappelletti di cui si è parlato testè.



Quanto alla mano d'opera necessaria per mettere a posto una copertura di zinco piano su tavolato si può ritenere che tre operai ed un manovale coprano circa 25 m2 di tavolato in una giornata di 10 ore e che lo stesso numero di persone copra nello stesso tempo 30 a 35 m2 di falda con lamiere di zinco ondulato.

Si costruiscono pure in zinco altri tipi di coperture imitanti quelli in pietra ed in ardesia, mediante elementi che si pongono in opera su un tavolato direttamente chiodato sugli arcarecci e che si fissano mediante grappe. Si trovano poi in commercio cornici, mantovane e svariatissimi ornati di zinco stampato per tetti, finestre, balaustrate, cancelli, porte, ecc. Vedasi in proposito l'Album della Vieille Montagne. Sarebbe desiderabile che gl'ingegneri ed architetti italiani nella scelta degli ornati in zinco che vengono forniti dall'estero, osservassero se essi vanno d'accordo col gusto italiano e collo stile dell'edificio cui tali ornati si applicano.

La durata delle coperture in zinco è di circa 25 anni. b) Coperture di lamiera ondulata di ferro zincato (franc. Couverture en tôle ondulée galvanisée; ted. Bedachung mit verzinktes Wellenblech). - Alle coperture di zinco ondulato si possono sostituire utilmente quelle di ferro o di acciajo ondulato e zincato, cioè ricoperto di un sottile strato di zinco mediante immersione in un bagno di zinco fuso. Le lamine di ferro o di acciajo ondulato e zincato hanno una considerevole resistenza propria ed è in conseguenza permesso di aumentare l'interasse degli arcarecci e di sopprimere perfino le armature principali di sostegno, facendo in modo che la copertura funzioni essa stessa da armatura di sostegno.

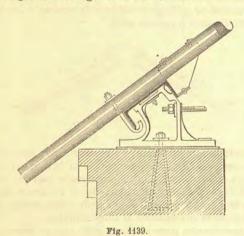
Si ha sempre però il timore che la zincatura non sia bene aderente alla lamiera di ferro (l'aderenza è maggiore per le lamine d'acciajo, che sono più rugose che quelle di ferro), per cui possono succedere distacchi fra i due metalli, la cui dilatabilità è d'altra parte molto diversa. La lamiera di ferro resta pertanto scoperta e si arrugginisce e si buca con facilità, specialmente nelle parti vicine od internate nei muri.

Le lamiere ondulate di ferro zincato si pongono in opera nello stesso modo di quelle ondulate di zinco. Tuttavia il ricoprimento nel senso della pendenza si limita in generale ad una mezza ondulazione e nel senso normale a 12-15 cm. Ne segue che la percentuale di peso perduta pei ricoprimenti è alquanto minore di quella per le coperture di zinco ondulato e si può valutare a circa <sup>1</sup>/<sub>7</sub> del peso corrispondente all'area coperta. Il peso della lamiera zincata piana al metro quadrato è di circa Kg. 8,5 per mm. di grossezza, e l'ondulazione aumenta il peso suddetto di circa il 14 º/o in media.

La ditta Origoni-Agnelli di Milano fabbrica i quattro seguenti tipi di lamiere ondulate di ferro e d'acciajo

galvanizzato:

ampiezza dell'onda . mm. 76 88 100 127 altezza dell'onda . . » 24 27 35 27 larghezza dei fogli . . » 820 750 750 840



La lunghezza delle lamiere ondulate galvanizzate è comunemente di m. 2,00; si possono tuttavia avere delle lamiere di m. 3,00 di lunghezza massima; per cui la distanza massima degli arcarecci diviene, tenuto conto dei ricoprimenti, m. 1,43, intendendo che ogni lamiera debba poggiare almeno su tre arcarecci consecutivi.

Quantunque d'ordinario la resistenza delle lamiere sia esuberante, non è consigliabile usare lamiere molto sottili, perchè queste si ossidano e si bucano con maggiore facilità di quelle più grosse. Convengono nella pratica le lamiere dei numeri 20, 22, 24 (del calibro inglese), cioè delle grossezze di mm. 1; 0,80; 0,65 rispettivamente. La durata delle coperture di lamiere ondulate è di circa 20 anni se sono ben fatte e se le lamiere sono bene zincate: di pochissimi anni se le lamiere sono difettose.

Per coperture provvisorie o per tettoje industriali le lamiere ondulate servono, come si disse, anche da armature di sostegno sino a portate di m. 20. Esse si chiodano allora le une alle altre con un ricoprimento nel senso orizzontale di 7-10 cm. mediante chiodetti di ferro zincato del diametro di 8 a 10 mm., uno per scanalatura, e nel senso della falda con un ricoprimento di mezza

onda mediante gli stessi chiodetti distanti da 25 a 30 centimetri. Ogni chiodo dista dal bordo della lamiera 30-35 mm. La monta di queste tettoje è generalmente di 1/6 e si può ritenere che le lamiere incurvate si dispongano secondo una parabola. L'appoggio delle lamiere impedisce in pari tempo che esse scorrano in modo che la tettoja rovini: tale appoggio viene costituito da due cantonali continui rivolti l'uno contro l'altro e posati l'uno sul muro o sulla fila di destra delle colonne, l'altro sul muro o sulla fila di sinistra delle colonne, e collegati di tratto in tratto da tiranti orizzontali. Oppure anche l'appoggio si fa con un ferro ad 山 continuo, inclinato e stretto mediante grappe, chiavardine e goussets tra la faccia inferiore della lamiera ondulata e tra cuscinetti di ghisa ancorati nella muratura o alle colonne e rilegati tra loro con tiranti (fig. 1139). Ogni tirante orizzontale è poi sostenuto da tiranti verticali.

L'ing. Böllinger della casa Tillmanns di Remscheid ha per quest'ultima disposizione calcolata la seguente tabella (Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure,

1890, pag. 1198, 1232):

		Profile amier		iera	Ferro a L	Lirante		anti	Costo
Luce	larghezza	lamiera poinda p			distanza degli appoggi	Diametro del tirante orizzontale	No dei tiranti verticali	permi di pianti co- perta	
m.	nım.	mm	mm	Kg:m²	10	m.	mm.	-	
6,0	100	40	3/8	6,35	Norm. ted. 12	3,51	16	1	
7,0	100	40	3/8	6,35	>	3,25	*	1	
8,	100	40	1/2	7,91	*	3,04	*	1	
9,0	100	40	5/8	9,43	»	2,87	>	2	
10,	100	40	7/8	12,56	»	2,73	*	2	
11,	100	50	8/4	12,69	Norm. ted. 16	3,52	19	2	
12,	100	50	7/8	14,33	»	3,37	>>	2	11,60
13,	100	50	1	16,28	>-	3,24	*	2	
14,	100	50	11/8	18,17	»	3,12	*	3	
15,	100	50	11/4	20,10	»	3,02	>	3	
16,	100	60	11/8	20,31	Norm. ted. 22	4,13	23	3	
17,	001	60	11/4	22,59	»	4,01	>>	4	
18,	100	60	18/8	24,65	»	3,89	*	4	
19,	0 100	60	11/2	26,66	»	3,79	*	5	2
20,	0 100	60	15/8	28,71	>	3,69	*	5	20,05

Dai dati di costo sembra risultare che il prezzo di tali coperture per m² di pianta coperta sia approssimativa mente di L. 1,00 per ogni m. l. di portata della tettoja.

Devesi però avvertire che i prezzi suesposti si riferiscono al mese di maggio 1890 in Germania e che quindi riferiti al mercato italiano potrebbero subire considere voli variazioni. Devesi inoltre notare che sotto il sovraccarico di 60 Kg. a m² per la neve, e per il vento di Kg. 120 a m² di superficie piana normale alla direzione del vento, il lavoro massimo del metallo sale nelle tettoje Böllinger a Kg. 24 per mm² di sezione. Ciò si fatto nella considerazione che tali coperture sono di raccaricate contemporaneamente dai due sovraccarichi accennati. Qui in Italia, dove molte coperture sono calcolate per un sovraccarico di soli Kg. 60 per m² di falda, il quale comprende neve e vento, si potrebbero con con-

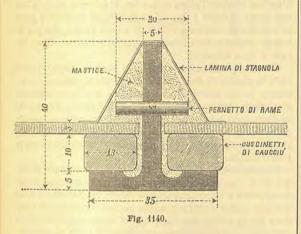
fidenza adottare le dimensioni dell'ing. Böllinger per le tettoje di ferro zincato ed ondulato.

Un'altra tabella su tali tettoje trovasi nel Manuale del prof. Colombo.

## 4. Coperture di vetro (franc. Couvertures en verre; ted. Bedachung mit Gläser).

Per piccoli lucernari si impiegano le tegole di vetro che hanno le precise dimensioni di quelle d'argilla sia piane sia curve. Esse riescono comodissime, perchè, quando si riconoscano insufficienti al bisogno i lucernari esistenti o se ne vogliano fare dei nuovi, la cosa è presto fatta, bastando sostituire alle tegole d'argilla un egual numero di tegole di vetro. La fabbrica italiana di Portovaltravaglia (Como) mette in commercio tegole di vetro delle dimensioni di quelle piane ad incastro, del peso ciascuna di Kg. 2,24 ed al prezzo di L. 180 ogni 100, franche a Milano.

Per grandi lucernari o per pareti vetrate si adoperano le lastre piane di vetro bianche o mezze bianche, cioè leggermente verdastre, della grossezza fra 3 e 10 mm. La grossezza è d'ordinario 5 mm. per le lastre dei lucernari, e di 3 mm. per quelle dei frontoni. Esse hanno



forma rettangolare di m. 0,48-0,98 di larghezza per m. 1,40-2,50 di totale lunghezza. Le lastre destinate a lucernari hanno il lato, che deve restare più basso, tagliato ad arco di cerchio della saetta di 10 cm. Le lastre sono liscie alla parte esterna e rigate alla parte interna; in tal modo penetra nel locale illuminato la luce diffusa, non la luce diretta.

Le lastre per i lucernari e per le pareti vetrate si pongono in opera su ferri a 1 distanti m. 0,50-1 secondo la larghezza della lastra. I canaletti laterali al gambo di tali ferri (franc. Fers à chassis, Fers à vitrages; ted. Fenstereisen) o risultanti dall'incurvatura della suola sono destinati al deflusso delle acque. Le lastre sono fermate ai ferri a 1 nel modo che risulta dalla fig. 1140; i pernetti di rame sono collocati a distanza di 60-80 cm. come i cuscinetti di caucciù. Il mastice ha d'ordinario la composizione seguente: biacca di Genova 0,15; minio inglese polverizzato 0,10; litargirio 0,10; terra di Vicenza 0,50; olio di noce crudo 0,15, e viene protetto da una foglia di stagnola.

Le lastre per frontoni e per pareti vetrate sono contenute da un'armatura di ferri a 1 facile ad immaginarsi e trattenute ai ferri stessi da pernetti di rame di 5 millimetri.

Un altro modo di fissare le lastre per i lucernari delle tettoje è quello pel quale le lastre sono comprese fra due cantonali disposti in modo da formare un quadrato con una diagonale verticale. I cantonali sono stretti da bolloni di 10 mm. distanti circa 60 cm. e tra le lastre ed i labbri dei cantonali s'interpongono fogli di piombo o di feltro e si regola lo stringimento dei bolloni in modo da non rompere le lastre.

La pendenza da assegnarsi ai lucernari non deve farsi troppo piccola, giacchè la neve vi si fermerebbe a lungo, rendendo non solo inservibile il lucernario, ma anche guastandolo per modo che ne nascerebbero in seguito degli stillicidi. È perciò che in quelle tettoje centinate, dove il lucernario è collocato al culmine, lo si sovralza mediante appositi montanti di lunghezza variabile in ghisa o preferibilmente in ferri sagomati, sino a dargli la conveniente pendenza, che in media non deve essere minore di 1/2\*

Il ricoprimento delle lastre non deve essere minore di 10-15 cm. quando esse non si toccano; può discendere sino a 3-5 cm. quando le lastre si toccano. Allora il lembo esterno della lastra superiore e l'interno della inferiore si contorniano accuratamente col mastice, lasciando all'esterno una interruzione di circa 3 cm. per il deflusso delle acque. Quando le lastre di vetro non si toccano, per impedire che l'acqua risalga per capillarità e produca stillicidi, si usa o sagomare a scaletta i ferri a L su cui poggiano i vetri, o meglio si dispongono i ferri a vetri in pezzi corti e con pendenza leggermente diversa da quella della tettoja, rialzandoli opportunamente alla loro parte inferiore mediante squadrette. L'agio fra la lastra superiore e l'inferiore deve essere almeno di 5 cm.

Per prevenire le rotture causate dalla grandine, i lucernari si ricoprono spesso con una reticella di ferro zincato.

Infine i lucernari che coprono le gabbie delle scale nelle case signorili si fanno con doppio ordine di vetri: l'esterno è di lastre bianche, e l'interno posto alla distanza dal primo di m. 0,20-0,50 è di vetri colorati a vari disegni.

Quanto alle dimensioni dei lucernari delle tettoje, si ritenga che, per avere una buona illuminazione, il lucernario deve avere  $^1/_3$ - $^1/_4$  della larghezza della tettoja; e per ottenere una buona ventilazione, quando esso serva soltanto come sfogatojo del sottostante ambiente, deve avere per larghezza  $^1/_8$  circa della portata della tettoja. In casi eccezionali, come per tettoje di gallerie molto frequentate, chiuse lateralmente ed ai due estremi si dà ai lucernari sfogatoi  $^1/_3$ - $^1/_4$  della larghezza della galleria. Per ottenere una migliore illuminazione è buona regola dividere la larghezza totale del lucernario in due parti eguali, una per ciascuna falda della tettoja.

Il prezzo effettivo attuale di 1 m² di copertura a vetri è, per i soli vetri di 5 mm. di grossezza, L. 10-12; e per soli vetri di 3 mm. di grossezza, L. 7-8; una copertura di vetri di 5 mm. di grossezza su ferri a <u>1</u> costa all'incirca 15-20 lire ogni m² di falda.

### 5. Coperture provvisorie.

La più semplice copertura provvisoria consta di tavole d'abete larghe 20-25 cm. e della grossezza di 2 cm., disposte secondo linee di livello delle falde e chiodate sui puntoni delle armature di sostegno con un ricoprimento di 3-4 cm. Le tavole sono spalmate con due mani di catrame vegetale o di quell'olio pesante ricavato dal carbon fossile (ted. Schwersteinkohlentheeröl), che è conosciuto in commercio col nome di Carbolineum.

Invece della semplice pittura con catrame, si possono, per maggiormente garentire l'impermeabilità del tetto, distendere sulle tavole, mentre il catrame è ancor caldo, dei fogli di carta resistente.

Questi fogli si dispongono nel senso delle linee di livello, cominciando dalla gronda, e si spalmano poi con una nuova mano di catrame e si cospargono infine con sabbia minuta di flume ben asciutta. Queste coperture, per essere conservate qualche anno in buono stato, vogliono essere spalmate con catrame ogni 2-4 anni.

Invece della carta si può adoperare la tela incerata, che si pone in opera su un tavolato continuo di abete, della grossezza di 2 cm. I fogli di tela si dispongono nel senso della minima pendenza del tetto, cominciando dalla gronda procedendo verso l'alto, e sono fra loro ed al sottostante tavolato riuniti mediante listelletti di legno di 6-8 cm. di larghezza, chiodati con chiodetti di ferro zincato. Tanto la striscia inferiore quanto la superiore, riunite da un listello, si avvolgono su di esso in modo che le teste dei chiodetti restino nascoste. Al compluvio si dispone doppia striscia di tela.

Più conveniente della tela è il cartone incatramato (francese Carton bitumineux; ted. Die Theerpappe), col quale sono coperti in Germania molti fabbricati di stazioni ferroviarie di secondaria importanza e molte

tettoje per officine.

Si costruisce un tavolato continuo in abete della solita grossezza e su questo nel senso della pendenza si inchiodano dei listelli a sezione triangolare isoscele di 3 cm. di lato per 4 di base e distanti fra loro tanto quanto la lunghezza dei fogli di cartone, meno 8-10 cm. Indi s'incatrama tutta l'orditura in legno, e poi vi si distendono i fogli di cartone (che pesano circa 900 grammi al m2) in file orizzontali, cominciando dalla gronda e procedendo verso il culmine, in modo che i fogli si ricoprano 3-4 cm. e si accavalchino sui listelli dianzi accennati, i quali si coprono con altre liste di cartone fermate con chiodi distanti circa 6 cm. l'uno dall'altro. Infine si spalma di catrame e si insabbia una o due volte tutta la conertura.

Collo stesso cartone reso incombustibile (fr. Cartonpierre; ted. Die Dachpappe) mediante l'aggiunta del 10% d'allume o di solfato di ferro, del 25-30% di sabbia ad infusori, del 15% di amianto o di asbesto, di 1/6 dell'intiera massa di silicato di soda e mediante la finale spalmatura delle due faccie di ogni foglio di cartone mediante silicato di soda, si costruiscono coperture molto leggiere ed abbastanza durature. Sopra un tavolato della grossezza di 2-21/2 cm., continuo o no, si collocano dei listelli triangolari di mm. 65 di base per 32 mm. d'altezza, distanti da asse ad asse 98 cm. e si fissano mediante punte di Parigi di 19/36 distanti 50 cm. l'una dall'altra. I fogli di cartone-pietra sono collocati nel senso della falda tra questi listelli in modo che i loro margini, leggermente ripiegati, vengano a combaciare colle faccie dei listelli stessi, i quali vengono ricoperti mediante cappelli di 10 cm. di larghezza, fissati con punte di Parigi di 16/12, distanti fra loro 5-6 cm. Il ricoprimento dei fogli è di 8 cm. e i giunti sono prima stuccati con una miscela calda di catrame minerale e di asfalto; e quindi l'intiera copertura è spalmata con la stessa miscela, ed infine cospersa con sabbia secca e possibilmente calda.

Per coperture che devono durare molto poco si omettono i listelli ed il cartone si distende sul tavolato in istriscie orizzontali aventi un ricoprimento di 10 cm. l'una sull'altra. I fogli sono fissati con punte di Parigi distanti 5 cm. fra loro e 2 cm. dai margini. Infine si incatrama il tetto e lo si insabbia.

Un'avvertenza comune a tutte le coperture incatramate e poi insabbiate è questa che si deve proibire agli operai di passeggiarvi sopra, appena siano finite, con scarpe provviste di chiodi.

Secondo dati attendibili (Manuale della società Hütte) per 10 m2 di copertura con cartone-pietra di qualità superiore con listelli occorrono:

Cartone (30 Kg.) .			. m <sup>2</sup>	10,5
Listelli			m. 1	15
Punte di Parigi 19/36			. n.	30
Id. 16/12			. >	600
Asfalto			. Kg.	3
Catrame minerale .			litri	6

Invece per 10 m2 di copertura con cartone-pietra di qualità inferiore, senza listelli, occorrono:

Cartone	(25 Kg.)					$m^2$	10,5
Punte di	Parigi 16/	12				n.	500
Asfalto						Kg.	2
Catrame	minerale				. 1	itri	6

In Inghilterra viene assai frequentemente usata la copertura con feltro, che si costruisce nel modo seguente: sopra un tavolato di 2 cm. a diligente commessura si chiodano, cominciando dalla gronda, nel senso delle linee di livello delle falde e con chiodi di ferro zincato distanti circa 4 cm. le pezze di feltro lunghe m. 25 e larghe 0,80. Una fila ricopre l'altra di 3-4 cm. Il feltro si ricopre con uno strato grosso 1 cm. di un miscuglio fatto di 4 parti in volume di catrame e di 3 di calce, strato che per la buona conservazione della copertura devesi rinnovare ogni 5 anni almeno.

Come copertura provvisoria si possono anche adoperare la paglia di frumento o di segale in mannelle trattenute ad un reticolato di pertiche mediante legature di vimini; oppure le piote erbose che furono impiegate in Germania anche per costruzioni abbastanza importanti, collocandole sopra un tavolato continuo ed incatramato e ricoperto poi con un triplice strato di carta incatramata.

Generalmente i tetti e le tettoje che si coprono in uno dei modi sopradescritti non hanno mai superficie molto complicate e sono bene spesso isolati. Se per caso il tetto dovesse andar contro qualche parete verticale, si chioderà sul tavolato una lastretta di zinco che si internera entro una corrispondente scanalatura nella parete verticale, stuccando poi la commessura con buona malta. Se il tetto deve essere traversato da canne da camini, si circonderà la canna con un anello di lamiera di zinco chiodato sul tavolato del coperto, col quale anello imboccherà un secondo anello di zinco fissato alla canna stessa. Questo partito devesi sempre adottare anche per coperture stabili di ferro zincato o di zinco su tavolato.

Per le coperture dei terrazzi rimandiamo all'articolo FABBRICATI.

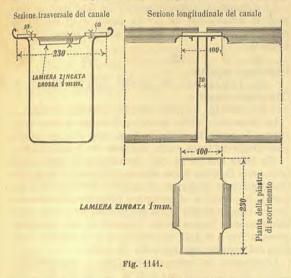
# ACCESSORI DELLE COPERTURE.

1. Canali e tubi di gronda. — I canali di gronda dei tetti e delle tettoje si fanno comunemente in ferro zincato della grossezza di mm. 1-1 1/2 e si sagomano come si desidera.

Il margine esterno di un canale si consolida o ravvolgendolo sovra sè stesso o su un filo di ferro zincato del diametro di 4 mm. I canali vengono sostenuti mediante cicogne di mm. 40×5, collocate ogni 80-100 cm. e saldate ai canali stessi e riunite poi ai travicelli od agli arcarecci mediante chiodetti, chiavardine o viti a legno secondo i casi. Pel deflusso delle acque la pendenza del canale deve essere almeno di 0,5 per %, e tale pendenza viene ottenuta facendo i gambi delle cicogne di differente lunghezza. Qualora la gronda, come quasi sempre

avviene, faccia parte della cornice di coronamento di una costruzione importante, le cicogne non si fanno apparire, e si saldano invece accuratamente sulla faccia interna del canale di gronda.

Le gronde si costruiscono in pezzi lunghi al massimo m. 2, che vanno quindi riuniti a piè d'opera. Prima perciò s'inchiodano tra loro con chiodetti di zinco distanti circa 10-15 cm. e si completa l'unione con la saldatura. Questa è però sufficiente per le gronde comuni



di poca importanza. I canali di gronda molto alti, come talora quelli dei compluvi, si racchiudono, per impedirne le deformazioni, entro una cassetta di legno e, per strutture intieramente metalliche, entro cassette formate con 4 cantonali di  $\frac{30\times30}{5}$  riuniti ogni 60 cm. circa da montantini fatti con gli stessi cantonali.

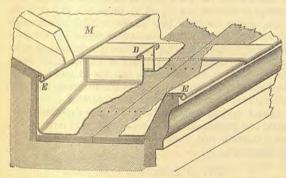


Fig. 4142. — M, copertura del tetto in zinco piano;
E, gronda; D, piastra di dilatazione.

Una speciale attenzione deve essere usata nel permettere la dilatazione dei canali di gronda quando siano lunghi ed alti. Essi allora si dividono in tante cassette lunghe all'incirca 10 m., poste le une presso le altre coll'intervallo di 2-4 cm. e servite ognuna da un tubo verticale pel deflusso delle acque. L'intervallo fra le due cassette vicine si copre come risulta dalla fig. 1141. Un ripiego simile devesi sempre adottare qualora si facciano le gronde in lamiera piana di zinco chiusa entro cassette di legno, sulle cui pareti esterne sono riportate le sagome della cornice di coronamento dell'edificio (fig. 1142).

I canali devono sempre essere di sezione piuttosto abbondante e collocati rispetto alla linea di gronda del tetto in maniera che l'acqua cadendovi non abbia a rimbalzare al di fuori. Ordinariamente la parte utile dei canali esterni ha l'altezza di mm. 120-150 e la larghezza di mm. 250-300.

I tubi verticali pel deflusso delle acque raccolte nelle gronde sono pure in ferro zincato della grossezza di mm. 1-1 ½ ed hanno il diametro di mm. 100-120. Il loro numero si regola pei nostri climi in proporzione di 1 ogni 50 m² di tetto e la loro distanza massima è di 15 metri all'incirca. Essi sono tenuti fermi (ma non aderenti) ai muri lungo i quali pendono, mediante grappe di ferro zincato poste a distanza di m. 1,90-2,00 fra loro. A circa 2 m. dal suolo imboccano entro tubi di ghisa dello stesso diametro interno, pei quali infine l'acqua defluisce all'esterno o meglio viene immessa entro cunicoli in muratura, che la allontanano dall'edifizio.

L'attacco dei tubi di scolo alle gronde si fa o mediante un gomito o mediante tubi corti e leggermente conici, che imboccati gli uni negli altri dànno un tubo ricurvo a gola cogli elementi estremi verticali.

L'attacco alla gronda si può mascherare con ornati in zinco stampato.

Quantunque forse in un edificio d'importanza stuoni il vedere le linee del cornicione tagliate dai tubi pel deflusso dell'acqua piovana, non sembra consigliabile il partito proposto da taluni, col quale il tubo di scolo traverserebbe internamente tutto il cornicione al disotto del quale uscirebbe all'esterno. Nè è più consigliabile di nascondere i tubi di gronda entro appositi incavi lasciati nelle fronti dei muri esterni. O si fanno i canali, come usavano gli antichi, con tubi di terra cotta a diligente imbocco gli uni negli altri, stuccando i giunti con buona malta, oppure con tubi di piombo, ed allora non vi sarà nessun inconveniente a nasconderli entro la muratura

Ma se ciò si vuol fare con tubi di ferro zincato, si corre rischio di veder comparire dopo qualche tempo delle larghe macchie di umidità che deturpano la facciata più assai dei tubi che si cercò nascondere.

2. Mantovane. — Nelle tettoje di qualche importanza si usa mascherare le teste dei puntoni e dei travicelli mediante le mantovane. Queste possono essere di legno e traforate a diversi disegni, od anche di zinco stampato o di ferro zincato. L'Architettura del Legno (editori Camilla e Bertolero di Torino), l'Architettura del Ferro (editore B. Saldini di Milano,) l'Album de la Société de la Vieille Montagne contengono svariati ed eleganti tipi di queste parti di finimento.

Il modo più semplice e più economico di porre in opera una mantovana di zinco stampato o di ferro zincato è quello di inchiodarla con chiodetti zincati ad un tavolone di larice, esso stesso unito con chiavardine o con chiodi alle teste dei puntoni, degli arcarecci o dei travicelli. Quando ciò non si possa ottenere in causa della altezza che si deve assegnare alla mantovana, questa si fissa mediante chiavardine sopra un lamierino di 3 mm. che si irrigidisce con montanti interni di cantonali

e che si collega con ferri a L alle teste dei puntoni o degli arcarecci.

Nelle località battute dal vento, le parti sporgenti delle mantovane devonsi tener più corte che si possa, perchè non vibrino troppo e non si torcano od anche non si rompano. Le mantovane in zinco stampato sono soggette a rompersi per tale causa più delle altre, massime lungo i risalti orizzontali.

Sostegni principali dei tetti e delle tettoje (franc. Fermes; ted. Die Dachbinder).

Sono questi che danno la forma ed il nome ai tetti ed alle tettoje e per la loro importanza meritano un accurato esame.

La grossa armatura dei tetti comuni ha una struttura assai semplice; essa si compone dei falsi puntoni (francese Faux arbaletrier; ted. Der falsche Sparren) posti all'equidistanza di m. 1,50-2,00, che per portate minori di m. 5 poggiano direttamente sulle murature e per portate maggiori di m. 5 riposano su banchine di legno assicurate ai muri mediante staffe di ferro.

L'appoggio dei falsi puntoni al colmereccio si fa o sui muri per mezzo dell'or accennata banchina o sulla sola banchina, che viene allora a funzionare come una trave

portante.

Quando non si abbiano muri su cui poggiare la banchina di colmo (come, ad esempio, nella copertura delle chiese) si dispongono a tal fine delle incavallature in legno a convenienti distanze (generalmente in corrispondenza dei pilastri o delle lesene), e dalla banchina così appoggiata si fanno a destra e sinistra discendere i falsi puntoni coll'equidistanza di m. 1,50-2,00, collegandoli due a due in sommità a mezzo legnò e con una chiavarda, e, se la portata supera i m. 5 per ogni falso puntone, collegandoli anche al piede con un tirante in legno od in ferro tondo del diametro di 15-20-22 mm. La banchina di colmo si deve poi sostenere, quando abbia portate superiori a m. 5.50, con due saettoni (francese Contrefiche, Jambe de force; tedesco Die Strebe) che spingono o sui muri d'appoggio della banchina o sui monaci (franc. Poinçon; ted. Die Hängesäule) dei cavalletti che portano la banchina stessa. Per portate superiori a m. 6,50, si dispone sotto la banchina un sottotrave riunito con chiavarde e fasciature alla banchina.

L'ossatura del tetto rimane in tal modo formata da incavallature maggiori (sostituite, dove si può, da muri), tra le quali sono disposte altre incavallature minori che reggono insieme alla prima l'orditura del

coperto.

La grossa armatura di un tetto ordinario si può anche eliminare facendo servire come incavallature per il diretto appoggio degli arcarecci, archi in mattoni di m. 0,26-0,40 rampanti ed estradossati secondo la pendenza del tetto, come si è praticato in alcune chiese italiane antiche (per esempio nel Duomo di Milano, ed in S. Francesco d'Assisi), e recentemente nel nuovo Ospizio di Carità a Torino, dove l'orditura del coperto è in ferro e il tetto è per tal modo reso molto più sicuro contro il fuoco di quello che non sarebbe se fosse in legno. Un'economia nella grossa armatura la si consegue d'ordinario utilizzando i muri trasversali come falsi puntoni, e si consegue un'ulteriore economia praticando in questi muri dei vani semicircolari di m. 2-2,5 di diametro.

I punti ove concorrono due o più banchine di colmo si fanno capitare esattamente o per approssimazione sopra muri; ma quando ciò sia assolutamente impossibile, si dispongono, per sostenere i nodi di banchine, delle incavallature sia complete e simmetriche e caricate o no nel vertice, sia zoppe, sia trapezie secondo il

bisogno e le svariate circostanze.

Il legname migliore per la grossa armatura sarebbe la quercia, che veniva adoperata dai nostri padri i cui tetti durarono intieri secoli: ma essa costa ora troppo cara ed il suo prezzo è sempre per crescere, vista la relativa sua scarsezza in causa del grandissimo consumo che se ne fa per le traversine ferroviarie. Il legname attualmente più conveniente è quello di larice rosso che ci viene dalle Alpi, dalla Corsica, dall'America (pitch-pine) e che si trova di lunghezze anche considerevoli ed è di fibra robusta e duratura.

Per economia la grossa armatura si fa anche di abete; ma allora si ha cura di spalmarla con catrame o con olii pesanti che ne impediscano la tarlatura.

Le dimensioni approssimative dei falsi puntoni supposti di larice e per un lavoro massimo di Kg. 60 per centimetro quadrato di sezione, sono le seguenti: Portate:

m. 3 3,5 4 4,5 5 Coperture leggiere:

cm. 13×16 15×18 15×20 15×22 18×22 Coperture pesanti:

cm. 15×18 15×22 18×22 18×24 20×25.

Le dimensioni della banchina di colmo si determineranno di volta in volta in base alla sua portata, al peso totale del tetto e alla distanza tra i falsi puntoni.

Ma nelle tettoje in cui l'armatura si vede per di sotto, non farebbe buon effetto la diversità delle parti (incavallature maggiori e minori) sorreggenti il coperto. E perciò si dispongono unicamente le incavallature maggiori alle distanze convenienti e bene spesso strettamente legate colle dimensioni del fabbricato preesistente e su tali incavallature si fa correre l'ordi-

tura del coperto nel modo che fu detto.

L'interasse dei sostegni principali di una tettoja dipende dalla disposizione e dalla natura del fabbricato coperto e dalla sua destinazione. Vi ha tuttavia per ogni caso una portata limite superiore ed una inferiore che non conviene economicamente sorpassare. Volendo procedere a dovere, converrebbe studiare, anche sommariamente, per ogni tettoja diversi progetti con differenti intervalli fra i sostegni principali e prendere quello per il quale il volume del materiale è minimo. L'esperienza ha però provato che tal distanza deve essere compresa tra 1/3 ed 1/4 della portata della tettoja, eccezione fatta per quelle tettoje monumentali dove per decorazione convenisse tener più discosti i sostegni principali, e nel caso che questi appoggino su colonne metalliche o su pilastri in muratura, dovendosi allora cercare di sbarazzare più che si può il terreno sottostante, disponendo le incavallature colla maggiore portata ed al maggior interasse possibile.

Per i comuni tipi di tettoje in legno l'interasse massimo non supera m. 3,5-4, e per tettoje in ferro m. 7-9, ed il minimo non discende oltre m. 2,50 per entrambe

le strutture.

# TIPI DI ARMATURE PRINCIPALI.

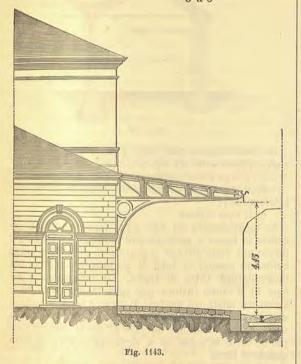
a) Tetti ad una sola falda (francese Comble à un versant; tedesco Das Pultdach). — Questi tetti s'incontrano sempre nelle chiese di tipo basilicale, nelle officine con fabbricati a tre navi e nei tetti pensili o pensiline (francese Marquise; tedesco Das Zeltdach), ora così comuni nelle nostre stazioni ferroviarie di media importanza ed alle porte dei fabbricati d'abitazione più signorili.

Per tetti in legno, quando la distanza fra i muri è minore od eguale a m. 5, bastano i falsi puntoni in legno alla consueta equidistanza di m. 1,50-2, sui quali si fa correre poi la solita orditura. Se il tetto è visibile per di sotto, si dispone un tavolato sugli arcarecci e su questo la copertura. I falsi puntoni e gli arcarecci si decorano, quando occorre, con mensolette di legno

e con ornati policromi. Se la portata è maggiore di m.5, allora d'ordinario si rinforza ogni falso puntone con una saetta, oppure si costruiscono delle mezze incavallature tipo inglese incastrate da una parte nel muro più alto e poggiate dall'altra sul muro più basso. Tali incavallature si fanno anche miste di legno e di ferro; sono in ferro i soli tiranti verticali (ad esempio Officine Miani-Silvestri a Milano).

Le pensiline per stazioni ferroviarie, dopo di essersi costruite, come tutte le costruzioni di cui qui si tratta, dapprima intieramente in legno, poi parte in metallo e parte in legno, si costruiscono ora generalmente tutte in ferro. La loro più ordinaria struttura consta (fig. 1143) di mensole triangolari su cui sono disposti gli arcarecci in ferri a I o a Z o a E, e sui quali posa la lamiera ondulata di zinco o di ferro zincato. Le

mensole sono fatte di cantonali di  $\frac{50 \times 50}{5 \text{ a 6}}$  binati. Hanno



l'interasse variabile da m. 3,50 a 4,75 secondo il fabbricato e la portata di m. 3,3,50, 4,50 e fino m. 5,00 secondo la larghezza del marciapiede che esse devono coprire. Vengono sostenute da modiglioni in ghisa ancorati nel muro e sono le mensole stesse ancorate nel muro con bolzoni di  $50\times25$ . Il modiglione sostiene ciascuna mensola per  $^{1}/_{3}$ - $^{1}/_{4}$  della sua portata, ma si può anche sopprimere conseguendo una maggiore leggerezza nella costruzione; e allora s'incurva il corrente inferiore di ogni mensola sino a darle presso al muro un'altezza di  $^{1}/_{3}$ - $^{1}/_{4}$  della portata. Vedansi ad esempio le mensole della pensilina esterna della stazione di Bologna.

La pendenza del tetto si fa di 0,10-0,13 per metro e porta lo sgrondo dell'acqua lontano dal fabbricato. I tubi pel deflusso delle acque pluviali seguono il contorno rettilineo dei correnti inferiori delle mensole ed il contorno curvilineo dei modiglioni di ghisa sino al muro, dove poi all'altezza di circa 2 m. dal suolo imboccano nei tubi di ghisa di cui si è già parlato.

La mantovana in ferro zincato od in zinco stampato od anche in ghisa della media grossezza di mm. 6-7,

viene attaccata sotto il canale di gronda mediante squadrette di  $\frac{40\times40}{5}$  o  $\frac{50\times50}{6}$  chiodate alle estremità delle mensole. Un'avvertenza importante per le pensiline verso i binari è che la estremità della mantovana sia almeno a m. 4,45-4,50 sul piano del ferro, perchè vi restino m. 0,15-0,20 di franco sulla sagoma limite di carico che, come è noto, ha l'altezza di m. 4,30. Nelle pensiline esterne verso i piazzali delle stazioni l'altezza deve essere tale che un omnibus d'albergo carico di bagagli non possa urtare contro la mantovana.

Se la larghezza del marciapiede è notevole, o se l'altezza del fabbricato è così piccola che, impostando la pensilina appena al disotto della fascia di coronamento del primo piano, si verrebbe colla pendenza di 0,10-0,13 per metro troppo in basso, si adotta il tipo di pensilina a colonne e a due falde di diversa ampiezza e di opposte pendenze in modo che sulle colonne risulta un compluvio. Le colonne sono collegate con una trave a reticolato alta 50-60 cm. con nervature di cantonali binati di  $\frac{50\times50}{5}$  o di ferri a  $\upbegin{pmatrix} \upbegin{pmatrix} 50\%\pbegin{pmatrix} 50\%\pb$ 

giano da una parte i falsi puntoni della falda principale in ferri a I o ad I binati, che sono poi all'altro loro estremo incastrati nel muro, e dall'altra parte, mediante mensole, i falsi puntoni delle falde minori a sbalzo, la cui pendenza si regola in modo da avere sotto

la mantovana l'altezza richiesta.

L'interasse delle colonne, il cui diametro medio esterno è di cm. 14-16, arriva anche a m. 13, mentre l'interasse dei falsi puntoni è presso a poco quello indicato per le mensole del tipo precedente. Le colonne servono anche da tubi pel deflusso delle acque; nei paesi molto freddi bisogna assegnar loro un diametro alquanto più grande ed evitare le strozzature di sezione all'interno di esse, affine di rendere più difficile la loro ostruzione con materiali estranei ed impedire così che l'acqua vi si ritardi e d'inverno geli producendo la rottura delle colonne. Il compluvio si maschera mediante la mantovana, che in tal caso si fa di altezza fino a m. 1-1,10 e che può essere di ghisa (stazioni di Bologna e Pistoja) o più semplicemente di zinco stampato riportato su un lamierino di ferro di 3 mm. opportunamente irrigidito all'interno. In pensiline d'importanza come le due ora accennate si nasconde l'armatura metallica mediante un soffitto in legno di correntini e tavole che è sostenuto dalle nervature inferiori delle mensole.

Il peso medio approssimativo delle ordinarie mensole a sbalzo con modiglioni di ghisa è per portate di:

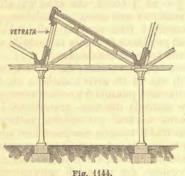
Il peso di un modiglione di m. 1,00-1,20-1,80 di lunghezza è all'incirca di 60-70-100 Kg. Il peso totale del ferro laminato nelle pensiline a sbalzo è di Kg. 25-27 per m² di area coperta ed in quella a colonne è di Kg. 23-25 per m² di area coperta. Tale peso nelle pensiline più ricche si eleva sino a Kg. 30-35.

Possono anche col nome di pensiline o meglio con quello di verande chiamarsi quelle leggiere costruzioni in ferro di m. 1,50-2 di portata che si pongono sulle porte degli edifici signorili ad uso di abitazione, e che sono coperte intieramente con vetri bianchi appoggiati sugli appositi ferri a 1. Tanto gli arcarecci quanto le mensolette laterali che li sorreggono sono fatti con leggieri ferri a 1. Un piccolo ornato di zinco stampato compisce queste leggiere ed eleganti costruzioni.

b) Tetti a due falde (francese Comble à deux versants; tedesco Das Satteldach). - 1) Tetti a falde piane. Essi sono generalmente impostati su due muri o due file di colonne; ma si vedono talora anche impostati sopra una sola linea d'appoggio, come in quelle tettoje per piani caricatori ferroviari di trasbordo da un binario all'altro, nei quali si ha interesse di ridurre al minimo l'ingombro proveniente dai sostegni del tetto. Assai utilmente le colonne si fanno con ferri sagomati in forma di H composto e le loro dimensioni si calcolano principalmente tenendo conto dell'azione di un sovraccarico di neve e di vento agente sopra una sola falda. Le colonne si collegano tra loro con una trave a reticolato. Ogni armatura principale di questi tetti ad ombrello è fatta con due mensole triangolari saldate insieme pel lato verticale posto in prosecuzione dell'asse della colonna. La larghezza dell'area coperta non è mai molto grande e non supera in generale i m. 6,00. Le colonne distano quanto più si può: non meno di 5-7 metri.

Îl peso complessivo del ferro laminato per m² di area coperta e per coperture di tegole piane, è in media

Kg. 40, comprese le colonne.



I tetti a due falde hanno in generale egual pendenza nelle due falde medesime; ma ciò non accade nei tetti già ricordati a denti di sega così comuni nella pratica industriale e da impiegarsi sempre che si tratti di coprire e di illuminare uniformemente un locale in cui le macchine debbono venir disposte su più file nel senso della lunghezza del locale medesimo.

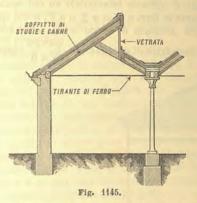
La forma delle armature di questi tetti è generalmente quella della fig. 1144, ed esse si fanno in legno per economia, ma se si vuole una maggiore sicurezza

contro gl'incendi, si fanno di ferro.

La loro portata varia da m. 4,50 a 7 e l'interasse fra 3 e 5 m. Le colonne si fanno di legno per economia, di ghisa od anche in ferri laminati. I prezzi sono oggidi tali che si possono ottenere, specialmente se si tratta di colonne alte che devono sostenere gravi pesi, colonne in ferri di filiera con sezione a I reticolato quasi allo stesso prezzo delle colonne di ghisa di pari resistenza e di un materiale notoriamente meno sicuro del ferro laminato.

Le colonne sono, come di regola, collegate tra loro da una trave longitudinale di legno o di ghisa con sezione a la nella quale s'adagia il canale di gronda, o di ferri laminati a forma di I semplice o composto e reticolato. Questa trave porta anche le armature principali quando queste non abbiano l'interasse delle colonne che per sgombrare il terreno sottostante si possono collocare a distanza doppia di quelle delle incavallature. Fra le maniere più semplici di costruire queste armature vi ha pure quella di inchiodare fra loro (analoga-

mente alle centine tipo Delorme) delle tavole in numero conveniente ed alte cm. 25-35 e grosse cm. 4-6, e formare così il puntone ed il contrafisso delle incavallature del tipo della fig. 1145; il tirante è di ferro ed è fucinato alle due estremità ad anello allungato per abbracciare il puntone ed il contrafisso. Queste incavallature si pongono a distanze di cm. 60-80 e risparmiano arcarecci e travicelli, perchè vi si dispone sopra direttamente un tavolato e su questo la copertura. L'angolo acuto superiore del tetto si difende con una lamina di zinco opportunamente ripiegata. L'intelajatura della vetrata viene fatta di legno per medie larghezze ed in ferro per larghezze maggiori.

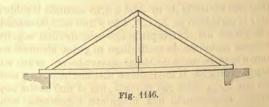


Le incavallature per tetti a falde equipendenti si raggruppano sotto tre tipi principali:

a) il tipo senza membrature normali ai puntoni;
 b) il tipo con membrature normali ai puntoni
 (Polonceau);

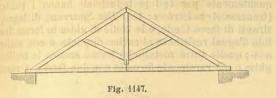
c) il tipo inglese.

Le incavallature del tipo a) si fanno quasi intieramente in legno, e soltanto per i tiranti si adopera il ferro: una volta ciò non si praticava, cosicchè si hanno bellissimi esempi di tetti di portata fino a 40 m. con incavallature tutte di legno. Le incavallature del tipo b) si fanno tuttora per portata sino a m. 20 di struttura mista coi puntoni di legno e le altre parti di metallo, e per portate oltre i m. 20 si fanno tutte di ferro. Le incavallature del tipo c) non si fanno oramai più nè tutte in legno nè a struttura mista, ma tutte quante di ferro.



Tipi senza membrature normali ai puntoni. — Vi appartengono le incavallature rappresentate nelle figure 1146 a 1150. Le prime quattro sono rispettivamente note coi nomi di: incavallatura semplice (francese Ferme simple; ted. Das einfaches Dachbinder); incavallatura con monaco e saette (francese Ferme avec poinçon et contrefiches; ted. Einfaches englisches Dachbinder); incavallatura con monaci e controcatena (franc. Ferme avec poinçon et entrait; ted. Dachbinder mit Hängesäulen und Spannriegel); incavallatura alla Palladio (franc. Ferme à la Palladio, Ferme antique, Ferme italienne; ted. Italie-

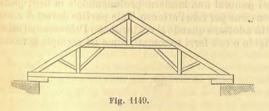
nisches Dachbinder, Dachbinder nach Palladio). L'ultima (1150) risulta dall'unione di un' incavallatura semplice triangolare a catena metallica e puntoni in legno con un sistema spingente poligonale in legno.



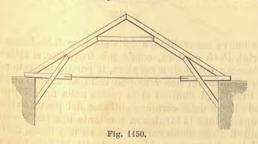
Si cerchino nel Manuale del prof. Colombo le dimensioni approssimative delle varie membrature di questi tipi di cavalletti. Tuttavia per quanto riguarda le incavallature tipi fig. 1149 e 1150, se le portate superano i 15 metri sarà meglio calcolare le dimensioni dei vari pezzi di volta in volta.



Qualora occorra utilizzare i sottotetti, conviene abolire le catene che partono dal piede dei puntoni e si dovranno adottare cavalletti analoghi al tipo della fig. 1151. Il soffitto sarà portato dalla catena principale.



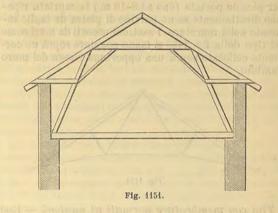
Spesso occorre prolungare notevolmente i puntoni al di fuori dei muri d'ambito della tettoja od oltre i sostegni che sorreggono le incavallature: in tal caso i puntoni si rinforzano con saettoni. Una buona disposizione è quella per cui i puntoni si fanno con due travi



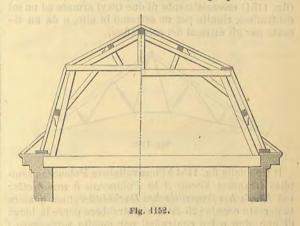
gemelle, tra le quali passano la catena, i monaci e le saette, semplificando così le unioni. Per incavallature metalliche le parti sporgenti esterne sono fatte come pensiline senza mensole in ghisa e coi correnti superiori in prosecuzione dei puntoni delle incavallature interne.

I tetti Mansard hanno incavallature in legno fatte d'ordinario secondo il tipo della fig. 1152 od in ferro secondo il tipo della fig. 1153. Le catene di queste incavallature devono essere trattate come vere travi da solajo.

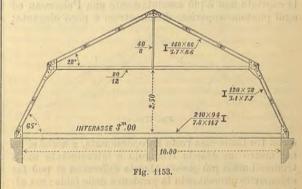
Il volume del legname occorrente per una incavallatura dei tipi ordinari è di m<sup>3</sup> 0,3 0,5 per m. l. di portata:



il peso del ferro occorrente per fasciature, chiavarde, chiodi, ecc., è di 10-30 Kg. per m³ di legname impiegato. Per quanto riguarda le unioni dei legnami fra loro vedasi l'articolo Commessure. Si tenga presente che



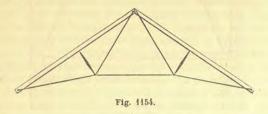
una volta stabilite le dimensioni dei puntoni e della catena, quelle delle altre membrature sono ad esse strettamente legate. Si impedisca accuratamente ogni stillicidio sulle incavallature, massime verso gli appoggi e



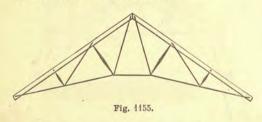
si cerchi di far circolare l'aria attorno agli appoggi stessi. Se devonsi aggiungere per rinforzo dei puntoni i sottopuntoni, come nei tipi delle fig. 1148 e 1149, questi si terranno discosti dai puntoni mediante cunei opportunamente distribuiti, affinchè l'aria possa circolare fra i legnami delle capriate.

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 80.

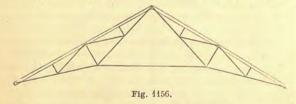
Gli appoggi sono costituiti da corte travi di legno di dimensioni eguali a quelle della catena, e che spesso si prolungano verso l'interno della portata a mo' di mensola e che sono anche talora sostenute da saettoni. Per piccole portate (fino ad 8-10 m.) le capriate riposano direttamente su un pulvino di pietra da taglio incassato nella muratura. I saettoni uscenti da muri come nel tipo della fig. 1150 si fanno poggiare sopra un dormiente collocato sopra una opportuna risega del muro d'ambito.



Tipi con membrature normali ai puntoni. — Essi sono caratterizzati dall'incavallatura inventata nel 1840 dall'ing. Polonceau (franc. Ferme à la Polonceau; ted. Französisches Dachbinder, Dachbinder nach Polonceau), e divenuta poi comunissima. Essa consta (fig. 1154) essenzialmente di due travi armate ad un sol contrafisso, riunite per un estremo in alto, e da un tirante per gli estremi dei contrafissi.



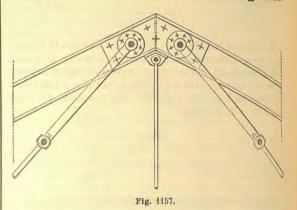
Il tipo della fig. 1154 è l'incavallatura Polonceau semplice (francese Ferme à la Polonceau à une bielle; ted. Einfaches französisches Dachbinder): ma qualora la portata ecceda i 25-30 m. si potrebbero porre in luogo di uno, due o tre contrafissi per meglio sorreggere i puntoni. Si hanno così i tipi di incavallature Polonceau a due, a tre contrafissi (franc. Ferme à la Polonceau à deux, à trois bielles; ted. Zwei, drei faches franz. Dachbinder), vedansi le fig. 1155 e 1156. Ma con due bielle la capriata non è più assolutamente una Polonceau ed ogni puntone apparisce disimmetrico e poco elegante;



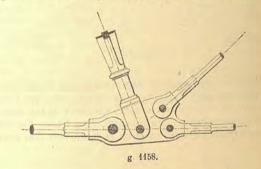
e con tre bielle essa resta sproporzionata, giacchè si ha nel mezzo un grande triangolo e lateralmente molti triangoli assai più piccoli. Questa differenza si può far scomparire aumentando la pendenza delle falde; ma allora si hanno tettoje non più adatte al clima ed al sentimento italiano. E perciò volendo impiegare le incavallature Polonceau si adopera sin presso i 40 m. di portata il tipo ad un contrafisso; così si è fatto per le tettojeconvogli di Napoli e di Bologna, e recentemente nei lavori d'ingrandimento della stazione di St-Lazare a

Parigi: accanto ad incavallature Polonceau a tre contrafissi costruite nel 1853 si sono disposte incavallature ad un solo contrafisso.

Le incavallature Polonceau miste che si usano frequentemente per tettoje industriali hanno i puntoni (francese Arbaletriers; ted. Die Sparren) di legno, i tiranti di ferro tondo, e le bielle di ghisa in forma di solido d'egual resistenza al carico di punta e con sezione a +; quelle tutte metalliche hanno ancora le bielle in ghisa o più raramente formate con due ferri a 1 riuniti



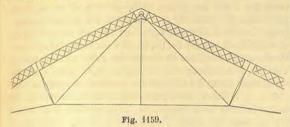
per le suole. I puntoni delle Polonceau intieramente metalliche sono fatti o con un ferro a I di filiera o composto, ovvero con due ferri d'angolo o con due ferri a cacoppiati. Gli attacchi dei tiranti e delle bielle ai puntoni e dei puntoni fra loro riescono, se i puntoni sono binati, molto semplici, giacchè basta interporre fra i ferri dei puntoni una lamiera prolungandola in fuori quanto conviene per fare l'attacco. Tale partito devesi di necessità adottare quando si costruiscano Polonceau ad unioni rigide e con ferri sagomati, come ad esempio le vecchie



e le nuove incavallature della stazione di St-Lazare a Parigi. Però qualora, com'è più frequente, si abbiano Polonceau con nodi a cerniera, il partito proposto per fare gli attacchi non è troppo bello, ed allora l'unione dei tiranti coi puntoni si fa (come nella fig. 1157) ponendo l'asse della cerniera sull'asse del puntone stesso e superandone la larghezza mediante una staffa e due anelli di ghisa inchiavardati l'uno su una faccia, l'altro sull'altra del puntone. L'unione dei tiranti colla biella si consegue in ogni caso mediante due piastre della grossezza di mm. 12-15, tra le quali essi entrano e sono stretti mediante chiavarde (fig. 1158). Nel caso di Polonceau miste, cioè con puntoni in legno, l'unione dei puntoni tra loro e coi tiranti ha sempre luogo mediante cuffie di ghisa, nelle quali entrano le teste delle travi di legno, e mediante staffe per superare la larghezza delle cuffie stesse. L'unione della biella col puntone ha luogo, per incavallature miste o no, nella più semplice maniera foggiando l'estremità della biella a forchetta e facendo in essa entrare un supportino di ghisa unito con chiavarde alla faccia inferiore del puntone. Quando questo sia a reticolato, in corrispondenza della biella si rinforza con montanti e con una breve parete piana.

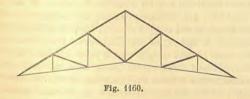
Un buon esempio di incavallatura Polonceau ad un contrafisso è quello della tettoja per la stazione centrale di Napoli, i cui particolari furono pubblicati dal giornale

del Genio Civile, anno 1871.



Adottando le unioni a cerniera, devono essere trattate con cura speciale le chiavarde di collegamento e le staffe e le estremità dei tiranti foggiate ad occhio. Il ferro per le chiavarde e per le staffe deve dare almeno 38-40 Kg. per mm² di resistenza ordinaria alla rottura ed il 18-20% d'allungamento: le staffe devono poi possibilmente essere fucinate in un sol pezzo senza saldature, od almeno con una sola saldatura eseguita con la maggiore accuratezza. Quando i tiranti siano di ferro omogeneo (acciajo estradole) è buona pratica, appunto per causa dell'inevitabile saldatura, fare le staffe dei tiranti stessi in ferro di ottima qualità.

È buona regola costruttiva da seguirsi in tutte le costruzioni metalliche che gli assi delle diverse sbarre concorrenti in un nodo si taglino tutte esattamente in un punto, affinchè non si abbiano sforzi secondari dovuti alla eccentricità delle sbarre. E perciò, quantunque usata di frequente, non è molto raccomandabile la disposizione della fig. 1157 per l'attacco dei tiranti ai puntoni nel vertice della tettoja e meglio è fare una sola cerniera nel vertice teorico della incavallatura e fare le staffe con larghezza leggermente diversa in maniera che l'una comprenda l'altra ed entrambe abbraccino il medesimo perno (fig. 1159).



Le ordinarie proporzioni delle incavallature Polonceau sono pei nostri climi: monta del tetto:  $^{1}/_{4}$ - $^{1}/_{5}$  della corda; monta dei tiranti inclinati inferiori  $^{1}/_{20}$ - $^{1}/_{25}$  della corda; altezza dei puntoni  $^{1}/_{20}$ - $^{1}/_{20}$ - $^{1}/_{20}$  della loro lunghezza

altezza dei puntoni  $^1/_{20}$ – $^1/_{30}$ – $^1/_{40}$  della loro lunghezza. Per un primo calcolo d'approssimazione si consulti il Manuale Colombo.

Il peso per m. l. di portata di una incavallatura Polonceau intieramente metallica si può stabilire approssimativamente come segue:

portata: m. 10 15 20 30 40

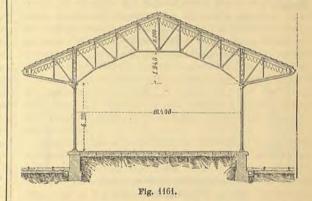
peso: Kg. 40 60 80 100-130 180-230

Tipo inglese. — Questo tipo d'incavallatura è caratterizzato dall'esistenza di due correnti, il superiore rettilineo ed inclinato secondo la pendenza della falda,

l'inferiore rettilineo, curvo o poligonale riunito al primo mediante un reticolato prevalentemente a N.

Comprende pertanto la incavallatura propriamente detta inglese (fr. Ferme anglaise; ted. Das zusammengesetzes englisches Dachbinder) (vedasi fig. 1160), così frequentemente impiegata nelle odierne tettoje per usi industriali per la sua leggerezza e semplicità anche se è costruita con nodi rigidi, e tutti i tipi che da essa derivano, come, tra gli altri, quello della tettoja per il piano caricatore a P. V. nella stazione di Bologna di cui la fig. 1161 riproduce le eleganti proporzioni, e che è ottenuto da una incavallatura inglese ordinaria, mandando i due correnti ad incontrarsi fuori degli appoggi ed alleggerendo poi la costruzione col far poligonale il corrente inferiore.

Le incavallature inglesi si fanno generalmente in ferro e a nodi rigidi; nel corrente superiore sottoposto a compressione si adoperano ferri a L, oppure ferri ad angolo o ferri a C accoppiati, e non ferri a C, coi quali gli attacchi dei tiranti e dei contrafissi non si potrebbero fare con semplicità. Il corrente inferiore si fa con un ferro piatto, alto presso a poco quanto il corrente superiore e della grossezza, secondo le disposizioni adottate, o del



gambo del ferro a 1 del puntone o della larghezza lasciata tra i ferri accoppiati del puntone stesso. I tiranti verticali ed i contrafissi inclinati si collegano con i correnti mediante piastre d'attacco, che sulla mezzeria dell'incavallatura riescono più grandi perchè collegano anche in alto i puntoni ed in basso le catene.

Gli arcarecci si pongono in corrispondenza ai nodi e, se si vuole disporli verticalmente, servono assai bene a tal fine i tiranti verticali, che allora si fanno binati. Gli arcarecci in ferri a E, composti di un'anima e due cantonali sono attaccati ad un gousset chiodato ai cantonali del tirante.

Le ordinarie proporzioni delle incavallature inglesi sono: monta del tetto  $^1/_4$ – $^1/_5$  della portata; monta dei correnti inferiori  $^1/_{40}$  della corda, od anche nulla perchè con ciò si diminuiscono la tensione della catena e la pressione del puntone. Il peso per m. l. di portata delle incavallature inglesi con ferri a  $\mathbf L$  nei puntoni, ferri piatti nella catena e ferri rigidi in tutte le altre membrature è presso a poco per le:

portate di m. 10 15 20 Kg. 40 60 80

È cioè eguale a quello di una capriata tipo Polonceau di egual portata.

Però la costruzione di una incavallatura inglese è più semplice e più economica, perchè risulta tutta di ferri piccoli e che si trovano facilmente in commercio, ed ha infine bisogno di minor cura per riescir bene. Al tipo di una capriata inglese, in quanto esso è caratterizzato dalla esistenza di due nervature riunite da un reticolato, si possono ricondurre anche le incavallature del tipo De Dion, che, impiegate dapprima per le tettoje di alcune gallerie dell'Esposizione francese del 1878, la cui luce non superava i 40 m., hanno poi nell'Esposizione del 1889 coperto l'imponente galleria delle macchine, della portata di m. 115.

Il tipo De Dion (fig. 1162) ha i correnti superiori rettilinei o leggermente centinati ed i correnti inferiori sempre curvilinei: i piedritti formano parte dell'incavallatura, che si prolunga per tal modo fino al suolo, terminandovi o incastrata od appoggiata col mezzo di

ilancieri.

Il tipo di incavallature o centine che discendano sino al suolo si è man mano andato estendendo quanto più si aumentò la portata delle tettoje e quanto più queste si vollero grandiose e leggiere. Necessitò allora di sopprimere i tiranti e di aumentare il braccio di leva della spinta orizzontale che tende a chiudere l'incavallatura in modo da efficacemente controbilanciare i momenti dei carichi esterni che tendono invece ad aprire l'incavallatura, e di dare infine a quest'ultima un appoggio sicuro.

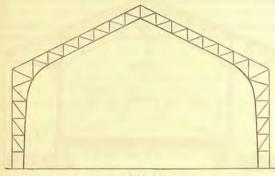


Fig. 1162.

Tutto ciò si ottiene facendo i piedritti solidali colla centina, prolungandola cioè sino al suolo: e questo partito venne adottato non solo nelle centine più grandi delle gallerie dell'ultima Esposizione universale francese, ma anche nelle magnifiche tettoje per le stazioni della ferrovia metropolitana di Berlino, in quella della stazione di Francoforte e nella tettoja della stazione di San Pancrazio a Londra, la cui portata è di m. 73.

Man mano poi che si aumentarono le portate, si volle essere completamente sicuri della ripartizione degli sforzi nelle membrature delle capriate e si vollero di più annullare le spinte e gli sforzi dovuti alla dilatazione pel calore, e ciò si conseguì ponendo alla chiave ed agli appoggi le cerniere. Le capriate divennero così

calcolabili colle sole leggi della statica.

Le dimensioni assegnate in Francia alle capriate De Dion senza cerniere sino a m. 40 di portata sono, in parti percentuali della portata stessa, le seguenti: altezza minima dei puntoni 2,5-5; larghezza dei piedritti alla base 1,5-3; larghezza dei piedritti in sommità 2,9-4; raggio del raccordo fra i correnti inferiori dei puntoni e i piedritti 16-25.

Il peso a m. l. delle capriate tipo De Dion è all'incirca: per portate di m. 15 20 40 50 115 K. 140 200 600 1100 1700

I puntoni per portate tra i 15 ed i 20 m. e per interasse di 5 m. sono fatti con cantonali binati di  $\frac{60 \times 60}{6 \, a \, 8}$ 

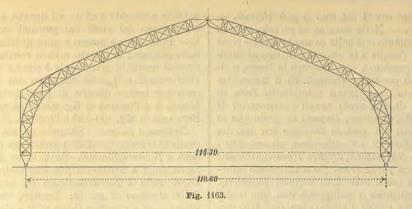
ed il reticolato con cantonali semplici di  $\frac{50 \times 50}{6}$  e  $\frac{60 \times 60}{6}$ secondo gli sforzi cui sono soggetti. I montanti verticali servono per l'attacco degli arcarecci e sono binati. Come si è detto, sin presso la portata di 40 m. i correnti superiori dei puntoni si tengono rettilinei, e per le maggiori portate si incurvano leggermente, ottenendo così le forme eleganti delle centine del palazzo delle Arti liberali e delle Arti belle e della Galleria delle macchine, rappresentate queste ultime centine schematicamente nella fig. 1163. Le prime, della portata di m. 49,80 fra gl'interni dei piedritti e di m. 52,80 fra gli assi degli appoggi, hanno i correnti superiori arcuati secondo archi di cerchio di raggio m. 91,45 ed i correnti inferiori secondo archi di ellisse in modo che resti una cuspide al vertice, e la sezione che all'origine della parte curva ha un'altezza di m. 2 (3,7% della portata) diventi al vertice m. 1,35 (2,5% della portata). Le seconde, cioè quelle della Galleria delle macchine, della portata di m. 110,60 fra gli assi dei perni d'appoggio e di m. 114,30 fra le faccie verticali degli estradossi (ciò che giustifica il loro nome omai celebre di centine di 115 metri) hanno al piede la larghezza di m. 3,70 (3,3 % della portata) ed in sommità, all'altezza di m. 43,50 dal suolo, l'altezza di m. 3 (2,7% della portata). L'intradosso è verticale per circa 7 m. d'altezza, poi segue con un arco di cerchio di m. 22,70 (20% della portata) per circa 1/6 della sua circonferenza, indi con una curva molto appiattita fino a che incontra l'altra mezza centina simmetrica sotto un angolo di 145°. L'estradosso è invece verticale sino a m. 23,50 d'altezza e segue poi con una curva molto appiattita presso che parallela all'intradosso. La sezione trasversale di una centina normale (eccezione fatta per le due di testa leggermente diverse dalle altre per le esigenze delle facciate) è costituita da una trave a doppia parete con anime di 450×10, distanti fra loro m. 0,550 e 4 cantonali di  $\frac{100\times100}{9}$  al vertice e  $\frac{100\times100}{12}$  al piede e con tavolette nel numero e colla grossezza conveniente, larghe all'intradosso mm. 900 ed all'estradosso mm. 700. Il reticolato è tutto fatto con ferri a 1, rinforzato ove occorra da un ferro piatto sotto la suola e la sua ripartizione è stata fatta con croci di Sant'Andrea alternativa-

e con tavolette nel numero e colla grossezza conveniente, larghe all'intradosso mm. 900 ed all'estradosso mm. 700. Il reticolato è tutto fatto con ferri a I, rinforzato ove occorra da un ferro piatto sotto la suola e la sua ripartizione è stata fatta con croci di Sant'Andrea alternativamente larghe e strette appunto per ottenere delle sbarre di reticolato verticali ed a queste attaccare gli arcarecci che sono verticali e tutti distanti in pianta da asse ad asse m. 10,60. Le centine poggiano sovra superfici cilindriche in ghisa del raggio di mm. 250, facenti corpo con le piastre di appoggio di dimensioni tali che la muratura non lavori di più che a 0,09 Kg. per mm² di sezione. Queste piastre sono infine ancorate nelle murature mediante 6 tiranti del diametro di mm. 60 ciascuno e riuniti ad un sistema di ferri a I, annegati entro le murature stesse.

Per maggiori particolari e disegni si consultino le annate 1888 e 1889 del Génie Civil e dei Nouvelles Annales de la Construction di Oppermann.

2) Tetti a falde curve (francese Comble à versants courbes; ted. Das Tonnendach). — I tetti a falde curve sono sostenuti da centine i cui tipi assai svariati possono nondimeno raccogliersi in due categorie principali: centine con tiranti; centine senza tiranti.

La forma delle centine risulta o da un arco di cerchio a tutta monta o a monta depressa, o da un arco di parabola, o dall'unione di due semiarchi simmetrici di cerchio o di parabola in modo che risulti al vertice una cuspide, o dall'unione di due archi intieri di cerchio o di parabola con differenti curvature in modo che la



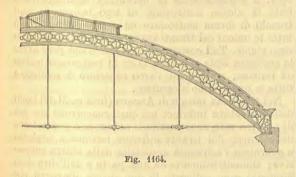
centina prenda la forma di una falce (franc. Fermes en croissant; ted. Sichelförmigen Binder).

#### Centine con tiranti.

a) Centine ad un solo arco e ad un solo tirante.

— Sono sempre a monta depressa ed il tirante serve appunto ad annullare la spinta che da esse verrebbe prodotta contro le murature che le sostengono.

Si fecero altra volta di legno, come, ad esempio, per la tettoja della stazione di Filadelfia della portata di m. 45,75 coll'interasse di m. 3,66, coperte con lamiera piana di ferro zincato, e per la tettoja della stazione di Alessandria, le cui centine somigliano assai alle precedenti, e che hanno la portata di m. 37,50 e l'interasse medio di m. 4,80 e la cui copertura di zinco piano del n. 14 su tavolato venne pochi anni or sono sostituita



con lamiera ondulata di ferro zincato. Lo schema di tali centine è quello indicato nella fig. 1164; i tiranti in senso radiale sono di ferro e le croci di Sant'Andrea e le nervature in legno. Queste sono costituite da tavoloni curvati ed uniti fra loro a metà legno, e l'intiero pacco di tavoloni è tenuto fermo da chiavarde e da staffe di ferro. Gli arcarecci sono disposti sulle centine in corrispondenza dei tiranti radiali; il tirante orizzontale è attaccato ad una scatola di ghisa in cui ad ogni estremo entra la centina ed è poi sostenuto da tirantini verticali di diametro minore.

La monta è d'ordinario il 17-20 % della portata, e l'altezza delle centine varia dall' 1,4 al 3,7 % della portata.

Analoghe alle centine ad un solo arco in legno con un solo tirante sono quelle in ferro con un tirante o rettilineo poligonale con due o quattro vertici oltre i nodi d'attacco all'arco. Su questo tipo sono, tra le molte, costruite in Italia le centine a reticolato della stazione di Genova P. P. della luce di m. 47,70; quelle della stazione di Pisa Centrale della luce di m. 37,08;

ed all'estero quelle delle stazioni di Louvain, Courtrai, Liège ed altre stazioni importanti del Belgio; quelle della stazione di Amburgo (luce m. 37,66); della stazione di Hannover (luce m. 37,12); quelle della stazione di Magdeburgo della luce di m. 27,44.

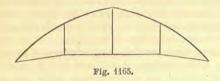
La monta delle centine di questo tipo è di solito il 20-30 °/<sub>o</sub> della portata, e nel caso che la parte centrale del tirante sia sopraelevata sulle imposte, la sopraelevazione è appena del 3 °/<sub>o</sub> della portata. L'altezza delle centine varia dall'1,1 al 2,5 °/<sub>o</sub> della portata secondo l'interasse delle centine ed il carico totale ed il modo di costruzione (se a parete piena od a reticolato). Il diametro del tirante è presso a poco dai 12 ai 15 decimillesimi della portata. Il peso per metro lineare di projezione orizzontale di centina è, per centine a reticolato, Kg. 100-120; e per centine a parete piena ed a parità di carico e di portata, ¹/<sub>10</sub> di meno approssimativamente.

Nelle centine a reticolato le nervature sono fatte con ferri a T ed in quelle a parete piena la sezione ha forma di I composto. Esse vengono irrigidite con montanti radiali a 1 posti in corrispondenza degli arcarecci che si attaccano ai montanti stessi. Il tirante orizzontale viene sostenuto dai tirantini verticali distanti tra loro 1/4-1/5 della portata ed è diviso in tanti tronchi filettati a vite per verso contrario alle loro estremità contigue che vengono poi riunite da tenditori rettangolari attraverso cui passano i tiranti verticali fermati al disotto con doppio dado. Il tirante orizzontale viene collegato alla centina sia mediante una staffa, sia mediante un gousset facente parte della centina e nel quale entra la forchetta, con cui in tal caso si fa terminare il tirante. La prima disposizione è più elegante.

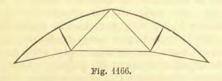
Le centine terminano entro scatole o su appoggi di ghisa che vengono ad una parte fissati alle murature mediante chiavarde d'ancoraggio tenute con piombo o con cemento Portland colato in poltiglia di media consistenza, e dall'altra parte appoggiano sopra rulli di ghisa, come negli apparecchi scorrevoli per i ponti in ferro.

Quantunque si abbiano esempi di tettoje anche di grande portata (massime di costruzione inglese), le cui centine mancano di appoggi scorrevoli a rulli, tuttavia è buona pratica predisporre le cose per lasciare quanto più si può libera la dilatazione della struttura metallica. Se un appoggio è su murature e l'altro su colonne, l'appoggio mobile si dispone sempre sulle colonne, perchè in tal modo esse restano sollecitate dal solo attrito volvente prodotto dai rulli, che è una forza assai piccola. Questa è un'osservazione generale tanto per le centine quanto per le capriate.

b) Centine a due archi ad uno o più tiranti. -Centine a cuspide. - Nelle centine ad un solo arco si presenta l'inconveniente che nelle campate cieche (cioè senza lucernario) l'acqua e la neve non hanno al comignolo sufficiente pendenza per scorrere in basso, e ristagnando possono produrre stillicidi. Si è perciò introdotto ed andato man mano estendendo l'uso di centine composte di due archi eguali e simmetrici di cerchio, di parabola, di ellisse, disposti in modo che le normali ai due archi nel vertice facciano tra loro un angolo non maggiore di 12º all'incirca, almeno per i climi italiani (ted. Bogendach, oppure Tonnendach mit spitzbogenförmigen fachwerks- [se a reticolato semplice] vergitterten [se a reticolato doppio] Bindern). Il tirante si fa rettilineo o poligonale con due o con quattro vertici oltre i nodi d'attacco sostenendolo con tiranti verticali nel solito modo (fig. 1165), oppure lo



si costituisce in tre tronchi di lunghezza presso a poco eguale e i due nodi intermedi si riuniscono ciascuno con due tiranti al vertice della centina e al mezzo del prossimo semiarco, costituendo così una vera incavallatura Polonceau ad una biella ed a puntoni curvi (fig. 1166). Secondo il tipo della fig. 1165, sono costruite le centine per le tettoje convogli delle stazioni ferroviarie di Monza (luce teorica m. 27,75); di Pistoja (luce m. 28,43); di Udine; secondo l'altro tipo sono costruite le grandi centine della stazione centrale di Milano (luce m. 40,50); di Verona (luce m. 38,10 fra gli assi dei perni estremi); di Brescia (luce m. 26,70); di Bergamo (luce m. 20,00).



La monta delle centine a cuspide è d'ordinario superiore del 2 % della portata alla media monta di solito usata nelle altre centine ad un solo arco; la monta dei tiranti laterali è determinata dalla condizione che la biella è normale alla corrispondente centina. L'altezza delle centine varia dall'1,5 al 2,2 % della portata, ed esse vengono per medie portate sino a 30 m., costituite da due ferri a 1 rilegati da un reticolato simmetrico doppio di ferri piatti rinforzato da montanti radiali di ferri a 1, in corrispondenza dei quali si dispongono gli arcarecci e su di queste la copertura di lamiere ondulate di ferro zincato o di zinco.

Gli attacchi dei tiranti alle centine si fanno come nelle capriate Polonceau, e cioè mediante staffe; gli attacchi poi dei tiranti fra loro, nei due nodi inferiori, mediante doppie piastre di collegamento sagomate come nella fig. 1158. Se il tronco di tirante centrale riesce troppo lungo, lo si sostiene in mezzo con un tirantino verticale partente dal culmine della centina, e lo si fa perciò in due pezzi riuniti fra loro o da un tenditore o da un manicotto, attraverso a cui passa il tirante verticale suddetto. Il diametro del tirante nelle

centine a cuspide e ad un sol tirante, e quello dei tirante che escono dai piedi dei puntoni curvi delle centine tipo Polonceau è presso a poco di 20 a 25 decimillesimi della portata; in queste ultime centine il diametro del tirante centrale orizzontale è circa i <sup>9</sup>/<sub>10</sub> e quello degli altri tiranti i <sup>4</sup>/<sub>10</sub> del diametro del primo tirante. Il peso per metro lineare di projezione di centina tipo Monza è all'incirca di Kg. 90-100, e per le centine tipo Bergamo di Kg. 100-120 all'incirca.

Centine a falce. — Secondo questo tipo che è assai usato in Germania ed in Inghilterra (Berlino, stazione della « Niederschlesisch-Markischen Eisenbahn »; stazione della « Berlin-Görlitz Eisenbahn »; Vienna, stazione della « Nordwestbahn »; Amsterdam, tettoja della stazione di m. 40; Londra, stazione di « Lime street », di « Charing Cross », di « Cannon street », di « London Bridge »; Birmingham; Liverpool), sono costruite in Italia le tettoje delle stazioni di Roma, Foggia, Ancona, Arezzo, Palermo, della quale ultima la fig. 1167 riproduce le eleganti proporzioni.

Il tipo a falce consta ordinariamente di due archi di parabola aventi la stessa corda, il superiore fatto con ferri rigidi per funzionare come un vero arco, l'inferiore fatto con ferri tondi per funzionare come un tirante. I due archi sono poi riuniti fra loro o da un doppio reticolato e da montanti verticali (Birmingham, Foggia, Roma), o da un reticolato semplice di ferri tondi a triangoli pressochè isosceli (Ancona, Palermo), oppure da montanti radiali e da sbarre diagonali una per ciascun trapezio mistilineo (Londra « Lime street », Arezzo, tettoja dopo il rinforzo). I due archi possono essere sostituiti da due poligoni inscritti entro parabole; e segnatamente la nervatura superiore viene fatta in alcune costruzioni di tipo tedesco da tanti tronchi di forma lenticolare ed a reticolato, e di più tutte le unioni dei tiranti tra loro ed all'arco superiore sono rigide. Tali costruzioni non sembrano però avere la snellezza delle centine a falce di costruzione inglese od italiana, nelle quali l'arco superiore è continuo e tutte le unioni sono a cerniera.

Nel tipo della tettoja di Ancona (luce m. 31,40) i nodi della nervatura inferiore nei quali concorrono non più di quattro aste, sono costituiti nel modo seguente: una delle sbarre del tirante inferiore termina a forchetta e abbraccia l'estremità appiattita della sbarra successiva; simmetricamente da una parte e dall'altra della forchetta sono collocate le due sbarre diagonali che concorrono in quel nodo. Un bollone del diametro conveniente collega le quattro sbarre. Il corrente superiore è fatto con ferri binati entro ai quali passano appiattite le sbarre diagonali. L'ultima sbarra del tirante poligonale inferiore è collegato con la nervatura superiore assai semplicemente mediante una bietta a cuneo che, battuta più o meno, mette anche in tensione il tirante inferiore, riconducendo così l'intiera centina dopo la sua montatura alla luce prescritta. Questo collegamento così semplice e così efficace è imitato dalle tettoje inglesi, ad esempio di quella classica di Birmingham della luce di m. 64,60.

Per maggiori particolari sulle centine delle tettoje di Foggia e Ancona, vedasi la *Ingegneria Civile e le* Arti industriali dell'ing. Sacheri, annate 1876 e 1879.

Le ordinarie proporzioni delle centine a falce sono di  $^1/_5$ - $^1/_6$  della portata per saetta dell'arco parabolico superiore, e di  $^1/_{2^{15}}$ - $^1/_3$  di questa freccia per saetta dell'arco inferiore. Il diametro del tronco di tirante in ferro prossimo all'imposta delle centine è di 17-20 decimillesimi della portata. Il peso per m. l. di projezione

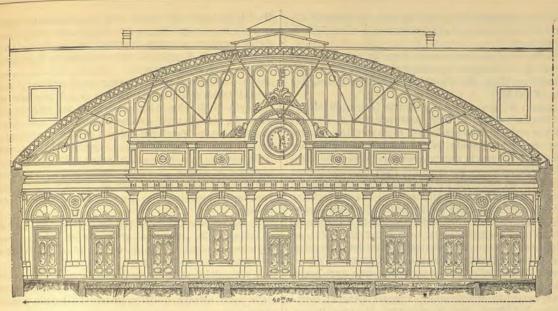


Fig. 1167.

orizzontale di centina è presso a poco di 70-85 Kg. nelle costruzioni più semplificate e sale a Kg. 90-100 in quelle meno semplici, cioè con unioni rigide e correnti composte di ferri sagomati. Le centine a falce sembrano quindi a parità di portata e di carico più leggiere degli altri tipi fin qui esaminati, e ciò spiega il largo favore che incontrarono per tettoje che non abbiano eccessive pretese ornamentali.

#### Centine senza tiranti.

Queste centine di carattere veramente monumentale si classificano come segue, a seconda della forma data all'intradosso e delle condizioni d'appoggio:

a) Centine continue circolari a tutta monta incastrate nelle murature d'appoggio ad un livello superiore al suolo dell'area coperta;

b) Centine circolari o paraboliche, a tre cerniere appoggiate sulle murature ad un livello come sopra;

c) Centine come sopra a tre cerniere discendenti sino al suolo dell'area coperta.

Il tipo a) è quello adottato per le centine del Palazzo dell'Industria ai Campi Elisi a Parigi costruito nel 1855 (luce m. 48, interasse m. 8 fra le centine), imitate di poi nelle centine per la tettoja convogli della stazione di Torino P. N. (luce m. 48, interasse m. 7,00) costruita nel 1867. Entrambe queste centine sono circolari a tutta monta ed hanno l'altezza di m. 2,00 tra i cantonali (1/24 della portata). Tale altezza è tuttavia esuberante per le centine di Torino e potrebbe anche bastare l'altezza di m. 1,80 (1/27 della portata). Le centine sono fatte con due nervature parallele a 1 composto alte circa 200 mm., riunite da montanti radiali a sezione di croce formata da 4 cantonali e da un reticolato simmetrico doppio in ferri a 1. In corrispondenza dei montanti sono disposti gli arcarecci. Le centine sono inchiavardate sopra mensole di ghisa ancorate nelle murature od altrimenti fissate solidamente. L'angolo formato dai raggi estremi della centina non è di 180°, ma di circa 1/6 minore.

È assai difficile assegnare un peso anche solamente approssimato a queste centine, perchè tali costruzioni costruite quando la teoria non aveva ancora molto progredito, hanno dimensioni alquanto esuberanti, per cui il loro peso potrebbe senza danno venire ridotto ed anche considerevolmente.

Le centine maggiori (luce m. 48) del Palazzo dell'Industria ora citate pesano Kg. 9000 l'una, cioè circa
Kg. 190 per m. l. di portata, e lo stesso pesano le centine delle campate laterali che hanno la luce di soli
m. 24. Da ciò si può arguire quanto materiale siasi
consumato in più dello stretto necessario.

Il tipo di centine incastrate e a tutta monta dà per le variazioni naturali della temperatura considerevoli spinte contro le murature cui è collegato, a contrastar le quali spinte si sono nella stazione di Torino P. N. collocati ai fianchi della tettoja due fabbricati, studiando la ripartizione dei loro muri interni in modo che l'intero fabbricato o gran parte di esso resista alla spinta prodotta. In causa poi delle stesse variazioni di temperatura e di carichi parziali, la pressione normale alla sezione d'imposta può anche venir applicata fuori della sezione stessa in modo da avere un distacco della centina dai suoi appoggi all'estradosso e tutto il peso riportato invece sull'intradosso con danno delle murature o delle mensole su cui la centina appoggia.

Un tal complesso di ragioni ha fatto nelle più moderne costruzioni abbandonare per le grandi centine il tipo degli archi incastrati e adottare invece gli archi a tre cerniere, due all'imposta ed una in chiave, i quali scendano o no sino al livello del suolo dell'area coperta (tipi b e c).

Secondo il tipo b) è con molta eleganza costrutta la tettoja per la stazione della imperiale « Ostbahn » a Berlino della luce di m. 37,66. L' intradosso ha forma di due archi ellittici simmetrici che s'incontrano in una cuspide al vertice, e l'estradosso è pressochè parallelo all'intradosso ed a lui riunito mediante un reticolato semplice di cantonali. Le cerniere, sia d'imposta che di chiave, sono collocate all'intradosso; l'angolo che perciò risulta all'estradosso nel vertice delle centine viene chiuso da una lamiera flessibile che permette le rotazioni di una semicentina rispetto l'altra metà. Ogni centina, analogamente a quelle delle tettoje della metropolitana di Berlino, è fatta da due centine gemelle

poste alla distanza di m. 0,94 da asse ad asse; la distanza di ogni centina dalla successiva è di m. 7,53 da asse ad asse.

L'insieme apparisce severo e svelto nel medesimo tempo; per maggiori particolari vedasi l'opera di Heinzerling, Der Eisenhochbau der Gegenwart, Aachen 1876-1878.

Secondo il tipo c) sono costruite le grandi tettoje ora ricordate della ferrovia metropolitana di Berlino, quella grandiosa della stazione di S. Pancrazio a Londra e che era la più grande tettoja del mondo prima che venissero costruite le centine della galleria delle macchine all'Esposizione parigina del 1889, e queste ultime centine stesse, delle quali si è già parlato in disteso. La forma delle centine berlinesi risulta di due semicentine a falce riunite a cerniera al vertice; l'intradosso è composto di due archi di cerchio simmetrici che s'incontrano sotto un angolo assai piccolo. Le due nervature di ogni mezza centina sono collegate da un reticolato irrigidito da montanti, cui, come di solito, sono attaccati gli arcarecci. Questi nelle tettoje suddette sono anch'essi a reticolato ed a ventre di pesce.

Per maggiori informazioni veggasi l'opera: Gottgetreu, Lehrbuch der Hochbauten Constructionen,

Berlino, Ernst e Korn editori.

Sullo stesso tipo si è costruita, come si è già avvertito, la tettoja per la stazione di Francoforte, della luce di m. 55,875. Per notizie e disegni circa la medesima veggasi un articolo di H. Wegele: Die Hauptbahnhofs-Anlagen in Frankfurt a/M., nell'annata 1891 della Zeitschrift für Bauwesen e le tavole 29, 30, 48 dell'annata stessa.

Non è possibile stabilire esatti dati di peso per centine di questi tipi, sia perchè il loro numero è assai ristretto, sia perchè servono ciascuna ad uno scopo speciale; e perciò i numeri che si troverebbero per l'una non sarebbero paragonabili a quelli che si trove-

rebbero per l'altra.

Per terminare la descrizione di tutte le parti costruttive di una tettoja occorre parlare delle maschere o frontoni, che sono pareti intelajate e vetrate che si collocano alle estremità di una tettoja per meglio difendere dalla pioggia le zone prossime alle dette estremità. Esse non sono strettamente necessarie, salvo nel caso che l'area coperta debba essere assolutamente chiusa tutto all'intorno: si hanno tettoje per stazioni ferroviarie importanti, come quelle di Bologna e di Torino, che ne sono prive alle due estremità o ad una.

L'intelajatura viene formata da travi orizzontali in ferri a 1 di filiera o composti, collocati a distanza eguale presso a poco alla lunghezza dei vetri da impiegarsi e attaccati ai loro estremi alla centina di testa, sia mediante una lamiera continua, sia mediante goussets, e inoltre da travi verticali egualmente in ferri a 1 di filiera o composti, che in alto si attaccano alla centina di testa e in basso ad una robusta trave orizzontale o leggermente arcuata, disposta in modo da presentare la massima resistenza nel senso orizzontale, e cioè nella direzione secondo cui approssimativamente spira il vento. Le grandi maglie così risultanti sono poi suddivise verticalmente dai ferri a 1 per vetri che si collocano alla distanza di circa la larghezza di un vetro. A metà altezza del frontone l'intelajatura viene rafforzata da una trave rettilinea o parabolica più robusta delle altre travi orizzontali.

Devesi cercare di ottenere una grande rigidezza in questa trave orizzontale, giacchè essa deve vibrare sotto l'azione del vento quanto meno sia possibile, affinchè le lastre di vetro non si rompano; e perciò quando la portata della tettoja è grande, si sostiene la detta trave con colonne di ghisa (tettoje delle stazioni di Milano e di Napoli). Si può raggiungere il medesimo intento attaccando alla trave frontale ed in corrispondenza o del solo montante centrale od anche dei montanti laterali dell'intelajatura una o più mensole (non mai più di 3), che si attaccano poi sia all'arcareccio centrale, sia ad altri arcarecci secondo i casi. Allora questi possono farsi più robusti dei loro compagni; e se così si fa, si possono anche sopprimere le mensole. Tale disposizione è apparentissima nella tettoja della stazione di Roma (Termini), nella quale gli arcarecci più robusti sono tre ed hanno l'intiera altezza delle centine e si prolungano per tutta la lunghezza della tettoja.

Il medio peso del ferro che occorre per un frontone di tettoja delle dimensioni ordinarie fra i 25 ed i 30 m., è presso a poco di Kg. 30-40 per m² di superficie di frontone.

Il peso delle mensole varia dal 20 all'80 % del peso dei frontoni, a seconda della distanza delle centine, della loro altezza e del numero (1-3) delle mensole stesse.

Un'ultima parte costruttiva delle tettoje è costituita dalla controventatura che si fa generalmente di ferri piatti o tondi, i quali partendo (sull'estradosso o sull'intradosso a seconda dei casi) dal piede di una centina si dirigono, secondo direzioni in pianta prossime a 45º colle linee dei muri, al piede opposto di un'altra centina, rilegando fra loro in tal modo tutte le centine intermedie. Alcuni autori attribuiscono alla controventatura un'importanza eccessiva tanto da subordinarle la distanza degli arcarecci; mentre essa ha di fatto una lieve importanza. Può essere necessaria provvisoriamente durante la montatura almeno delle tre prime centine od incavallature quando queste non siano ancora collegate dagli arcarecci; ma diventano poi pressochè inutili quando le centine sono collegate fra loro e tutte resistono alle azioni dirette lungo l'asse della tettoja come un unico sistema, la cui larghezza è comparabile colla lunghezza, ben al contrario dei ponti in ferro sempre più lunghi che larghi. L'ufficio dei controventi può essere adempiuto dagli attacchi degli arcarecci alle centine od alle capriate, i quali attacchi colla loro rigidezza mantengono invariato l'angolo retto fatto dagli arcarecci stessi colle centine e ne impediscono pertanto il rovesciamento. Nè v'ha bisogno di fare per tale titolo più robusti i detti attacchi che devono già di per sè avere una certa resistenza, se vuolsi che sia realizzata la condizione teorica dell'incastro degli arcarecci sulle incavallature, per la quale, come è noto, si consegue un'economia di materiale negli arcarecci medesimi. Per tali ragioni, e sull'esempio di grandi tettoje di costruzione inglese che non hanno controventi, nelle odierne tettoje in ferro si aboliscono senza danno tali membrature e si risparmia così un peso di ferro variabile presso a poco da la 4 Kg. per m<sup>2</sup> di falda. In quelle tettoje dove, malgrado tutto, essi sono posti in opera, la tensione necessaria perche essi agiscano viene data mediante tenditori circolari posti negli incroci dei controventi.

Tetti e Tettoje di legno, miste o di ferro?

È difficile rispondere categoricamente, perchè la scelta del materiale di costruzione dipende da circostanze svariatissime. In generale possiamo dire che un tetto ed una tettoja di legno costano meno di un tetto e di una tettoja di ferro; pei tetti l'economia è più sensibile, perchè si possono adoperare legnami rotondi, cioè non squadrati: una tettoja mista sta fra le due per la spesa. I tetti e le tettoje di legno si costruiscono più presto di un tetto o di una tettoja in ferro, ciò che talora può essere d'importanza capitale. Viceversa un tetto metallico dura di più di un tetto in legno, ed è poi relativamente più sicuro contro il fuoco. Diciamo relativamente, perchè una struttura metallica riscaldata ad alte temperature perde ogni resistenza, cosicchè il tetto o la tettoja cadrebbero sotto il loro proprio peso: è vero però che non aggiungerebbero cadendo nuova esca alle fiamme, nè servirebbero di veicolo al fuoco come fanno invece le strutture di legno, salvo che la copertura fosse sostenuta da un tavolato in legname.

Tutto sommato, sarebbe desiderabile che i tetti dei pubblici edifizi almeno (come municipii, ospedali, scuole, ospizi, caserme, teatri e simili) fossero in ferro; per edifizi industriali (tra cui si è costretti ad annoverare oramai anche le case d'abitazione), e nei quali si deve fare la più stretta economia e non si abbia timore d'incendio, si possono fare tetti e tettoje di legno, e per tutti gli altri casi è forza ricorrere all'impiego del ferro.

# Cenni sul calcolo delle tettoje.

Il peso proprio di una tettoja a m<sup>2</sup> di falda (e di projezione orizzontale conseguentemente) potrà desumersi dalle indicazioni date dianzi, e così pure si potranno ricavare le indicazioni più importanti sulle proporzioni delle sue diverse parti. Per abbreviare le ricerche viene proposta la seguente formola pratica che dà il peso proprio p di un sostegno principale della portata di metri L, quanto l'interasse fra i sostegni sia di metri D:

p = k. L<sup>2</sup> D,

essendo p espresso in Kg., e k un coefficiente dipendente dalla costruzione ed assai prossimo all'unità; cosicche si potrà porre semplicemente:

 $p = \hat{\mathbf{L}}^2 \, \mathbf{D}$ .

Il peso dell'orditura del coperto e quello della copertura si determineranno coi dati delle tabelle a pagina 622.

Il sovraccarico totale (comprendente cioè l'azione della neve e la componente verticale del vento) si assume di Kg. 60-70-80-100 per m² di falda a seconda del clima e della esposizione.

È bene tener conto anche delle azioni orizzontali dovute al vento; esse si calcolano in base ad una pressione di Kg. 120-150 per m<sup>3</sup> di superficie piana normalmente colpita e nella supposizione che il vento faccia con l'orizzontale l'angolo di 10°.

Il lavoro del materiale non si fa ordinariamente superare: per il legno ed a qualunque genere di sforzo, Kg. 60-80 per cm² di sezione; per il ferro ed a sforzi di tensione, pressione e flessione, Kg. 800 per cm² di sezione, ed a sforzi di taglio Kg. 600 per cm² di sezione; per la ghisa alla pressione Kg. 700 ed alla tensione Kg. 270 per cm² di sezione, ed infine per l'acciajo Kg. 1100-1140 per cm² di sezione.

a) Ordito del coperto. — I listelli ed i travicelli, sia di legno che di ferro, che sono generalmente continui, si calcolano come incastrati alle loro estremità in corrispondenza dei travicelli e degli arcarecci sottostanti e come caricati da un peso uniformemente ripartito salla loro portata. È tuttavia prudente che, massime per i listelli, si tenga conto della circostanza che i listelli

possono venir caricati del peso di un uomo mandato sul tetto ad eseguire riparazioni. Le tegole ripartiscono il carico concentrato che gravita sopra un solo listello, interessando così anche i listelli vicini, di modo che si può valutare ai <sup>2</sup>/<sub>3</sub> circa del peso di un uomo il massimo carico concentrato che può gravare sopra un listello; di più in vista della rarità del modo di carico il lavoro massimo del metallo si può elevare fino al doppio del limite consentito e cioè pel ferro sino a Kg. 16 per mm<sup>2</sup> di sezione. È da ricordarsi infine che i listelli sono sollecitati alla flessione obliqua e che alla stessa flessione sono sollecitati anche i travicelli, qualora essi si facciano con ferri d'angolo.

Gli arcarecci, se sono rettilinei, si considerano anche essi come incastrati in corrispondenza delle armature principali, e sono caricati dai pesi concentrati dovuti ai travicelli. Quando non siano disposti in piani verticali sono sollecitati alla pressione obliqua. Se, come usasi nelle più moderne tettoje, essi hanno la nervatura superiore rettilinea e l'inferiore arcuata, il calcolo e l'esperienza hanno provato che l'arcareccio funziona come se resistesse il solo arco inferiore caricato uniformemente secondo la sua corda. Questo fatto semplifica notevolmente i calcoli, che in caso diverso sarebbero assai laboriosi. Determinate le dimensioni della nervatura inferiore, le stesse si dànno alla nervatura superiore.

È a ricordarsi infine che nella flessione obliqua vi ha necessariamente spreco di materiale e che perciò devesi cercare di disporre gli arcarecci in piani verticali.

b) Armature principali.—1) Incavallature.— Una calcolazione rapida ed abbastanza approssimata delle incavallature supposte coi nodi articolati e caricate nei nodi stessi (come il più spesso avviene e come sempre deve praticarsi, perchè in tal caso si producono effettivamente deboli momenti di flessione nei puntoni) si ha costruendo il poligono di Cremona reciproco dello schema dell'incavallatura. Vedansi a questo proposito tutti i trattati di statica grafica (Culmann, Lévy, Müller-Breslau; l'opuscolo originale di Cremona: Le figure reciproche nella statica grafica).

Una maggior approssimazione nei risultati si ha supponendo, come sono di fatto, i puntoni continui e caricati uniformemente e ad essi collegate a cerniera le altre sbarre dell'incavallatura. La calcolazione si fa in tal caso in modo rapido secondo le indicazioni del prof. Ceradini (Giornale del Genio Civile, 1878). E cioè determinati i carichi concentrati nei nodi del puntone considerato come trave continua su appoggi rigidi ed assoggettato ad un carico uniforme eguale alla componente normale al puntone stesso del peso totale che si suppone uniformemente ripartito, si costruisca il poligono Cremona corrispondente a tali carichi normali al puntone e dagli sforzi così determinati secondo il puntone si tolgano man mano le componenti del peso secondo il puntone stesso. Si avranno così le pressioni a destra ed a sinistra delle sezioni del puntone in corrispondenza dei nodi: fra due nodi la pressione varia con legge rettilinea. Si calcoli poi a parte il momento massimo cui è soggetto il puntone considerato come trave continua; le condizioni di stabilità del puntone si calcoleranno colle formole della resistenza composta di flessione e tensione.

Una maggior approssimazione si ottiene applicando il teorema di Castigliano al sistema elastico formato dai puntoni continui e dalle sbarre che loro sono collegate. Per questo teorema si esprime, tenuto conto delle relazioni date dalla statica dei corpi rigidi, il lavoro di deformazione dell'intiero sistema in funzione o di una sola tensione di una sbarra qualunque, od anche di tutte le

tensioni delle sbarre. Il valore di quella tensione o delle tensioni cercate è tale che rende minimo il lavoro di deformazione, cioè annulla la derivata del lavoro rispetto a quella tensione o ad ogni tensione cercata, le quali potranno così determinarsi. Alcuni interessanti risultati di questo metodo, certamente più esatto di ogni altro, sono stati raccolti dall'ing. Candellero nel suo libro: Travi armate od incavallature, considerate come sistemi elastici, Torino 1890.

Per le incavallature con nodi rigidi dovrebbesi infine tener conto dei momenti che si sviluppano nei nodi per effetto delle chiodature, e degli sforzi secondari che ne conseguono per le sbarre. A ciò servono i metodi di Manderla (Allgemeine Bauzeitung, 1880) e di Müller-Breslau, che è più semplice del primo (Zeitschrift des Arch-

und Ing.-Vereins zu Hannover, 1886).

Dovrebbesi infine tener conto delle variazioni di temperatura e degli sforzi che ne conseguono e che sono specialmente considerevoli per le incavallature con puntoni di legno; e più ancora dovrebbesi tener conto delle differenze nelle variazioni di temperatura che possono verificarsi per es. tra il corrente superiore delle incavallature inglesi più esposto ai venti ed ai freddi ed il corrente inferiore, che vi è meno esposto.

Ma di ciò, una volta permessa la dilatazione dell'intiero sistema, non si tien conto nell'ordinaria pratica.

2) Centine. — Le centine a nessuna e a due cerniere sono, com'è noto, sistemi elastici staticamente indeterminati, tali cioè che le equazioni della statica non sono in numero sufficiente per determinare tutte le incognite, che sono le reazioni (forze e momenti degli appoggi). Conviene cercare altre equazioni fra di esse, tenendo conto delle deformazioni della centina.

A ciò si può arrivare per due vie differenti nel loro

principio, ma identiche nelle conclusioni:

a) Col metodo di Bresse (Mécanique appliquée, volume I, Parigi 1865), scrivendo le espressioni degli spostamenti di una sezione qualunque della centina rispetto ad un'altra sezione supposta immobile, e dando poi agli spostamenti delle sezioni d'appoggio valori corrispondenti alle condizioni in cui si trovano effettivamente tali appoggi. Così, ad esempio, avendo una centina incastrata ai suoi estremi, quando si siano scritte le equazioni degli spostamenti orizzontali e verticali del centro di una qualunque sezione e della rotazione della sezione stessa rispetto al centro di un'altra qualunque sezione ed al piano della sezione stessa, si prende per sezione immobile la sezione d'incastro sinistra e si applicano le tre equazioni degli spostamenti per l'altra sezione d'incastro, ponendo le condizioni che siano nulli gli spostamenti orizzontale e verticale e la rotazione della sezione stessa rispetto alla prima. Si hanno così tre equazioni, che unite alle tre che fornisce la statica dei corpi rigidi, permettono di determinare le 6 incognite del problema, che sono i due momenti d'incastro e le due componenti di ogni reazione dell'appoggio. Avendosi una centina con un solo tirante appoggiata a cerniera sulle murature, si esprimerà che è nullo lo spostamento verticale di un piede della centina rispetto all'altro e che lo spostamento orizzontale dello stesso piede egualmente rispetto all'altro è uguale all'allungamento del tirante, cioè proporzionale alla sua tensione. Si avranno così due equazioni, che insieme alle tre solite della statica dei corpi rigidi, determineranno la tensione del tirante, le due reazioni verticali degli appoggi e gli spostamenti orizzontali degli appoggi stessi.

Il metodo di Bresse è suscettibile di venire grandemente semplificato, trascurando le deformazioni prodotte dallo sforzo di taglio e dalla pressione normale, le quali sono sempre abbastanza piccole (massime le prime) e tenendo conto solo di quelle dovute al momento flettente.

In tale ordine d'approssimazione si può con molta eleganza costruire graficamente la curva delle pressioni mediante il metodo di Eddy (New researches in graphical statics, New-York, van Nostrand, 1878), del quale trovasi una chiara esposizione ed anche una estensione in due memorie del prof. ing. C. Guidi della Scuola di Torino, riassunte poi nelle sue lezioni sull' « Arco elastico » (Torino 1888) ed a queste rimandasi il lettore, che vi troverà una lucida e succinta esposizione delle teorie esatte ed approssimate pel calcolo delle varie specie di archi.

Un'altra interpretazione geometrica delle equazioni delle deformazioni venne data da Culmann nel suo classico libro sulla statica grafica. Determinata la rotazione di una sezione estrema, supposta libera di muoversi, rispetto l'altra sezione estrema supposta fissa e gli spostamenti che il centro della prima sezione prenderebbe rispetto due assi coordinati passanti per il centro della sezione immobile, si cerca negli archi incastrati la posizione della forza che è capace di annullare spostamenti e rotazione, e negli archi appoggiati la posizione della forza che è capace di annullare i soli spostamenti. Il procedimento che si applica per un estremo si può applicare per l'altro, e si hanno così le posizioni delle due reazioni d'appoggio, le quali devono per riprova tagliarsi sulla linea d'azione del carico da cui sono prodotte. La loro grandezza è pertanto determinata.

La ricerca viene facilitata dalla costruzione della linea d'intersezione delle reazioni e della linea d'inviluppo delle reazioni stesse. La prima è il luogo dei punti d'incontro delle reazioni dei due appoggi; la seconda è tangente alle linee d'azione delle reazioni. Per determinare allora le linee d'azione delle reazioni corrispondenti ad un carico determinato, basta dal punto d'incontro della sua linea d'azione con la linea d'intersezione condurre le tangenti alla linea inviluppo. Note le linee di azione, sono note anche le grandezze delle due reazioni;

b) Col metodo di Castigliano fondato sul teorema del minimo lavoro. Per esso si calcola il lavoro di deformazione dell'intiero arco, tenendo conto delle equazioni fornite dalla statica dei corpi rigidi, in funzione delle quantità che la statica non può determinare: ad esempio negli archi appoggiati in funzione della spinta orizzontale; negli archi con tirante in funzione della tensione del tirante; negli archi incastrati in funzione del momento flettente, della pressione normale e dello sforzo tagliante nella sezione in chiave. Si prendono in seguito le derivate parziali del lavoro di deformazione rispetto alle incognite assunte; si hanno così tante equazioni quante sono le incognite da determinarsi.

Per maggiori particolari rimandasi il lettore al classico libro di Castigliano: Théorie de l'équilibre des

systèmes élastiques, Turin 1879.

Com'è noto, negli archi e nei sistemi a nervature e diagonali nei quali i tronchi di nervature riunite da una diagonale s'incontrano fuori degli appoggi, i massimi sforzi non si hanno quando il sovraccarico è disteso su tutta la costruzione. Converrebbe pertanto procedere come per i ponti ad arco, determinando, per mezzo delle due linee d'intersezione e d'inviluppo, le posizioni più sfavorevoli del sovraccarico. Ma se ciò è strettamente necessario per gli archi da ponte percorsi da carichi mobili, non lo è altrettanto per gli archi da tettoje sottoposti a carichi fissi. E perciò basta considerare il

sovraccarico esteso ad una metà della centina mentre l'altra è scarica, ed anche per maggior prudenza una metà della centina caricata col sovraccarico totale, e l'altra mezza caricata della metà dello stesso sovrac-

Dopo di avere accennato ai metodi di calcolo delle tettoje, crediamo utile accennare anche alle prove di resistenza delle tettoje stesse. Queste si eseguiscono caricando due o più armature principali in corrispondenza degli arcarecci col carico che vi sarebbe prodotto dal peso della copertura (se questa non è stata ancor collocata in opera) e dal sovraccarico. I carichi di prova sono formati con rotaje, con travi di legno, con pani di ghisa, di piombo, insomma con quanto si può più comodamente avere sottomano, e sono sospesi agli arcarecci con funi o meglio con tiranti di ferro ed in modo che il carico disti ben poco dal suolo o dal palco di servizio dell'armatura mobile colla quale è stata montata la tettoja. Si può allora in poco tempo caricare e scaricare la tettoja.

Si cerca di solito il solo spostamento verticale del vertice delle armature principali e lo si determina mediante due letture di biffini, una prima di mettere in carico la tettoja, l'altra fatta mezz'ora dopo che la tettoja è caricata. I biffini per queste letture devono essere istrumenti capaci di dare il decimo di millimetro almeno; devono essere pertanto a nonio o moltiplicatori.

Le freccie teoriche delle armature principali si calcolano:

a) Per le incavallature: colla formola seguente dovuta a Mohr (Zeitschrift der Arch. und Ing. Vereins, zu Hannover, 1874):

$$f = \frac{1}{E} \Sigma u. l. \rho,$$

nella quale l'è la lunghezza di ogni sbarra della incavallatura; e il suo lavoro unitario sotto l'azione dei carichi di prova; u la forza che sarebbe prodotta nella stessa barra per effetto di una forza 1 applicata nel nodo di cui si cerca lo spostamento secondo la direzione in cui si vuole lo spostamento stesso; ed E il modulo di elasticità del materiale ond'è composta l'incavallatura.

Graficamente, costruendo il poligono di Williot o di Skibinski, pel quale gli spostamenti dei nodi vengono successivamente determinati mediante le deformazioni delle singole sbarre (vedasi Williot, Notions pratiques sur la statique graphique, Génie Civil, 1887).

b) Per le centine. — Colle stesse equazioni delle deformazioni che hanno servito per i calcoli di resistenza o per mezzo del teorema di Castigliano sulle derivate del lavoro di deformazione. Si esprima il lavoro di deformazione in funzione di carichi di prova, oppure dei momenti flettenti, degli sforzi normali e degli sforzi taglianti dovuti in ciascuna sezione ai carichi di prova, escluso quello applicato al vertice, e si aggiunga poi il lavoro di deformazione dovuto a quest'ultimo carico. Si derivi la nuova espressione ottenuta rispetto al carico applicato nel vertice e si avrà con ciò il cammino percorso da questa forza (qualunque ne sia il valore) nella sua direzione, e cioè il cedimento del vertice della centina.

Tutte queste ricerche sono poi singolarmente abbreviate dal teorema della reciprocità degli spostamenti, detto di Maxwell o di Castigliano. Per esso lo spostamento di un punto A di un sistema elastico nella direzione a per causa di una forza 1 applicata nel punto B dello stesso sistema nella direzione b è uguale allo spostamento di B nella direzione b per causa della forza 1 applicata in A secondo la direzione a. Si collochi il peso 1

nel vertice dell'arco o della incavallatura di cui si vuole trovare il cedimento, e si trovino gli spostamenti verticali ci dei punti d'attacco degli arcarecci per tale condizione di carico; quando in essi saranno applicati i carichi di prova Pi qualunque essi siano, la freccia nel vertice sarà:  $f = \sum P_i c_i$ .

## LAVORAZIONE DELLE TETTOJE IN OFFICINA.

Per quanto riguarda la lavorazione di quelle in legname rimandasi all'articolo Legnami; qui non si accennerà brevemente che alla lavorazione delle tettoje intieramente metalliche.

La lavorazione di una tettoja metallica non è essenzialmente diversa da quella di un ponte in ferro: e si compone cioè delle seguenti parti:

a) Scelta dei ferri;

b) Raddrizzamento dei ferri sagomati, e spianamento delle lamiere, sia mediante la battitura con martelli sopra una tavola di ghisa, sia mediante il bilanciere (per i soli ferri sagomati), sia mediante la laminatura a freddo con la macchina a tre cilindri, due fissi ed uno convenientemente mobile, i cui assi siano gli spigoli di un prisma a sezione presso a poco equilatera;

c) Centinatura dei ferri sagomati e delle lamiere, riscaldando il metallo al calor rosso chiaro e battendolo contro appositi stampi sia col martello, sia col bilanciere, oppure laminandolo con la macchina a tre cilindri;

d) Taglio delle lamiere e dei ferri piatti e dei ferri angolari colla cesoja, e dei ferri diversamente sagomati collo scalpello o colla sega; taglio in curva delle lamiere sia mediante lo scalpello, sia mediante una serie di fori al punzone, vicinissimi l'uno all'altro e pareggiando poi l'orlo a sega mediante lo scalpello o la lima o la mola: raddolcimento, ove occorra, degli spigoli di taglio mediante la mola a smeriglio;

e) Tracciamento dei pezzi così preparati sia mediante un calibro in lamierino di zinco, col quale si traccino uno dopo l'altro tutti i pezzi simili; sia per maggior economia e prestezza, tracciando con un calibro di carta resistente un solo pezzo, lavorandolo completamente con esattezza ed adoperandolo poi come calibro per tracciare tutti gli altri pezzi. In ogni modo il tracciamento deve essere fatto con grande accuratezza, perchè è l'operazione più importante di tutta la lavorazione;

f) foratura dei pezzi col punzone o col trapano ove non si possa col punzone;

g) Chiodatura sia a mano, sia colla chiodatrice idraulica di tutti i pezzi che sia possibile chiodare in officina;

h) Fusione delle parti in ghisa od in acciajo e fucinatura delle parti più complesse in ferro od in acciajo, come teste e staffe di tiranti; filettatura delle estremità dei tiranti, ecc.;

k) Montatura provvisoria di una parte della tettoja in officina per assicurarsi che ogni cosa sia stata

ben eseguita;

i) Verniciatura con una o con due mani di minio sciolto nell'olio di lino cotto. In opera verranno date le due mani successive di vernice di biacca con il colore che più piacerà;

1) Pesatura delle parti metalliche che vengono

sempre pagate a peso;

m) Accatastamento regolare dei materiali preparati, se essi devono per qualche tempo restare in officina; trasporto di essi dall'officina ai vagoni e carico su questi.

La lavorazione di una tettoja metallica è maggiore e deve essere più accurata di quella di una travata,

perchè i difetti di esecuzione si scorgono più facilmente in quella che in questa. E perciò, in condizioni normali, gli appaltatori di costruzioni metalliche fanno, a parità di prezzi unitari nel contratto, ribassi maggiori per le travate che non per le tettoje; essi apprezzano così la maggior diligenza e la maggior cura che devono impiegare perchè il lavoro riesca finito in ogni sua parte, specialmente nella copertura che deve essere impermeabile all'acqua.

Le parti in ghisa, massime le colonne, meritano una attenzione speciale perchè riescano bene e senza soffiature: si adoperi ghisa di seconda fusione, dolce e leggermente malleabile. Una colonna può venir fusa anche orizzontalmente e rimanere dritta quando l'anima fu bene centrata; mentre una colonna fusa anche verticalmente, ma con l'anima in falso, non resterà mai diritta, perchè il metallo non si raffredderà uniformemente, sib-

bene più presto dalla parte più sottile.

Per ampi particolari tecnici sulla lavorazione delle tettoje, ed in generale di tutte le costruzioni metalliche, rimandiamo il lettore all'eccellente libro pratico: Manuel pratique du charpentier en fer par Léon Delaloe, Paris, Lacroix éditeur. È un libro che ci auguriamo di veder presto tradotto in italiano e tra le mani di tutti i nostri capi-officina.

Coi prezzi attuali della mano d'opera, si può assegnare alla lavorazione in officina il costo di L. 0,10-0,12 al Kg. di ferro lavorato e pronto per la spedizione a piè d'opera, a seconda dell'importanza del macchinario e dell'ordinamento più o meno razionale dell'officina e della

maggiore o minore continuità del lavoro.

In generale la lavorazione in officina si eseguisce per cottimi. Ogni squadra di operai, sotto la direzione di un capo-cottimo, assume una determinata parte della lavorazione ad un prezzo stabilito d'accordo col capo-officina; terminato il lavoro, ciascuna squadra si divide la differenza fra l'importo totale del lavoro e quello dei salari giornalieri ricevuti nel frattempo.

Il sistema dei cottimi è naturalmente indicato quando si voglia un lavoro rapido e ben fatto; e, se i direttori delle officine sono onesti, è anco proficuo agli operai; ha però lo svantaggio di specializzare troppo le attitudini degli operai e di consumarne presto le forze.

# Montatura delle tettoje.

Le tettoje di qualunque tipo siano non si portano a pie' d'opera, nè si collocano in opera in un sol pezzo, sebbene divise nel minor numero possibile di pezzi di più facile collegamento fra loro. E perciò i listelli, i travicelli e gli arcarecci vengono dall'officina a piede d'opera divisi nei tronchi che saranno poi in opera riuniti dai coprigiunti o dalle altre membrature di attacco.

Queste in generale sono preventivamente chiodate sulle membrature portanti e non sulle membrature portate. Così i montanti o le squadrette per l'attacco degli arcarecci vengono in officina chiodate sulle armature principali; le squadrette per l'attacco dei travicelli agli arcarecci sono già in officina chiodate sugli arcarecci.

Le armature principali, quando è possibile, si portano a pie' d'opera in un sol pezzo, o meglio si terminano di riunire in un sol pezzo a pie' d'opera; ma se a ciò non si presta l'area da coprirsi, la quale debba mantenersi sgombra affatto, o se essa è contornata da alti muri, o se infine le armature principali hanno un peso elevato, esse si dividono in due, tre, quattro pezzi od anche si compongono addirittura in opera. Tal di-

visione è subordinata, oltre che al resto, anche alla potenza dei mezzi che si impiegano nella montatura: un'officina che ha mezzi più potenti di un'altra monterà in due soli pezzi una centina che l'altra monterebbe in tre od in quattro. Ma a parità di mezzi impiegati sarà migliore quel sistema di montatura che ha manovre semplici, spedite e precise, e riduce al minimo il numero di chiodature da eseguirsi in opera; quel sistema che congiunge la precisione e la speditezza al minimo volume di legname impiegato nelle armature di montaggio.

Ciò posto, e notando che i procedimenti di montaggio sono svariatissimi e che quasi ogni ditta di costruzioni metalliche ha i suoi procedimenti speciali ai quali ha adattato il suo materiale ed i suoi meccanismi, passeremo ad indicare e descrivere brevemente le operazioni per il più semplice montaggio delle tettoje metalliche nei due casi seguenti che comprendono presso a poco tutti quelli che si presentano in pratica:

a) i diversi tronchi dei sostegni principali si possono riunire tra loro a pie' d'opera, per modo che si hanno in definitiva i sostegni l'uno dopo l'altro successivamente ribaltati sull'area da coprirsi, ciò che

esige che questa sia sgombra;

b) non è possibile comporre le armature principali altro che in posto, ossia nella definitiva posizione che esse devono avere (tettoje per stazioni ferroviarie, od

aree chiuse contornate da alti muri).

La prima operazione da farsi in ogni caso è il livellamento o regolamento degli appoggi, e cioè si procede anzitutto a fermare i cuscinetti dei sostegni principali sui cuscinetti di pietra o sulle colonne, livellandoli
accuratamente e collocando sotto a ciascuno di essi il
suo foglio di piombo; si dà cioè ad ogni appoggio la
sua definitiva posizione. A dir vero, ciò non è strettamente possibile che nel caso in cui i sostegni principali
si montino con comodità su un palco di servizio, o che
poggino su colonne; in ogni altro caso si consegue
maggior semplicità facendo riposare provvisoriamente
i sostegni, man mano che si montano, sopra traverse
di legno che poi, coll'ajuto di verini, si tolgono sostituendovi i definitivi cuscinetti.

Segue poi la formazione dell'armatura di montaggio (franc. L'échafaudage de montage; ted. Das

Montagegerüst).

Caso a). - Per tettoie di grande importanza si costruirà sulla mezzeria della tettoja una specie di piramide o di prisma a sezione quadrata o rettangolare con pareti reticolate e con un tavolato alla sommità di conveniente larghezza in relazione alle manovre che vi si devono eseguire. La pila di montaggio (francese Pylône de montage) deve avere altezza tale da arrivare circa al piano d'appoggio della tettoja e porta in sommità una o due capre (franc. Chèvre; ted. Das Hebezeug) e corrispondentemente uno o due argani (francese Treuil; ted. Der Winde) pel servizio delle capre, collocati dalla parte opposta a quella da cui si esegue il sollevamento allo scopo di far coincidere o presso a poco la risultante di tutte le forze coll'asse della pila di montaggio. Questa sarà di più scorrevole su due rotaje posate su lungherine collocate sul suolo.

Il montaggio si fa allora come segue: si afferra con le funi nel vertice o in due punti simmetrici rispetto alla mezzeria l'armatura da sollevarsi e guidandone le estremità, facendole cioè scorrere su due carrelli, la si rende verticale di orizzontale che era prima e poi la si innalza progressivamente sino a collocarla sui suoi appoggi. Ciò fatto, se si ha vicino un muro parallelo

all'armatura così montata, la si sbadacchia provvisoriamente contro il muro perchè non si rovesci; se non si ha un muro, la si sbadacchia mediante funi tese simmetricamente rispetto al suo piano, oppure mediante puntelli di legname collocati verso le estremità dell'armatura montata e che vadano a spingere sulle travi di collegamento delle colonne; oppure anche fermandola contro antenne di legno piantate verticalmente sul suolo. Indi si sposta la pila e si procede alla montatura del successivo sostegno principale; e quindi si comincia il montaggio degli arcarecci. A tal fine si è gia costrutta una seconda armatura mobile di lunghezza presso a poco eguale alla campata della tettoja e scorrevole su guide in senso normale al senso in cui scorre la prima pila di montaggio.

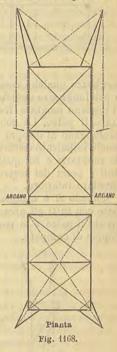
Questa seconda armatura porta in sommità una capra mobile attorno ad un asse verticale e ad un asse orizzontale, in modo che possa coincidere con qualunque generatrice di una serie di coni ad asse verticale e di variabile apertura; l'altezza di questa seconda armatura è tale che il piano di posa della capra possa passare sotto le armature principali montate. Con questa capra si sollevano gli arcarecci cominciando da quello più vicino ad una gronda e procedendo così verso il mezzo; dopo di che si rovescia di 180º la capra e si va presso l'altra gronda, e si sollevano ritornando all'indietro tutti gli altri arcarecci sino a quello di colmo. Intanto la prima armatura ha già montato il terzo sostegno della tettoja; allora si inclina la capra della seconda armatura di montaggio, si passa sotto i sostegni principali già montati e si ricomincia l'operazione del sollevamento degli arcarecci per la campata successiva.

Il sistema qui rapidamente descritto, e che è di molta semplicità ed eleganza, è stato con successo adoperato nella montatura della tettoja di 30 metri di luce per il Palazzo delle Esposizioni diverse nell'ultima Esposizione universale francese: per maggiori particolari vedasi Génie Civil, 1º semestre 1888-89, n. 1. Tale sistema può essere utile anche in altri casi con le opportune riduzioni imposte dalla minore importanza del lavoro e dalle condizioni effettive in cui esso si deve compiere. E la riduzione può essere tanto grande da impiccolire la pila di montaggio principale sino a renderla una semplice antenna che si pianta un po' inclinata nel suolo od un'alta capra. Ogni sostegno della tettoja, che deve essere naturalmente di piccolo peso (1-2 tonn.), viene sollevato tutto intiero con una taglia collocata in sommità dell'antenna o della capra: quando poi siano montati due sostegni e siano riuniti con gli arcarecci di gronda e con quelli di colmo, servono questi stessi ad attaccarvi le taglie per sollevare il resto dell'orditura.

Per tettoje di medio peso si può anche procedere così: si costruisca sull'asse della tettoja la pila di montaggio munita di due capre articolate mobili ciascuna attorno un asse orizzontale, e posta l'una a destra e l'altra a sinistra della pila stessa sull'asse della tettoja, e con queste si sollevino contemporaneamente due sostegni principali della tettoja sino a renderli verticali e si riuniscano poi mediante gli arcarecci di gronda e i due arcarecci più vicini al colmo e alla pila di montaggio. L'intiera campata verrà quindi sollevata e posata sui suoi appoggi: si abbasseranno poi le capre, si passerà sotto le armature montate e si ricomincierà l'operazione per la successiva campata. I restanti arcarecci e gli altri ferri dell'orditura verranno sollevati mediante taglie attaccate alle parti già montate.

Caso b). — Quando l'area da coprirsi può senza inconvenienti rimanere ingombra, ma è contornata da alti muri su cui deve posare la tettoja, si riesce a montare i sostegni principali che abbiano grande peso nel semplice modo che segue: si costruisca sull'asse della tettoja una pila di montaggio a sezione quadrata o rettangolare sostenuta da ruote su perni per modo che si possa fare scorrere la pila secondo due direzioni normali fra loro. Essa porterà poi in sommità due capre adattate ai vertici di un lato parallelo al piano dei sostegni da montarsi: l'asse di ognuna di esse faccia col lato stesso un angolo alquanto maggiore di 90° ed ogni capra sia poi mobile attorno ad un asse orizzontale (fig. 1168). Ogni sostegno da montarsi sia diviso in due pezzi eguali e simmetrici, ed ogni pezzo si sollevi mediante una capra e l'argano corrispondente

fino a che esso venga a riposare sull'appoggio destinatogli. Quando i due pezzi sono così l'uno di fronte all'altro, si collocano provvisoriamente mediante chiavarde di montaggio i coprigiunti centrali, e il sostegno si può allora abbandonare a sè, sbadacchiandolo perchè non si rovesci. Si sposti secondo l'asse della tettoja la pila di montaggio e si monti il sostegno successivo ancor esso diviso in due pezzi. Indi, abbassate le capre e riportata la pila entro la campata testè montata, la si sposta parallelamente al piano dei sostegni montati portandola sin pressoal muro; e, ritornando quindi all'indietro, si montano mediante una capra tutti gli arcarecci di una falda (ciò che è possibile in causa della posizione assegnata alla capra stessa rispetto alla pila); passato il colmereccio è l'altra capra e

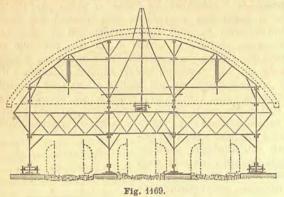


l'argano corrispondente che lavorano. Terminata la montatura d'una campata, si sposta definitivamente la pila e si comincia la montatura della campata successiva.

Se il peso del sostegno da montarsi non è grande, basta per la montatura un'antenna od una capra, ed il sostegno si monta non precisamente normale ai muri d'appoggio, ma alquanto ad essi obliquo fino a che non siano superati i detti muri, ed allora si raddrizza il sostegno e lo si cala sopra i suoi cuscinetti.

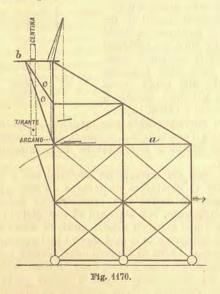
Ma quando l'area da coprirsi deve restare assolutamente sgombra, come accade nelle stazioni ferroviarie che si muniscono assai spesso di tettoja senza interrompere l'esercizio, è forza ricorrere all'impiego di un ponte scorrevole di servizio, sul quale un'intiera campata o due campate successive vengono montate divise nei loro singoli elementi od in un numero di pezzi relativamente grande (6-8), i quali dapprima in via provvisoria e quindi in via definitiva sono sullo stesso ponte riuniti fra loro.

Il tipo generale pressochè identico per tutte le tettoje di stazioni ferroviarie è quello della fig. 1169, che rappresenta l'armatura mobile adoperata per la montatura della stazione di Pisa. Essa consta di tre alte travi continue in legno a reticolato sostenuta ciascuna in quattro punti da colonne con piedi mobili su rotaje collocate lungo i marciapiedi. Queste travi hanno il loro lembo inferiore ad altezza tale sul binario da lasciar libero transito al materiale mobile, e sostengono un tavolato che ha per



larghezza qualche cosa meno della luce della tettoja e per lunghezza qualche cosa più di due campate. Così si possono montare tre sostegni principali senza spostare il palco. Le colonne di sostegno delle travi si prolungano al disopra di queste e sorreggono un secondo impalcato centinato secondo la curva dei sostegni da montarsi e sul quale sono appunto montati e chiodati i pezzi del sostegno che vengono composti sul tavolato inferiore.

Quando si è completata la montatura di due campate con tutti gli arcarecci ed il resto dell'orditura, si sposta il palco e si comincia la montatura di un'altra coppia di campate.



Qualora i sostegni montati abbiano un tirante inferiore, sia esso rettilineo o poligonale, conviene fare interrotte le colonne sostenenti il secondo tavolato; altrimenti non si può spostare il palco quando occorre. Se non si vuole avere la complicazione di manovre che porta con sè tale interruzione (la quale diventerebbe anche maggiore qualora vi fossero nei sostegni da montarsi sbarre diagonali che taglierebbero per isbieco le colonne del ponte), basta fare il palco atto alla montatura di un solo sostegno secondo lo schizzo

della fig. 1173. In essa a è il primo tavolato al livello del tirante inferiore del sostegno da montarsi; b è il secondo tavolato in aggetto sostenuto da contrafissi c, che sono sfalsati colle sbarre diagonali (se ve n'ha) del sostegno stesso. Quando uno di questi sia montato, spostando il ponte nel senso della freccia, non dànno noja nè tiranti, nè diagonali.

Se il peso della centina da montarsi non è grande, si possono sopprimere il palco b e i contrafissi c, ed allora, costruita intieramente una centina sul palco a affatto sgombro, la si solleva mediante funi nella sua definitiva posizione in un modo presso a poco analogo a quello descritto a pag. 644, colla differenza che i piedi della centina, invece di scorrere sul suolo, scor-

rono sul palco a.

Se non ci sono tiranti, si fa un palco di servizio per un'intiera campata con tavolato superiore continuo centinato secondo la curva del sostegno da montarsi, oppure il palco si termina con un tavolato piano a scaglioni orizzontali. Questa seconda forma di ponte scorrevole fu adoperata con successo nella montatura delle centine del Palazzo delle Belle Arti della luce di m. 52,80 nell' Esposizione di Parigi del 1889 (vedasi per maggiori particolari il giornale Génie Civil, 19 giugno 1888).

Prima di terminare l'argomento della montatura di una tettoja e con esso l'articolo, crediamo utile accennare brevemente ai moderni sistemi che vennero adoperati per montare le grandiose centine del Palazzo delle Macchine nell'Esposizione francese del 1889, la cui rapida descrizione trovasi data a pagina 636 del

presente volume.

Due furono i sistemi adottati per la montatura di

queste centine.

Il primo, della Società di Fives-Lille, si divide, come ogni altro sistema, nel montaggio delle centine principali ed in quello degli arcarecci. Il montaggio delle centine venne a sua volta diviso in due periodi; nel primo furono montati i piedritti di ogni centina, che, com'è noto, formano parte integrante di essa; e nel secondo periodo fu montato il resto della centina.

I piedritti furono rizzati e posti nel piano verticale passante per i centri degli appoggi; indi vennero fatti ruotare attorno a un perno provvisorio fino a che poggiarono sui perni degli appoggi stessi e furono poi collocati nella loro definitiva posizione ed in essa

assicurati.

Le funi per eseguire le rotazioni di ciascun piedritto prima attorno la cerniera provvisoria poi intorno la cerniera effettiva di ogni piedritto, erano attaccate in alto dei piedritti stessi e, passando sopra puleggie collocate su due castelli di legname laterali, si avvolgevano su argani posti su un castello di legname collocato

sull'asse della tettoja.

Questi tre castelli o pile di montaggio erano mobili e servivano anche per la montatura dei due tronchi rimanenti di centina. Ciascuno di essi veniva sollevato presso a poco parallelamente alla sua definitiva posizione, l'uno contemporaneamente all'altro, raggiunta la quale veniva collocato il perno di colmo e imbollonati i tronchi di centina montati sui piedritti già in posto.

Il montaggio degli arcarecci veniva eseguito per quelli prossimi alla gronda ed al colmereccio mediante i due castelli laterali ed il centrale; i tre arcarecci intermedi di ogni falda venivano sollevati e quindi mantenuti mediante ferri tondi all'esatta distanza che dovevano avere in opera ed erano poi fatti scorrere su

rotelle lungo le faccie superiori delle centine al loro posto definitivo nel quale venivano calati e quindi imhollonati. Le funi per lo scorrimento erano avvolte su

argani posti sul castello centrale.

Tolte le prime incertezze di manovra, il tempo normale per montare una campata fu in media di 10 giorni con 250 operai al giorno: il peso totale montato fu di 3700 tonnellate. Delle chiodature 5/8 furono eseguite in officina, 5/16 sul suolo del cantiere, 1/16 appena in

Il secondo sistema di montaggio usato dalla Société des anciens établissements Cail si compone anch'esso del montaggio delle centine e di quello degli arcarecci. Il montaggio delle centine si fece mediante cinque piloni di legname mobili sostenenti un tavolato avente la forma dell'intradosso delle centine e sul quale esse venivano montate in pezzi pesanti ciascuno non più di 3 tonn. Questi erano sollevati dal suolo mediante due gru metalliche a T, una per falda, mobili in un piano parallelo a quello delle centine su un binario sostenuto dai cinque castelli suddetti. L'arganello di sollevamento poteva inoltre spostarsi lungo l'ala orizzontale della gru.

Montate le due centine di una campata e portati i cinque piloni al di fuori di questa, le gru a T servivano per la montatura degli arcarecci, e questi, una volta imbollonati, servivano al montaggio dei travicelli.

Tolte anche qui le prime incertezze, il tempo normale per montare ogni campata è stato di 10 giorni con 215 operai al giorno. Delle chiodature 1/8 appena furono eseguite in officina, 1/4 a pie' d'opera e 5/8 in

Per maggiori particolari su questi due sistemi, entrambi semplici e raccomandabili, vedasi particolarmente il Génie Civil, 2º semestre 1888, pag. 211 e 321.

All'atto del montaggio si imbolionano provvisoriamente i diversi pezzi tra loro con chiavarde da montaggio che si sostituiscono poi con regolari chiodature a caldo o con chiavarde, del diametro esatto del foro, dove non sia possibile disporre le cose in modo da avere una buona ribaditura.

Ultimata la chiodatura o la regolare inchiavardatura di tutte le parti metalliche componenti l'ossatura della tettoja, la posizione in opera della copertura, dei vetri (se ci sono) e la verniciatura, con colore rosso o cenerino, si fa per mezzo di palchi volanti.

# Costo dei tetti e delle tettoje.

I dati che a questo riguardo vengono forniti da parecchi Manuali sono bene spesso illusori, massime per le tettoje metalliche, giacche essi sono dedotti in base a costruzioni eseguite in epoche anteriori, quando i prezzi unitari dei materiali erano diversi dai prezzi attuali. Per la stessa ragione un elenco dei costi di tetti o tettoje eseguite è un insieme di parti non confrontabili tra loro; e può benissimo accadere che un tipo di tettoja apparisca più costoso di un altro, solo perchè il prezzo a cui si pagò nel primo il materiale prevalente, cioè il ferro, è maggiore di quello pagato nel secondo per lo stesso materiale.

E più prudente pertanto calcolare il volume della costruzione di legno, e il peso della costruzione metallica e dedurre così il suo costo in base ai prezzi sottosegnati relativi al presente periodo ed a materiali posti

in opera:

a) per il legno d'abete, L. 80-100 al m3; b) per il legno di larice, L. 110-160 al m3;

c) per il legno di quercia, L. 140-200 al m3;

d) per il ferro, L. 0,45-0,50 al Kg.;

e) per la ghisa per colonne, L. 0,25-0,27 al Kg.; per ornati, L. 0,30-0,35 al Kg.;

f) per la lamiera di zinco, L. 0,75-0,80 al Kg.;

- g) per la lamiera di ferro zincato, L. 0,60 al Kg.; h) per le tegole piane, L. 2 al m2 di falda; per le curve, L. 2-3 al mº di falda;
  - i) per i vetri, L. 3 al mº ogni mm. di grossezza; 1) per le doccie in ferro zincato, L. 0,80 al Kg.;

m) per il piombo, L. 0,50 ogni Kg.

Per ottenere i cosidetti prezzi d'applicazione da introdurre in un preventivo di spesa, i prezzi sovra esposti devono essere aumentati del 10-20 % corrispondente presso a poco al ribasso d'asta.

Per dati riassuntivi si consulti il Manuale del pro-

fessore Colombo.

Chiuderemo coll'accennare che il costo di un tetto o di una tettoja riferito, come si fa ordinariamente, al metro quadrato di area coperta, riesce alquanto illusorio, perchè tale costo non tiene conto dell'altezza della tettoja.

Sarebbe pertanto più rigoroso riferire il costo della costruzione al metro cubo di spazio racchiuso, come si fa per le case d'abitazione e per i pubblici edifizi.

Ing. G. A. B.

TINTURA. - Vedi Materie tintorie e Stampa e tintura delle stoffe.

TOPOGRAFIA. - Franc. Topographie; ted. Die Landmessung; ingl. Topography.

La topografia è la scienza che ha per oggetto lo studio degli strumenti e dei metodi che servono a trovare la forma e le dimensioni di una zona limitata della superficie terrestre. Per le sue svariate applicazioni la topografia è utile alle costruzioni stradali ed idrauliche, al catasto ed all'agronomia.

Dovendosi rappresentare su di un foglio una porzione di superficie terrestre relativamente piccola, è indifferente ricorrere alla projezione normale oppure a quella centrale per la determinazione dei punti che costituiscono quella zona, inquantochè per lunghezze anche di 20 Km. quei due sistemi di projezione non danno delle differenze apprezzabili nelle rappresentazioni grafiche.

La superficie terrestre è irregolare ma si scosta di poco da quella di un'ellissoide di rotazione attorno all'asse dei poli. Secondo i calcoli di Bessel gli elementi dell'ellissoide terrestre sono:

> semiasse maggiore 6 377 397m, 155 6 356 078m, 963 semiasse minore

ed il grado medio, cioè la 90ma parte del quadrante della ellisse meridiana ha la lunghezza di 111 120m,619.

Dovendo in questo breve scritto occuparci specialmente degli strumenti che sono utili al topografo, accenneremo soltanto brevemente ai metodi di rilievo, per lasciar maggior campo all'esame degli strumenti topo-

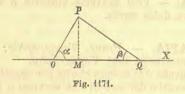
Si dice che tre o più paline costituiscono un allineamento allorchè posto l'occhio sulla prima, esse compariscono tutte una dietro all'altra o, se il terreno è disuguale, si vedono tutte sullo stesso piano verticale.

Il problema generale che si tratta di risolvere nei rilievi planimetrici consiste nel determinare la posizione di un punto P (fig. 1171) riferito ad un altro punto O scelto come origine e situato sopra un allineamento dato OX.

Questo problema si può risolvere in diversi modi: così si può tracciare l'allineamento OP ed un altro qualunque PQ ad incontrare in Q la OX e misurando le lunghezze OP, PQ, QO si viene a determinare la posizione del punto P perchè del triangolo OPQ risultano noti i tre lati. Di qui la necessità di conoscere gli strumenti che servono alla misura delle lunghezze. Questo metodo di rilievo chiamasi degli allineamenti.

Si può dal punto P condurre l'allineamento PM perpendicolare sopra OX e misurando le lunghezze OM e PM sarà rilevato il punto P. Per ciò fare occorre uno strumento capace di individuare la direzione PM; questa direzione viene generalmente tracciata collo squadro agrimensorio, perciò questo metodo di rilievo dicesi dello squadro od anche metodo per ascisse ed ordinate inquantochè le lunghezze OM e MP che si misurano sono le coordinate di P.

Il punto P risulta individuato anche quando si conosce la lunghezza del raggio vettore OP nonchè l'angolo α che esso fa coll'asse OX ed allora si ha il metodo di rilievo detto per irradiamento; si possono misurare gli angoli a e s che le visuali condotte da due punti O e Q dell'allineamento OX al punto P fanno coll'asse OX nonchè la distanza OQ ed allora si ha il metodo detto per intersezione. Inoltre il punto P si dice determinato per intersezione diretta quando gli elementi



che si conoscono sono OQ, α e β; si dice invece determinato per intersezione inversa quando si misura l'angolo OPQ nonchè uno qualunque degli angoli α e β. Si può infine individuare il punto P mediante il metodo detto per camminamento il quale consiste nel condurre un allineamento qualunque PQ, misurare le lunghezze PQ, OQ e l'angolo β.

Gli strumenti che servono per eseguire un rilievo planimetrico hanno quindi per iscopo di misurare lun-

ghezze ed angoli.

## Strumenti che servono per la misura delle lunghezze.

Gli strumenti che servono per la misura delle lunghezze si dividono in due distinte categorie:

1º Strumenti che servono per la misura diretta delle

distanze;

2º Strumenti che servono per la misura indiretta delle distanze: in topografia questi istrumenti sono ridotti esclusivamente ai cannocchiali distanziometri, senza considerare la serie numerosa di telemetri che trovano applicazione nel caso solo della misura delle distanze in guerra.

L'unità delle misure di lunghezza è il metro, il cui prototipo si trova nell'Ufficio internazionale di pesi e

misure di Parigi.

Le misure fatte al Perù sullo scorcio del secolo scorso, quelle fatte in Francia da Delambre e da Mechain e le più recenti fatte in Prussia da Bäyer e Bessel danno per il metro valori diversi.

Però la misura assunta come unità venne adottata da quasi tutti i popoli.

Misura diretta delle lunghezze. — Gli strumenti che servono per le più comuni misure di lunghezze topografiche sono le canne, le aste, le catene, i nastri metrici, ecc.

Le canne, dette anche triplometri, sono tronchi di canne palustri che hanno generalmente la lunghezza di tre metri.

Le aste metriche sono regoli di abete aventi la sezione di un rettangolo di m. 0,05 x 0,10 circa e della lunghezza di quattro o cinque metri.

Le catene sono di fili di ferro o di acciajo della lunghezza variabile da m. 10 a m. 30 ed hanno la foggia delle catene comuni; i nastri metrici o rotelle metriche. hanno una lunghezza variabile da 10 a 40 metri ma qual più qual meno sono tutti estensibili quand'anche siano formati con tessuti misti a fili di metallo, perciò il nastro è sempre un istrumento di grossolana approssi-

Un metodo di misura diretta usato specialmente in alcune parti della Germania è quello fornito dal compasso di campagna. Esso consta di un'asta di legno alle cui estremità è fissa una punta d'acciajo: la distanza delle due punte ê nota. Un archipenzolo unito all'impugnatura dello strumento permette di verificare l'orizzontalità della congiungente le due punte. Esso si usa in campagna come l'ordinario compasso a punte fisse si usa sulla carta.

Ruota di Wittmann. - Questo istrumento è utile per trovare sul terreno lo sviluppo della linea percorsa dalla ruota, come per esempio lo sviluppo di un tratto di strada e l'operazione riesce delle più spedite. Essa consta di una ruota la quale gira attorno ad un perno fisso ad una spranga che si tiene a mano: alla ruota è annesso un contatore il quale indica il numero dei giri che la ruota compie in un certo tratto. Se sulla periferia della ruota vi è un segno che serve d'origine e si pone tale origine ad un estremo della linea da misurare, è chiaro che facendo percorrere alla ruota tutta la linea, il contatore indicherà il numero dei giri fatti dalla ruota e conoscendo la circonferenza di essa sarà facile ottenere l'intiero sviluppo del tratto percorso. La ruota di Wittmann non essendo munita di alcun apparecchio che misuri l'inclinazione del terreno percorso, non serve che per terreni piani ed orizzontali. Si idearono e si costruirono bensì alcuni strumenti fondati sullo stesso principio della ruota di Wittmann atti a trovare direttamente la projezione all'orizzonte di una linea misurata. ma essendo essi complicati e costosi non si usano in pratica (1).

Ridotta la ruota di Wittmann a dimensioni piccolissime, essa serve a misurare le lunghezze di linee sulle carte topografiche o su disegni qualunque ed allora prende il

nome di curvimetro.

In questo caso la periferia della ruota è leggermente dentellata affinchè non vi sia alcun scorrimento sulla

Errori ottenuti nella misura diretta delle distanze con varii strumenti. — Il prof. Lorbeer di Leoben riassunse nello specchio seguente il risultato di 7460 esperienze fatte per la ricerca degli errori che si commettono facendo uso dei varii istrumenti più sopra accennati (L rappresenta la lunghezza della linea misurata):

<sup>(1)</sup> Chi volesse conoscere come funzionano tali istrumenti può trovare una chiara ed ampia descrizione di essi nella memoria del

prof. STANISLAO VECCHI intitolata: Gli Icnortometri, pubblicata a Parma nel 1880. Tip. Rossi-Ubaldi.

	Terreni facili (piani, orizzontali e senza ostacoli)	Terreni difficili (inclinati con ostacoli)	Terreni mediocri
1º Misure fatte con canne o pertiche portate lungo una cordicella tesa	0,000535VL	0,000535VL	0,000535 VL
2º Id. senza cordicella	0,00091/L	0,0041 V L	0,0025VL
3º Compasso di campagna	0,0021 V L	0,0095√L	0,006 V L
4º Nastri metrici d'acciajo	0,0022VL	0,00951\(\overline{L}\)	0,006 V L
5º Catene metriche	0,0030VL	0,01301/L	0,0081/L
6º Ruota	0,0036VL	- 1 ° 99	HE _

Cosicchè una misurazione fatta colle canne o pertiche senza cordicella, come si usa comunemente, è assai più esatta di quella fatta colla catena, col nastro e col compasso.

Queste esperienze mostrano che la catena è lo strumento che dà i peggiori risultati e quindi conviene dare la preferenza agli altri strumenti di misura.

Il prof. Jordan dà per gli errori medii le formole seguenti:

per le aste  $0,003\sqrt{L}$ per la catena  $0,008\sqrt{L}$ per il nastro  $0,005\sqrt{L}$ 

Esse dimostrano giuste le conclusioni di confronto relative all'uso dei diversi strumenti di misura.

Le cause d'errore che entrano nella misura delle lunghezze colle canne o pertiche sono generalmente tali da aumentare i valori delle lunghezze in confronto ai veri. Queste cause d'errore sono le seguenti:

le Il non disporre le canne nella precisa direzione

della linea da misurare;

2º 11 non disporre le canne perfettamente orizzontali;

3º Il colpire con una canna quella precedente spostandola in addietro.

Le prime due cause si verificano con qualunque longimetro.

Di tutti gli strumenti che servono alla misura diretta delle lunghezze, le canne sono quelle più in uso nella pratica; perciò è utile ricordare le seguenti norme che riguardano la misura diretta delle distanze eseguite colle canne:

Le registrazioni siano sempre segnate sul libretto di campagna in canne anzichè in metri per non commettere errori di trasformazione che difficilmente si potrebbero scoprire.

Le distanze sopra una linea siano sempre misurate in modo progressivo, affinchè l'errore di lettura di una misura parziale non influisca sulle successive e perchè si abbiano minori cause d'errore spostando meno le canne.

Si dispongano sempre le canne sul terreno in modo che il progredire della numerazione della loro graduazione sia nel senso in cui procede l'operazione.

E utile che il misuratore sollevando dal suolo la prima canna conti ad alta voce uno, sollevando la seconda due, sollevando nuovamente dal suolo la prima, tre e così di seguito onde non commettere errori di canne a causa di facili dimenticanze.

Per evitare maggiormente il pericolo di commettere errori di canne intere si facciano segni speciali sulle due di cui si fa uso, affine di poterle distinguere fra di loro e si usi sempre una di esse per le portate di numero pari e l'altra per quelle di numero impari.

Quando si deve misurare direttamente delle lunghezze in terreni inclinati all'orizzonte, si adoperano le canne o le pertiche applicando il procedimento detto a gradini o a scaletta, che consiste nel disporre successivamente le canne orizzontalmente in modo che gli estremi di due canne successive trovinsi sopra una stessa verticale; questa verticale si determina comunemente con una canna oppure col filo a piombo. Qualche volta si usano livelle a bolla d'aria o archipenzoli da muratore. Generalmente si ritiene preferibile il sistema di procedere dal basso all'alto per ottenere una maggiore approssimazione nelle misure.

Misura di una base topografica. — Nelle operazioni topografiche occorre qualche volta di dover misurare delle lunghezze dalle quali si fa dipendere il valore di altre misure, come ad esempio le triangolazioni topo-

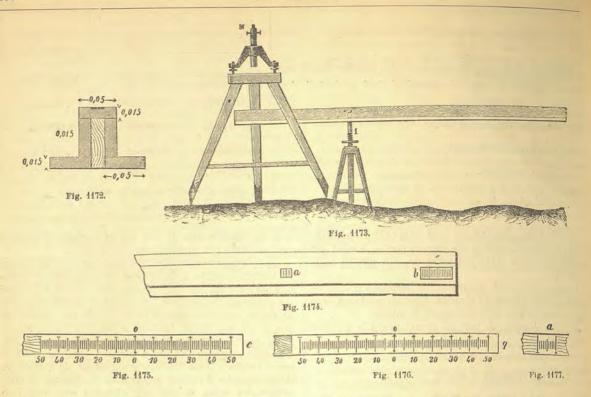
grafiche

Il terreno sul quale devesi tracciare e misurare la base deve soddisfare a certe condizioni essenziali la cui importanza è sempre considerevole.

Per quanto è possibile conviene che il terreno sia sgombro di ostacoli si naturali che artificiali; piano o pianeggiante, e tale che da una estremità della base si veda l'altra estremità nonchè i vertici intermedii che opportunamente si sceglieranno per la prosecuzione dei lavori. La lunghezza della base conviene che non sia inferiore alla media lunghezza dei lati della triangolazione, ed il terreno sul quale si svolge la misurazione della base conviene che non sia soggetto a tremollo e disturbo degli operatori, quindi conviene che nelle vicinanze non vi siano opifici nè strade ordinarie o ferrate.

Scelto il terreno sul quale sarà misurata la base, bisogna procedere a preparare convenientemente il suolo asportando sopratutto le zolle erbose ed i ciottoli smossi, e battendo per bene il suolo onde togliere alla sua superficie, per quanto è possibile, la mobilità.

La lunghezza che deve avere la base è sempre una quantità che si determina in precedenza: nota questa lunghezza si comincia ad individuarne una estremità configgendo nel terreno un grosso picchetto, e verso il punto dove si troverà l'altra estremità si pianta una antenna. Fatto stazione sul primo punto con un istrumento allineatore (che può essere un teodolite il cui asse ottico sia disposto in modo da descrivere un piano perfettamente verticale allorchè si muove in altezza il suo cannocchiale), si dirige l'asse ottico del cannocchiale sull'antenna e si procede alla misurazione preventiva ed al palinamento della base. Questa misurazione si può fare colle canne e, ad intervalli convenienti, per esempio ad ogni 100 metri, si piantano delle paline ed



accanto a queste, nell'allineamento, dei picchetti di legno o dei dadi di pietra, e così fino a che si è palinata tutta la base.

Preparato il terreno e tracciata la base si procederà alla sua misurazione; e siccome in essa bisogna raggiungere quella precisione che si sarà stabilita in base alla ampiezza della triangolazione che si eseguisce, dovrà essere nota approssimativamente l'estensione del terreno da rilevare, e lo scopo del rilevamento, onde stabilire con giusto criterio l'approssimazione colla quale dovranno essere fatte le operazioni per soddisfare alle esigenze del caso, e scegliere quegli strumenti che si crederanno maggiormente opportuni.

La misurazione di una base deve sempre essere fatta due volte almeno, partendo dalle due diverse estremità della linea (andata e ritorno). Se i due valori che si ottengono differiscono di una quantità che diversifica pochissimo dalla approssimazione che si può pretendere dagli strumenti adoperati, si assume come vera lunghezza della base quella risultante dalla media dei due risultati, e siccome è da ritenere che la scelta degli strumenti fu fatta tenuto conto delle approssimazioni desiderate nel risultato delle operazioni, questo valore della media sarà sempre conveniente.

Apparato per la misura di una base topografica. — Per il limite di spazio ristrettissimo impostoci, non possiamo descrivere tutti gli strumenti che si immaginarono per la misurazione di una base: perciò ci limitiamo a descrivere quello che riteniamo il più economico e speditivo per quanto riguarda la misurazione di una base topografica e che venne ideato e applicato dal prof. Jadanza nell'anno 1891 per la misura di una base topografica della lunghezza di circa 300 metri nella città di Torino.

Gli apparati che si usano generalmente per la misura di basi topografiche consistono per lo più in aste di abete che si succedono in linea retta lungo la traccia già individuata sul terreno; gli intervalli compresi fra due aste successive si sogliono misurare o mediante compassi di spessore, o mediante linguette graduate annesse alle medesime aste di misura.

Invece il prof. Jadanza richiamò in uso il metodo adoperato primieramente dall'illustre Ignazio Porro da Pinerolo, consistente in un'asta graduata alle due estremità con cui si misura l'intervallo tra gli assi di microscopii già disposti nel piano verticale passante per la verticale di uno degli estremi della base e per l'altro.

L'apparato del prof. Jadanza consiste essenzialmente delle seguenti parti:

Asta di misura (1). — L'asta di misura è di abete; la fig. 1172 rappresenta la sezione trasversale dell'asta nella scala di  $\frac{1}{5}$ . La lunghezza totale dell'asta è di circa

4<sup>m</sup>, 20. Come appare, la sezione è quella di una *u* capovolta ad ali prolungate: è costituita da cinque listelli tutti uguali fra loro uniti insieme con colla e viti e collegati da costole interne poste alla distanza di circa l<sup>m</sup> l'una dall'altra.

L'asta è sorretta da due appoggi identici fra loro che indicheremo con I e II (nella fig. 1173 è rappresentata soltanto la metà del progetto longitudinale, perciò è visibile uno solo di questi sostegni). Questi appoggi consistono in due perni terminati a calotta sferica che entrano nello spazio compreso fra i listelli dell'asta che sono disposti verticalmente e vanno contro alla tavola superiore. La flessione dell'asta prodotta dal proprio peso (8 Kg.) determina un accorciamento affatto trascurabile inquantochè esso raggiunge appena il millesimo di millimetro. Indicando con L la lunghezza dell'asta e con l la distanza dei due appoggi I e II, questa venne calcolata colla formola:

$$\frac{l}{L} = 0,55938.$$

La fig. 1174 rappresenta in projezione orizzontale la faccia superiore dell'asta; essa porta alle due estremità

<sup>(4)</sup> V. Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino, 4893, N. Japanza

le lastre metalliche b e c (fig. 1175 e 1176), ciascuna della lunghezza di 10 centimetri. Esse sono divise in millimetri e numerate, dalla loro divisione media, di 10 in 10 mm. in direzioni opposte. In corrispondenza di ogni decina di millimetri trovasi il segno + oppure -; il segno + si trova su quella parte della graduazione che è verso l'estremo dell'asta, il segno — trovasi invece sulla parte opposta.

Alla distanza di un metro l'una dall'altra sono inoltre infisse sulla faccia superiore dell'asta, altre tre lastrine identiche a quella rappresentata nella fig. 1177, divise esse pure di millimetro in millimetro. Esse hanno per iscopo di servire alla campionatura dell'asta.

La distanza compresa fra gli zeri delle due lastre b e c si chiama lunghezza normale dell'asta e la rappresenteremo con L.

Istrumento adoperato per fare le letture sull'asta.

— Le letture delle divisioni tracciate sulle lastrine che trovansi all'estremo dell'asta si fanno mediante il così detto Plesiotelescopio (cannocchiale-microscopio) per mezzo del quale è possibile osservare oggetti a distanza variabile da zero all'infinito dell'obbiettivo del medesimo.

Le fig. 1178 e 1179 rappresentano una l'elevazione e l'altra la projezione orizzontale della montatura di uno di tali plesiotelescopii. La parte esterna di esso consta di un basamento B a triangolo con tre viti V il quale porta nel suo centro il cannocchiale C e la livella A.

Mediante il piccolo manubrio P (figura 1179) si può far rotare il cannocchiale attorno all'asse di figura del cilindro che collega il basamento al cannocchiale stesso.

Essenzialmente il plesiotelescopio consta di un cannocchiale astronomico, nel quale al secondo fuoco della lente obbiettiva si è situata una lente, che diremo P, la cui distanza focale  $\varphi_2$  è minore della distanza focale  $\varphi_1$  della lente obbiettiva che indicheremo con O. Con questa disposizione le due lenti P ed O distano della quantità  $\Delta := \varphi_1$  perciò la distanza focale  $\varphi$  del sistema composto dalle due lenti O e P è uguale a  $\varphi_1$ ; il che è reso

evidente dall'equazione  $\varphi = \frac{\varphi_1 \, \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2 - \Delta}$  che esprime la distanza focale  $\varphi$  di un sistema composto da due lenti le cui distanze focali sono  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$  rispettivamente. Con una tale disposizione di lenti è possibile guardare oggetti lontani e vicinissimi. Infatti, quando l'oggetto che si guarda trovasi a distanza grandissima, sull'obbiettivo O arrivano paralleli i raggi luminosi emanati dai punti dell'oggetto; perciò la immagine di esso si forma al secondo fuoco della lente O, ossia sulla lente P la quale, essendo molto sottile, non porta alcuna alterazione su detta immagine e quindi per mezzo dell'oculare si può guardare questa immagine allo stesso modo come se la lente P non esistesse.

Se l'oggetto si accosta al fuoco anteriore della lente O, l'immagine data da questa tende ad allontanarsi sempre più dal suo secondo fuoco. La lente P impedisce tale allontanamento e ne dà una immagine reale situata fra P ed il secondo fuoco di questa. Allorchè l'oggetto viene a situarsi nel fuoco anteriore della lente O, questa emette paralleli i raggi luminosi emanati dai diversi punti dell'oggetto, ed a questi raggi corrispondono, dopo attraversata la lente P, dei raggi che concorrono tutti nel secondo fuoco di P.

Nell'ipotesi che l'oggetto si avvicini ancora e venga a situarsi al vertice della lente O, questa lente non ha azione su di esso e perciò la sua immagine si forma nel

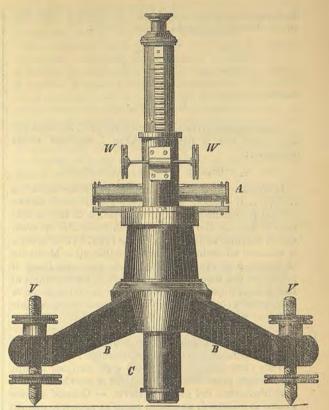
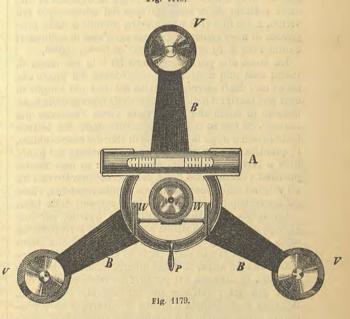


Fig. 1178.



coniugato del vertice della lente O rispetto alla lente P. Si può fare in modo che questo punto coniugato del vertice della faccia anteriore della lente O non cada troppo lontano dalla lente P, e questa condizione determina la distanza focale di essa lente.

Supponiamo che la immagine della faccia anteriore della lente O debba cadere ad una distanza determinata dalla lente P, per es.: ad una distanza uguale a  $\frac{\varphi_1}{n}$ : la distanza focale  $\varphi_2$  della lente P si determinerà mediante

le lastre metalliche b e c (fig. 1175 e 1176), ciascuna della lunghezza di 10 centimetri. Esse sono divise in millimetri e numerate, dalla loro divisione media, di 10 in 10 mm. in direzioni opposte. In corrispondenza di ogni decina di millimetri trovasi il segno + oppure -; il segno + si trova su quella parte della graduazione che è verso l'estremo dell'asta, il segno — trovasi invece sulla parte opposta.

Alla distanza di un metro l'una dall'altra sono inoltre infisse sulla faccia superiore dell'asta, altre tre lastrine identiche a quella rappresentata nella fig. 1177, divise esse pure di millimetro in millimetro. Esse hanno per

iscopo di servire alla campionatura dell'asta.

La distanza compresa fra gli zeri delle due lastre b e c si chiama lunghezza normale dell'asta e la rappresenteremo con L.

Istrumento adoperato per fare le letture sull'asta.

— Le letture delle divisioni tracciate sulle lastrine che trovansi all'estremo dell'asta si fanno mediante il così detto Plesiotelescopio (cannocchiale-microscopio) per mezzo del quale è possibile osservare oggetti a distanza variabile da zero all'infinito dell'obbiettivo del medesimo.

Le fig. 1178 e 1179 rappresentano una l'elevazione e l'altra la projezione orizzontale della montatura di uno di tali plesiotelescopii. La parte esterna di esso consta di un basamento B a triangolo con tre viti V il quale porta nel suo centro il cannocchiale C e la livella A.

Mediante il piccolo manubrio P (figura 1179) si può far rotare il cannocchiale attorno all'asse di figura del cilindro che collega il basamento al cannocchiale stesso.

Essenzialmente il plesiotelescopio consta di un cannocchiale astronomico, nel quale al secondo fuoco della lente obbiettiva si è situata una lente, che diremo P, la cui distanza focale  $\varphi_2$  è minore della distanza focale  $\varphi_1$  della lente obbiettiva che indicheremo con O. Con questa disposizione le due lenti P ed O distano della quantità  $\Delta = \varphi_1$  perciò la distanza focale  $\varphi$  del sistema composto dalle due lenti O e P è uguale a  $\varphi_1$ ; il che è reso

evidente dall'equazione  $\varphi = \frac{\varphi_1 \, \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2 - \Delta}$  che esprime la distanza focale  $\varphi$  di un sistema composto da due lenti le cui distanze focali sono  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$  rispettivamente. Con una tale disposizione di lenti è possibile guardare oggetti lontani e vicinissimi. Infatti, quando l'oggetto che si guarda trovasi a distanza grandissima, sull'obbiettivo O arrivano paralleli i raggi luminosi emanati dai punti dell'oggetto; perciò la immagine di esso si forma al secondo fuoco della lente O, ossia sulla lente P la quale, essendo molto sottile, non porta alcuna alterazione su detta immagine e quindi per mezzo dell'oculare si può guardare questa immagine allo stesso modo come se la fente P non esistesse.

Se l'oggetto si accosta al fuoco anteriore della lente O, l'immagine data da questa tende ad allontanarsi sempre più dal suo secondo fuoco. La lente P impedisce tale allontanamento e ne dà una immagine reale situata fra P ed il secondo fuoco di questa. Allorchè l'oggetto viene a situarsi nel fuoco anteriore della lente O, questa emette paralleli i raggi luminosi emanati dai diversi punti dell'oggetto, ed a questi raggi corrispondono, dopo attraversata la lente P, dei raggi che concorrono tutti nel secondo fuoco di P.

Nell'ipotesi che l'oggetto si avvicini ancora e venga a situarsi al vertice della lente O, questa lente non ha azione su di esso e perciò la sua immagine si forma nel

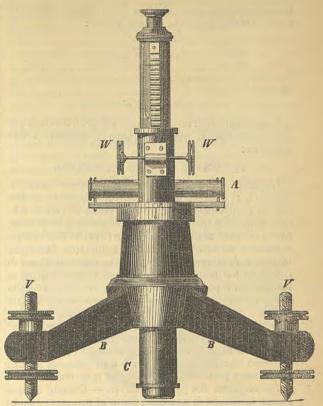
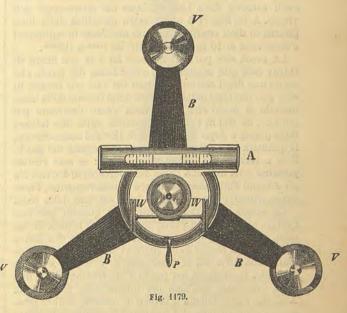


Fig. 1178.



coniugato del vertice della lente O rispetto alla lente P. Si può fare in modo che questo punto coniugato del vertice della faccia anteriore della lente O non cada troppo lontano dalla lente P, e questa condizione determina la distanza focale di essa lente.

Supponiamo che la immagine della faccia anteriore della lente O debba cadere ad una distanza determinata dalla lente P, per es.: ad una distanza uguale a  $\frac{\varphi_1}{n}$ : la distanza focale  $\varphi_2$  della lente P si determinerà mediante

la equazione seguente, che non è altro che la nota formola classica applicata al caso nostro:

$$\frac{1}{q_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{q_2}$$

$$q_2 = \frac{q_1}{q_2 + 1}.$$

da eui

I plesiotelescopii fatti costruire dal prof. Jadanza per l'apparato che si descrive hanno i seguenti valori numerici:

$$q_1 = 0^n, 20; n = 1, 8; q_2 = 0^n, 071.$$

L'oculare è ortoscopico di distanza focale uguale a m. 0,012. Il reticolo del plesiotelescopio consta di due soli fili perpendicolari fra di loro; prima di fare la lettura si dispone uno di essi parallelamente alle divisioni che si trovano sulle lastrine b e c (figg. 1175 e 1176) e si stimano ad occhio i decimi di millimetro. Mediante la livella A si rende perfettamente verticale l'asse di rotazione del manicotto che collega il cannocchiale al basamento, e per eliminare l'errore proveniente dalla non perfetta coincidenza dell'asse ottico del cannocchiale coll'asse suddetto, si prende la semisomma delle due letture fatte una prima e l'altra dopo la rotazione di 180º del cannocchiale C intorno al proprio asse. Nel campo del cannocchiale si vedono distintamente i segni + e che sono tracciati sulle lastrine b e c; ciascuna lettura deve essere preceduta dal segno che le conviene.

Rilevamento del punto a terra. — Quando si eseguisce la misura di una base, tanto al principio quanto alla fine della misura occorre trovare la distanza di uno degli estremi della base dall'asse del microscopio più vicino. A tal fine vi è una piastra metallica della lunghezza di dieci centimetri divisa anch'essa in millimetri e numerata di 10 in 10 millimetri da 0 mm a 100 mm.

La tacca che porta il numero 50 è la più lunga di tutte; essa può mettersi in coincidenza del punto che segna uno degli estremi, ed uno dei lati più lunghi di essa può mettersi nella direzione della traccia della basefacendo in modo che il 100 vada verso l'estremo più lontano. Se con m si indica la media delle due letture fatte prima e dopo la rotazione di 180º del cannocchiale, la quantità m — 50 rappresenterà la distanza del punto fisso a terra dall'asse del microscopio: se essa risulta positiva vuol dire che l'asse del microscopio trovasi fra gli estremi della base, se invece risulta negativa, l'asse del microscopio trovasi fuori degli estremi della base.

La stessa operazione devesi fare quando, per una ragione qualunque, si debba sospendere il lavoro. In tal caso, infisso un picchetto a terra con sopra una lastra metallica nel mezzo della quale vi siano due rette normali l'una all'altra, si determinera, come si è detto poc'anzi, la distanza del punto d'intersezione delle due linee ora dette dall'asse del microscopio più vicino. Allorchè si ricomincia il lavoro di misura, si deve procedere come quando si è cominciato, ritenendo il punto a terra come uno degli estremi.

Sostegni dell'asta di misura ed altri accessorii. — Prima di fare le letture alle estremità dell'asta bisogna essere certi che l'asta di misura sia posta in posizione orizzontale: a ciò serve una livella mobile che si dispone nel mezzo dell'asta.

I sostegni dell'asta hanno la loro estremità congegnata in modo da potere avere due movimenti: uno in direzione normale alla base, l'altro in altezza.

Nella fig. 1173 è rappresentato un sostegno dei ple-

siotelescopii : da essa risulta anche il modo di situare l'asta di misura.

L'apparecchio consta adunque delle seguenti parti: 1º Un'asta di misura della lunghezza di m. 4,20;

2º N. 3 plesiotelescopii coi relativi treppiedi;

3º N. 3 sostegni per l'asta di misura;

4º Una livella ed un picchetto per il punto a terra. La pratica di questi istrumenti insegna che conviene avere 5 plesiotelescopii affinchè la misura della base riesca spedita.

Applicazione dell'apparato descritto. — Indichiamo con B e C gli estremi della base da misurare: scelti convenientemente questi estremi si fissino in modo stabile sul terreno, p. es., con due grossi picchetti le cui faccie superiori siano piane ed orizzontali. Quando fosse necessario conservare gli estremi sarà bene incastrare sopra tali faccie due lastre metalliche sopra ciascuna delle quali siano segnate due linee rette tra loro perpendicolari.

La traccia del piano che passa per la verticale di un estremo e per l'altro può essere segnata sul terreno per mezzo di un cordino teso fra B e C o fra punti giacenti sull'allineamento determinato dagli estremi B e C.

Si metta il treppiede del plesiotelescopio su di un estremo, per es. B, in modo che l'asse dello strumento si projetti presso a poco sull'allineamento (ciò è possibile, inquantochè per quanto dicemmo si può con esso guardare oggetti a qualunque distanza) e si determini la distanza fra il punto a terra e l'asse del plesiotelescopio mediante due letture coningate. Si disponga l'asta di misura sopra l'allineamento, e la si renda orizzontale mediante la livella, e si porti il secondo plesiotelescopio all'altro estremo dell'asta. Dopo ciò due osservatori faranno le letture coniugate sulle lastrine b e c, quindi si scambieranno fra loro e rifaranno le letture sulle medesime lastrine, ln tal modo si sarà eseguita una portata. Supponendo di adoperare tre plesiotelescopii, essi portano inciso sul basamento il numero 1, 2, 3 rispettivamente; codesto numero trovasi anche segnato sul corrispondente treppiede.

Essi si possono disporre in precedenza sull'allineamento, e quando si sono fatte le letture ai primi due, si può togliere il primo che si metterà in seguito del 3º, intanto che l'asta di misura si farà andare sotto il 2º ed il 3º per fare la seconda portata e così di seguito.

Il modello per registrare la lettura può essere il seguente:

Nº d'ordine Letture sul punto a terra		Letture all'estremo	Media	Letture all'estremo		Media	Osservazioni		
Nº d'	Nº d'a	Me	+	-	M	+	-	7	
1			- 12	5 /		American			
2	-								113
3	(jeen) Peel	1.45			-				-

Indicando com  $m_b$  la media delle letture sul punto a terra fatto all'estremo B e con  $m_c$  la media di quelle fatte all'estremo C; con  $b_k$  e  $c_k$  le medie delle due let-

ture fatte dal medesimo osservatore sulle lastrine b e c che trovansi agli estremi delle aste corrispondenti alla K<sup>ma</sup> portata, si avrà per la lunghezza totale della base la espressione seguente:

$$nL + \sum_{1}^{n} b_k + \sum_{1}^{n} c_k + (m_b + m_c - 100)$$

essendo n il numero delle portate ed L la lunghezza normale dell'asta di misura.

Prima e dopo la misura della base è bene fare la campionatura dell'asta; si avranno così due valori di L pochissimo differenti fra loro dei quali si prenderà la media.

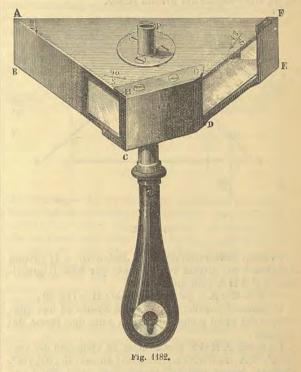
Squadro agrimensorio. — Lo squadro agrimensorio o squadro semplice è uno strumento il quale serve a



condurre da un punto dato un allineamento perpendicolare ad un altro allineamento, oppure inclinato di un certo angolo (generalmente di 45°) al medesimo allineamento e può avere la forma cilindrica o sferica (fig. 1180 e 1181). Nel bossolo sono praticate delle fessure a due a due diametralmente opposte, ed all'estremità di queste fessure vi sono dei forellini di diametro maggiore della larghezza delle fessure i quali servono a facilitare la ricerca del punto al quale si vuole collimare. Allorchè si deve puntare a segnali od oggetti assai diversamente inclinati rispetto al piano orizzontale che taglia per metà lo squadro si scelgono squadri le cui fessure si estendono anche al piano del coperchio del bossolo in modo che si possa traguardare anche per questi. In tal caso però, che si presenta soventissimo in montagna, convengono meglio i bossoli sferici.

Prima di acquistare uno squadro conviene verificare: l° Se gli assi delle fessure sono paralleli fra loro ed all'asse dello squadro. 2º Se i piani determinati dalle fessure opposte s'intersecano sull'asse dello squadro e se sono rispettivamente fra loro ad angoli retti e semiretti.

Per eseguire queste verifiche si infigge il bastone che porta lo squadro nel terreno e mediante un filo a piombo si rende verticale l'asse del bastone; poscia si verifica la prima condizione traguardando allo stesso filo a piombo posto a conveniente distanza ed osservando se gli assi delle fessure coincidono con esso in tutta la loro lunghezza. La seconda condizione si verifica tracciando sul terreno gli allineamenti dati dalle diverse coppie di traguardi e verificando se, col girare lo squadro attorno al suo asse, tutti gli angoli fatti da questi allineamenti sono eguali fra loro, ed i piani dei traguardi si sostituiscono reciprocamente. Le perpendicolari di lunghezza inferiore ai 10 metri si tracciano generalmente a vista senza lo squadro; per lunghezze sino a 40 metri si fa uso dello squadro e per lunghezze maggiori, oltre allo squadro conviene ricorrere ad una



misura di controllo, la quale si ottiene generalmente scegliendo un punto sull'allineamento di base e misurandone la distanza sia dal piede della perpendicolare come dall'estremo di questa. Ne risulta così un triangolo rettangolo nel quale l'ordinata che si controlla deve riuscire il cateto minore.

Lo squadro agrimensorio a traguardi tende ormai ad essere sostituito dagli squadri a specchi ed a prismi; e questi ultimi sono da preferire a quelli a specchi. In generale però gli squadri a riflessione non servono per rilievi in terreni inclinati come sarebbe nel caso di colline e montagne.

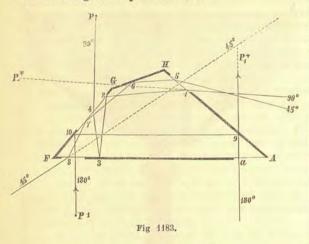
Fra i molti prismi a riflessione accenniamo, per brevità, ad uno dei più recenti e più generali, che è quello ideato e fatto costruire dal prof. Jadanza e rappresentato colla sua armatura nella figura 1182; la figura 1183 rappresenta il cammino che segue un raggio luminoso attraverso a detto prisma per essere deviato degli angoli costanti di 45°, 90° e 180°.

Un prisma che devia un raggio luminoso di 180° dicesi prisma allineatore inquantochè serve a trovare punti intermedi di un dato allineamento, perciò il prisma Jadanza funziona da squadro e da allineatore e può con ragione chiamarsi prisma universale.

Lo squadro, sia esso agrimensorio o a riflessione, è uno strumento utilissimo in tutti i metodi di rilievo, perchè con esso si possono speditamente rilevare le minute particolarità del terreno. Esso serve pure utilmente in rilievi di piccole estensioni, ove siano sufficienti poligonazioni rettangolari di pochi vertici e di lunghezze limitate nei lati.

Tutti gli strumenti topografici a riflessione sono fondati sul fatto che l'angolo formato da un raggio di incidenza e da quello doppiamente riflesso da due specchi è doppio dell'angolo formato dagli specchi medesimi.

Notisi inoltre che affinchè un prisma a riflessione possa deviare un raggio luminoso di un angolo costante deve essere tale che uno dei suoi angoli risulti doppio di un altro angolo del prisma stesso.



Prisma universale del prof. Jadanza. — Il prisma Jadanza è un prisma retto avente per base il quadrilatero F G H A i cui angoli sono

 $F = 45^\circ$ ;  $A = 45^\circ$ ;  $G = 157^\circ 30'$ ;  $H = 112^\circ 30'$ .

Il manico è mobile; e può essere fissato ad uno qualunque dei perni p che si trovano sulle due faccie del prisma.

La faccia A H G F porta incise in vicinanza dei vertici F, H, A, tre freccie con accanto i numeri 45°, 90°, 180°. Codeste freccie indicano le direzioni verso cui si vedranno le immagini riflesse; la lettera S, che è incisa accanto ai numeri 45° e 90°, indica che la immagine riflessa si trova sempre alla sinistra dell'osservatore nell'ipotesi che l'occhio suo si trovi alla estremità opposta alla direzione della freccia. - Per situarsi sullo allineamento determinato da due punti P e Q, il primo alle spalle ed il secondo innanzi all'osservatore, conviene tenere la faccia ipotenusa A B E F disposta in modo che l'occhio dell'osservatore sia applicato ad una delle aperture che si trovano agli estremi della medesima. La luce emanata dall'oggetto P entrerà nel prisma per l'altra apertura; l'osservatore si troverà sull'allineamento PQ quando la immagine di P (vista attraverso al prisma) coinciderà col punto Q. - Per tracciare sul terreno archi di circolo capaci degli angoli 45° e 90° e che passino per due punti dati A e B, supposto A alla destra e B alla sinistra dell'osservatore. questi si deve spostare sul terreno fino a quando la immagine di A si vede sovrapposta al punto B. Secondochè l'occhio dell'osservatore si trova verso F oppure verso H, l'arco di circolo tracciato sul terreno sarà capace dell'angolo di 45° ovvero di 90°. — Per misurare una distanza, bisogna togliere il manico e fissarlo al perno p della faccia A H G F. La faccia superiore sarà attualmente la B C D E nella posizione che si vede nella figura 1184.

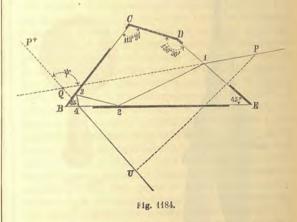
La distanza che si tratta di misurare sia quella tra il punto Q, dove si trova l'osservatore ed il punto P.

L'osservatore attraverso l'apertura della ipotenusa che è all'estremo di B, guardi nella direzione P dove si trova la immagine colorata dell'oggetto P Q U. Percorrendo questo allineamento sarà facile mediante lo stesso prisma, trovare il piede U della perpendicolare abbassata di P su di esso.

Misurando la distanza Q U e moltiplicandola per il numero che trovasi scritto sull'ipotenusa, si avrà la distanza richiesta P Q.

Naturalmente questo procedimento per misurare una distauza non è dei più spicci e solo può servire in casi eccezionali.

Oltre al prisma del prof. Jadanza sono più specialmente in uso nella pratica i prismi di Wollaston, di Goulier, di Bauernfeind.



Il prof. Vogler ha ideato un prisma pentagonale che è capace di far osservare la deviazione di un raggio luminoso di 45°, 90° e 180° sempre traguardando per una medesima faccia del prisma, e questo fatto costituisce un vantaggio sul prisma del prof. Jadanza.

Approssimazione data dagli squadri a traguardi e dagli squadri a riflessione. — Se lo squadro che si adopera non è di costruzione perfetta, si commette un errore angolare costante dovuto all'imperfezione dello strumento, e ad esso si aggiunge l'errore accidentale che si commette nel giudicare erroneamente la posizione

degli oggetti.

Da numerose esperienze fatte dal prof. Lorbeer sopra diversi squadri risulta che le lunghezze delle perpendicolari dovrebbero farsi piccole, per non correr rischio di avere degli spostamenti assai sensibili. Quando si adoperano squadri a traguardo senza speciale attenzione, non conviene in generale oltrepassare i 30 metri; per i prismi squadri si possono tracciare delle perpendicolari della lunghezza di circa 50 metri. Trattandosi poi di perpendicolari assai importanti, conviene fare il tracciamento due volte, come quando si vuole verificare lo strumento, appoggiandosi cioè prima a un punto di destra dell'allineamento e poscia ad un punto di sinistra e prendere la bisettrice delle due direzioni che così si ottengono.

Sestante. — Le proprietà degli specchi e dei prismi vennero applicate non solamente alla misurazione ed al tracciamento degli angoli retti e semiretti ed al tracciamento degli allineamenti, ma anche alla misurazione di un angolo qualunque mediante strumenti i quali se non ricevono notevoli applicazioni nelle operazioni importanti di topografia, vi trovano però applicazioni secondarie assai degne di nota, e sono poi utilissimi nelle operazioni di idrografia: in topografia questo strumento è generalmente limitato alla ricognizione delle triangolazioni.

Il sestante consta essenzialmente di due specchi di vetro, ciascuno dei quali deve avere le faccie maggiori parallele e perpendicolari al piano di un arco di cerchio graduato. Uno degli specchi sta sul centro dell'arco graduato ed è fissato ad un braccio mobile che porta un verniero; l'altro specchio è immobile, circa a metà di un braccio fisso. Il braccio mobile porta un piccolo cannocchiale disposto in guisa da guardare entro lo specchio fisso, il quale non è amalgamato per tutta la sua estensione, ma soltanto nella metà inferiore, cosicchè guardando nel cannocchiale si può vedere contemporaneamente un oggetto per riflessione ed un altro oggetto direttamente. Il sestante è fondato sullo stesso principio già enunciato degli squadri a specchi, esso ha il pregio di potersi impiegare senza bisogno di un sostegno che stia fermo: lo si tiene in mano come gli squadri a riflessione, inquantochè la manovra dello strumento consiste semplicemente nel far variare l'angolo degli specchi fino a che le immagini dei due punti dei quali si vuole l'angolo risultino coincidenti. Il risultato che si ottiene è poco conveniente per la topografia, inquantochè l'angolo letto non è ridotto all'orizzonte; si è perciò che l'uso del sestante in topografia è ridotto a quei casi nei quali per la poca inclinazione delle visuali e per la poca precisione che occorre negli angoli si può trascurare la riduzione all'orizzonte.

I sestanti più in uso hanno la forma di una scatola cilindrica del diametro di circa 10 centimetri; il cannocchiale si estrae in parte quando si vuole adoperare e si fa rientrare nell'interno della scatola quando si rimette lo strumento nel suo astuccio; questi sestanti sono noti col nome inglese di box-sextant.

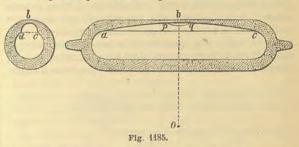
Il sestante si presta bene allo scopo di aggiungere dei punti sopra un grafico di triangolazione o sopra una carta topografica, come per esempio, allo scopo di segnare sopra una pianta topografica i punti dove si sono fatti degli scandagli per conoscere la forma del fondo di un lago, porto, ecc. Il procedimento che si segue in questi casi è quello di Pothenot (detto anche di Snellius) ed il disegno si fa mediante un rapportatore particolare, noto sotto il nome inglese di station-pointer, ossia strumento che serve ad individuare le stazioni.

Questo istrumento consta di un circolo graduato dal cui centro si partono tre aste: quella di mezzo è fissa ed un suo spigolo, che si chiama linea di fede, corrisponde al raggio zero del cerchio: le altre due aste possono ruotare attorno al centro del disco graduato e ciascuna di esse ha uno spigolo che corrisponde allo zero di un nonio fissato alla riga stessa. Per adoperare questo strumento si fanno segnare ai due nonii gli angoli misurati nel punto da determinare fra le visuali ai tre punti d'appoggio; poscia si dispone lo strumento sul foglio in modo che le linee di fede delle tre aste passino per i tre punti che sul foglio rappresentano i punti d'appoggio; ciò fatto si segna con un foro il centro dello strumento, ed esso indica la posizione del punto da determinare.

I sestanti di dimensioni grandi sono generalmente

provvisti di vetri colorati per il fatto che se uno dei due punti ai quali si collima è fortemente luminoso (come ad esempio il disco del sole) i raggi che ne emanano verrebbero, sia direttamente, sia per doppia riflessione, ad offendere l'occhio dell'osservatore. Siccome un tal genere di collimazione è assai frequente nell'uso del sestante, così si introdussero i vetri colorati, che sono incassati in incorniciature metalliche indipendenti, e tali che possono ruotare attorno ad uno stesso perno in guisa da lasciar libera la superficie degli specchi, oppure da essere sollevata di fronte a tali superficie, ed essere attraversate dai raggi luminosi prima che questi vengano a colpire l'occhio dell'osservatore. Tali vetri sono di diversa colorazione in modo da poterli adattare, sia singolarmente, sia accoppiandoli, ai vari bisogni dell'osservatore.

Gli strumenti topografici che maggiormente interessano il topografo sono muniti di *livelle* dette a bolla d'aria; conviene di esse avere un chiaro concetto per poter procedere con sicurezza al loro maneggio, perciò di esse diremo un po' diffusamente, sempre però nei limiti impostici per causa di spazio.



La livella. — La livella è uno strumento che serve a determinare rette e piani orizzontali e verticali. Essa consiste in un tubo di vetro chiuso alle sue estremità il quale nel senso della lunghezza e da una parte soltanto è lavorato in modo che la superficie interna risulta quella generata da un arco di circolo che ruota intorno ad una retta del suo piano ad una distanza dal centro dell'arco mobile molto maggiore del raggio di esso, in modo da costituire una porzione di un toro di rivoluzione.

Questo tubo è riempito quasi intieramente di un liquido fluido, per es., alcool, etere solforico, benzina, ecc.; lo spazio non occupato dal liquido contiene i vapori di esso e costituisce la bolla della livella.

La fig. 1185 rappresenta due sezioni della livella: una nel senso longitudinale, l'altra nel senso normale all'asse del tubo.

L'arco abc è l'arco direttore e la corda ac dicesi asse della livella; abc è l'arco generatore del toro. Rappresenti abc il raggio di curvatura dell'arco ac; esso chiamasi raggio di curvatura della livella. Quando abc è verticale, le estremità abc e abc della bolla risultano equidistanti dal punto abc in tale posizione il piano tangente in abc al toro è orizzontale e la tangente all'arco abc nel punto abc chiamasi abc centrale della livella.

Se un piano od una retta sono collegati al tubo in guisa da riuscire paralleli alla tangente centrale o al raggio centrale o b della livella, è manifesto che ogni qualvolta la bolla riesce centrata, cioè gli estremi p e q risultano equidistanti dal punto b, questo piano o questa retta si troveranno in posizione orizzontale o verticale.

Nel punto medio b vi è segnato zero e a destra ed a sinistra di esso sono segnate delle divisioni equidistanti

Quando l'asse ab è inclinato all'orizzonte, la bolla si porta nel punto più alto dell'arco direttore, per es., in m (fig. 1186) ed il raggio o m risulti verticale.

L'arco b m compreso fra lo zero b ed il centro m della posizione attuale della bolla misura l'inclinazione del raggio o b alla verticale o m od anche l'inclinazione dell'asse a b all'orizzonte.

Indicando con n lo spostamento della bolla, con  $\varphi$  il raggio dell'arco direttore e posto b o  $m = \varphi$  si ha:

$$\varphi = \frac{n}{\rho \cdot \text{sen } 1''} \cdot$$

Si chiama sensibilità della livella il numero dei secondi contenuti nell'angolo φ quando n è eguale ad un millimetro, quindi la sensibilità è espressa da:

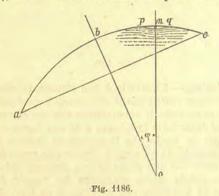
$$\varphi = \frac{206,265}{\rho}$$

nella quale e è espresso in metri.

Affinchè una livella abbia la sensibilità di 1" deve

quindi essere  $\rho = 206^{\text{m}},265$ .

Negli strumenti topografici si trovano generalmente livelle di raggio inferiore a 100 metri perchè una grande sensibilità può essere non conveniente nel senso che richiederebbe troppo tempo prima di riuscire a centrare la bolla, e si sposterebbe a causa di una minima oscillazione dello strumento o del terreno. Oltrecchè dal raggio e, la sensibilità di una livella dipende anche dalla



resistenza che prova il liquido a muoversi nel tubo, ed affinchè la bolla non risulti pigra conviene che la sezione trasversale della livella sia sufficientemente grande e sia grande anche la bolla stessa in modo però che quando fa freddo essa non si allunghi tanto da non poter più osservare le sue estremità e non diventi troppo piccola e pigra nelle ore calde.

Negli strumenti delicati si rimedia a questi inconvenienti ricorrendo alle cosidette livelle a *serbatojo*, per mezzo delle quali si può ottenere che la bolla abbia sempre una stessa lunghezza.

Praticamente si determina la sensibilità di una livella

con uno dei metodi seguenti:

1º Se si possiede un cerchio graduato posto in un piano verticale e mobile intorno ad un asse orizzontale, si fissa ad esso la livella da esaminare, si inclina il cerchio, e con esso la livella, in modo che gli estremi della bolla percorrano un certo numero n di divisioni della graduazione segnata sulla livella, e letto il numero x di secondi di cui ha rotato il cerchio graduato,

la sensibilità della livella è espressa dal rapporto  $\frac{x}{n m}$  essendo m il numero di millimetri compresi fra due divisioni successive della livella.

Aggiungiamo subito che questo procedimento non è mai da applicarsi in topografia, a meno che il circolo verticale di cui si dispone abbia una approssimazione molto grande, il che non si verifica per gli ordinarii strumenti topografici.

2º Un altro procedimento che praticamente dà risultati migliori del precedente consiste nel sovrapporre la livella su di un cannocchiale munito di reticolo e mobile

attorno ad un asse orizzontale.

Si fissa la livella al cannocchiale in modo che il suo asse risulti il più che sia possibile parallelo all'asse ottico del cannocchiale e centrata perfettamente la bolla della livella si dirige il cannocchiale ad una stadia verticale situata ad una certa distanza D (variabile da m. 20 a m. 100) dall'asse di rotazione orizzontale del cannocchiale,

Si fa la lettura sulla stadia e poscia si muove insieme il cannocchiale e la livella in altezza finchè la bolla per-

corre un certo numero n di divisioni.

Fatta nuovamente la lettura sulla stadia e detta d la differenza delle due letture, la sensibilità richiesta viene

espressa da  $\frac{n}{n}$   $\frac{n}{n}$  m sen 1'' nella quale il prodotto n m rappresenta il numero dei millimetri di cui si è spostata

la bolla della livella.

*Esempio.* — Si è applicato questo 2° metodo alla determinazione della sensibilità di una livella divisa in 50 parti equidistanti e comprendenti complessivamente una lunghezza di 150 mm. cosicchè m=3 mm.

Si operò ad una distanza  $D=50^m$ , 56 e spostata la bolla di n=20 divisioni si ottenne  $d=0^m$ ,043, cosicchè l'asse della livella si è inclinato di un angolo  $\alpha$  dato da tang  $\alpha=\frac{0,043}{50,56}$ , e quindi  $\alpha=175''$ ,019 e la sensibilità

della livella risulta quindi data da 
$$\frac{175'',019}{20+3} = 2'',91.$$

3º La sensibilità delle livelle si può determinare anche coll'uso dell'esaminatore delle livelle, istrumento che viene specialmente usato nei gabinetti di geodesia e di astronomia e che tralasciamo dal descrivere per non scostarci dai limiti assegnatici.

Notiamo solo che si è determinata la sensibilità della livella di cui all'esempio precedente servendoci di un esaminatore di livelle di proprietà dell' Osservatorio astronomico di Torino e si ottenne per sensibilità il valore 2",96, il che conferma che il 2º metodo esposto dà risultati eccellenti.

La livella è sempre chiusa in un'armatura di metallo che prende forme differenti secondo i diversi bisogni

della pratica.

Volendo misurare l'inclinazione di una retta all'orizzonte, vi si sovrapponga la livella e siano p e q le divisioni che si leggono in corrispondenza degli estremi della bolla; quindi si inverta la livella e si leggano nuovamente gli estremi della bolla e siano ad esempio p'eq'; la misura della inclinazione della retta data viene espressa da:

$$\frac{1}{4} \left[ (p+p^1) - (q+q^1) \right].$$

La retta sarà più elevata verso quell'estremo cui

corrisponde una somma maggiore.

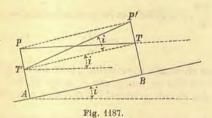
Procedendo in tal guisa si elimina l'errore proveniente dalla differente altezza dei sostegni della livella, nonchè quello proveniente dal fatto che lo zero della graduazione della livella non è perfettamente nel mezzo della medesima.

Per verificare se una livella è giusta la si colloca sopra un sostegno AB tale da poterne far variare la inclinazione e si centra la bolla (fig. 1187): poscia si inverte la livella e se la sua bolla rimane in centro segno è che la livella è corretta e quindi la retta AB è orizzontale.

Se la livella non è corretta, quando la bolla non è centrata la base AB fa coll'orizzonte un angolo i: invertendo la livella il punto T va in T' risultando T' T parallela a AB; la tangente centrale prende la posizione T'P' e la sua inclinazione sulla base non essendo cambiata, essa fa con T'T lo stesso angolo i che faceva prima: la sua inclinazione sull'orizzonte diventa adunque uguale a 2i e la bolla rimane fuori centro.

Generalmente una delle estremità dell'armatura della livella è fatta a cerniera e l'altra metà è mobile per mezzo di una vite, la quale serve per rettificare la livella.

Cosichè per rendere orizzontale una retta munita di viti capaci di farla muovere in un piano verticale e per rendere uguali i sostegni di una livella bisognerà procedere nel modo seguente: «Si sovrapponga la livella alla retta data e si centri la bolla colle viti che muovono essa retta; quindi si inverta la livella in modo che l'estremo di destra prenda il posto dell'estremo di sinistra, e viceversa, e lo spostamento della bolla si corregga metà colle viti che muovono la retta e l'altra metà colle viti che allungano od accorciano i sostegni della livella ».



Allorchè la bolla rimane centrata prima e dopo l'inversione si è sicuri che la livella è corretta, vale a dire che i suoi sostegni sono di uguale altezza se lo zero della graduazione è nel punto medio dell'arco, ed inoltre si è sicuri che la retta su cui poggia è orizzontale.

Per rendere orizzontale un piano basta rendere orizzontali due rette non parallele che giaciano sul medesimo.

È importante osservare che se lo spostamento della bolla dal centro prima e dopo l'inversione riesce il medesimo e dalla stessa parte (verso la destra o verso la sinistra dell'osservatore), ciò significa che le braccia della livella sono corrette, e che non è orizzontale la retta su cui appoggia. Se invece la bolla si sposta di quantità eguali dal centro, prima verso la destra, dopo verso la sinistra dell'osservatore, ciò indica che la retta su cui poggia la livella è orizzontale e che le braccia della livella sono disuguali.

Generalmente la retta che si vuol rendere orizzontale è nella pratica rappresentata dall'asse di un cilindro (o di un cono) su cui posano direttamente le braccia della livella foggiate a V o ad arco di cerchio.

Per maggior generalità supponiamo che la livella sia appoggiata su di un cono mediante forchette a V: orbene qualunque siano i raggi dei perni su cui poggia la livella, quando la bolla rimane centrata prima e dopo la inversione della livella, si dimostra che è orizzontale la retta che unisce i vertici delle forchette a V; se il contatto fra il cono e le braccia della livella è circolare

e se la bolla rimane centrata prima e dopo l'in versione è orizzontale la generatrice di contatto del cono colle braccia della livella.

Livella sferica. — Alcuni strumenti topografici sono muniti oltrecchè di livella a toro, anche di livella sferica, che consta di una scatola cilindrica coperta da una calotta sferica di vetro. Essa contiene le stesse sostanze delle livelle toriche, lasciando una bolla che si mantiene sempre nella parte più alta della calotta sferica. Il piano tangente nel punto di mezzo della bolla è orizzontale: se perciò si porta la bolla in un punto in cui il piano tangente sia parallelo alla base si sarà resa orizzontale questa base. Questo punto corrisponde al centro di un piccolo circolo descritto sulla calotta sferica.

Le livelle sferiche sono più comode di quelle toriche quando si tratta di orizzontare un piano o rendere verticale un asse di rotazione, ma dànno in generale poca precisione avendo raggi molto minori di quelli che comunemente si dànno alle livelle toriche.

## Strumenti che servono per misure angolari.

L'angolo diedro formato dai piani che passano per la verticale di un punto A e per due altri punti qualunque B e C dicesi angolo orizzontale fra i punti B e C od anche angolo azimutale.

Dicesi distanza zenitale di un oggetto l'angolo che la visuale diretta all'oggetto fa colla verticale del luogo di osservazione: il complemento della distanza zenitale dicesi altezza sull'orizzonte.

Quando l'oggetto ha una distanza zenitale maggiore di 90º l'angolo compreso fra la visuale e l'orizzonte dicesi angolo di depressione.

Lo strumento che serve a misurare tutti questi angoli chiamasi teodolite.

Non è noto da chi e quando il teodolite sia stato costruito: vuolsi però che ciò sia avvenuto in Inghilterra e prima del secolo scorso, inquantochè si hanno notizie di alcuni perfezionamenti portati a questo strumento, in principio del secolo stesso, da Gionata Sisson, rinomato costruttore di strumenti astronomici a Londra.

Il teodolite non andò segnalato fra gli strumenti geodetici, che quando ad esso si applicarono la livella a bolla d'aria e il verniero, e quando specialmente si inventarono i procedimenti meccanici per la divisione del lembo graduato dei suoi circoli.

Crediamo utile di dare un cenno sulla storia di questi perfezionamenti, cenni che togliamo dalle *Notizie sto*riche sui catasti d'Italia del prof. R. Pannelli dell'Istituto tecnico di Macerata.

L'invenzione della livella a bolla d'aria sostituita al piombino è dovuta allo scienziato francese Melchisedecco Thévenot nel 1666; però la esatta costruzione di questo apparecchio, tanto semplice quanto delicato, presentò da principio gravissime difficoltà, talchè il Montanari, facendo la critica dei diversi livelli in uso ai suoi tempi, giunse a preferire un livello ad acqua ad un livello a bolla d'aria. Soltanto un secolo più tardi queste dificoltà vennero superate dal francese Chezy, con un processo particolare da esso immaginato per lavorare la superfice interna del tubo della livella: tuttavia anche oltre la metà del secolo scorso la livella a bolla d'aria era adoperata con molta diffidenza, invece del primitivo filo a piombo.

Per frazionare le parti di un circolo graduato s'impiegarono, nei tempi andati, diversi artifizi i quali sono descritti in molti trattati di astronomia. Di tutti però il solo che ebbe lunga vita fu il verniero, inventato da Paolo Vernier verso il 1631. La graduazione degli strumenti goniometrici si fece, per lungo tempo, sopra ciascun circolo, per tentativi e adoperando un compasso. Per poter eseguire questa operazione con una certa esattezza, occorreva avere circoli assai grandi; e poichè strumenti con circoli grandi riuscivano incomodi a maneggiarsi, così al circolo intero si sostituì la quarta parte o la sesta parte del medesimo, e da qui i quadranti ed i sestanti.

Ferdinando duca di Chaulnes, in una memoria pubblicata in Francia nel 1765, fu il primo a riconoscere che, per avere buone divisioni negli strumenti matematici, era necessario ajutare la vista dell'operatore con potenti microscopii; perciò immaginò e costrul gli apparecchi per mezzo dei quali ottenne la graduazione di un cerchio o di un regolo con una esattezza che per lo innanzi non era mai stata raggiunta. Però l'onore di aver perfezionati i metodi meccanici per la graduazione dei circoli spetta al Reichembach, costruttore di istrumenti matematici in Monaco, che sul principio del presente secolo sembra abbia introdotte le macchine a dividere per la graduazione dei circoli.

Oltre alla maggior perfezione che così fu portata in alcuni particolari del teodolite, nel 1752 Tobia Mayer immaginò il principio della *ripetizione* degli angoli, ed il teodolite venne modificato, in guisa da servire allo

scopo, dal Reichembach.

Perfezionato in tal guisa, il teodolite fu sostituito a tutti gli altri strumenti che fino allora avevano occupato un posto più o meno importante nelle operazioni geodetiche. Altrettanto però non avvenne nel campo dei lavori topografici, dove non troviamo il teodolite che 50 anni più tardi, e per merito specialmente dello llustre Ignazio Porro da Pinerolo, che fu dotato di alto ingegno e di meravigliosa attività.

Dato questo rapido cenno per la storia del teodolite, continuiamo nella nostra breve rivista sugli strumenti

topografici e sul loro uso.

Unità di misura angolare. — L'unità di misura angolare è il grado che può essere sessagesimale o centesimale a seconda che rappresenta la 360° o la 400° parte della circonferenza.

Relazione fra le due graduazioni. — La trasformazione dei gradi centesimali e loro frazioni decimali in gradi, minuti e secondi sessagesimali e viceversa, è un'operazione alla quale bisogna ricorrere sovente nella pratica e si fa nel seguente modo:

Se è dato un certo numero di gradi centesimali, togliendone il suo decimo il numero intero che si ottiene dà il numero dei gradi sessagesimali; la frazione decimale che rimane si moltiplica per 60; il numero intero dà i minuti sessagesimali; finalmente la frazione decimale rimanente si moltiplica alla sua volta per 60: il prodotto dà il numero intero di secondi e delle loro frazioni decimali.

Sia per esempio da ridurre in gradi sessagesimali la quantità centesimale seguente:

225, 3879

applicando la regola suddetta si ha:

22, 3879
$$-2, 23879$$

$$20, 14911 \dots = 20^{\circ} \dots \dots + 0, 14911$$

$$0, 14911 \times 60 = \dots 08' \dots + 0, 9466$$

$$0, 9466 \times 60 = \dots 56'', 796$$

$$22^{ir}, 3879 \dots = 20^{\circ} 08' 56'', 796.$$

Per ridurre i gradi sessagesimali nella divisione centesimale si divide il numero dei secondi per 60, a questo quoziente, espresso per mezzo della frazione decimale, si aggiunge il numero dei primi e la somma così ottenuta si divide per 60; a questo quoziente si aggiunge il numero dei gradi e la somma si aumenta della sua nona parte: si ha così il numero corrispondente dei gradi centesimali e della loro frazione decimale.

Perciò volendo trasformare 20°08'56",796 nella divisione centesimale si procede nel modo seguente:

Per maggior brevità si può ricorrere ad apposite tavole che dànno direttamente le trasformazioni delle due divisioni.

### Modo di valutare le frazioni delle graduazioni.

Nonio o verniero. Per leggere le frazioni delle parti uguali in cui è divisa una riga oppure un circolo, portisi sopra un'altra riga o sopra un altro circolo una lunghezza uguale a n-1 parti della riga o del circolo e la si divida in n parti uguali. Indicando con l la distanza fra due divisioni consecutive della riga o del circolo, quella delle parti del nonio avra una lunghezza l' data

da  $l' = \frac{n-1}{n}l$  e la differenza fra queste due lunghezze vale:

$$l \cdot l' = \frac{l}{n} \tag{1}$$

che viene chiamata approssimazione del verniero.

Generalmente in topografia il nonio si applica alla lettura dei circoli graduati dei teodoliti e dei tacheometri.

Il nonio serve quindi ad ottenere le misure coll'approssimazione di una frazione uguale alla differenza fra una parte della graduazione principale e una parte del nonio e l'equazione (1) dice che l'approssimazione si ottiene dividendo la più piccola divisione del grado sopra il lembo per il numero totale delle divisioni del nonio.

Dalla (1) si ricava  $n = \frac{l}{l-l'}$  la quale risolve la seguente

questione:

« Data una graduazione, e l'approssimazione che si
desidera, trovare il nonio corrispondente ».

La fig. 1188 rappresenta in due posizioni differenti un nonio applicato al circolo di un teodolite la cui divisione è sessagesimale e graduato di 20' in 20'. La prima di esse, cioè la (a), mostra il verniero che abbraccia 39 parti del lembo ed è diviso in 40 parti, cosicchè l'approssimazione è:

$$\frac{l}{n} = \frac{20'}{40} = \left(\frac{1}{2}\right)' = 30''.$$

La seconda, cioè la (b), mostra il verniero in una posizione qualunque: la lettura corrispondente ad essa è 311°51′30″. Per agevolare le letture i costruttori segnano sulle graduazioni del verniero una numerazione che corrisponde non già al posto che occupano i tratti della graduazione, ma direttamente al valore di ciascuno di essi.

Sui nonii che dànno una grande approssimazione non è facile trovare subito la divisione del nonio che sta per

diritto con una divisione del cerchio, o meglio se ne trovano parecchie che alla prima sembrano ugualmente in coincidenza. Giova perciò osservare che quando una divisione è perfettamente in coincidenza, a destra ed a sinistra di essa si vede una perfetta simmetria; se due divisioni del nonio sono ugualmente vicine alla coincidenza, esse sono ambedue comprese in una parte della graduazione del cerchio e vi è simmetria a destra ed a sinistra del loro intervallo. Per poter applicare la stima anche ai tratti estremi del verniero, la sua graduazione si estende di qualche tratto dall'una e dall'altra parte oltre a quello che sarebbe strettamente necessario. Per fare con speditezza la lettura sui nonii conviene valutare prima ad occhio la frazione da leggere, cioè l'intervallo fra lo zero del nonio e la divisione del cerchio che immediatamente la precede per poter portare l'attenzione su quella porzione del nonio dove si trova la coincidenza, per esempio sulla prima metà del nonio se l'intervallo venne stimato minore di mezza parte del lembo. Per evitare errori di stima nelle letture è buona regola per l'osservatore di fare in modo che la sua visuale non cada

(a) 20 45 10 5 10 320 320 320 Fig. 1488.

mai obliquamente sulla graduazione. Le letture fatte sui nonii richiedono sempre un tempo relativamente lungo ed inoltre riescono nojosissime, perchè in realtà sono due le letture che bisogna fare per ciascuna osservazione: bisogna anzitutto leggere sulla graduazione del lembo in corrispondenza dello zero del nonio, poscia percorrere coll'occhio il nonio finchè si giunge a trovare la coppia di graduazione coincidente.

Si studiarono perciò altri istrumenti da sostituire al nonio i quali tutti hanno la parte essenziale costituita da un microscopio composto di una certa potenza (ingrandimenti da 20 a 60 volte in media): perciò allo strumento si dà il nome generico di microscopio collimatore, il quale può essere adoperato in due modi distinti alla lettura dei circoli graduati: a fili fissi od a fili mobili.

In questo secondo caso la lettura si fa sulla testa graduata di una vite micrometrica e prende il nome di microscopio a vite micrometrica; di questo congegno non parliamo perchè pel suo costo elevato, e per la sua maggior delicatezza non lo si applica che agli strumenti di geodesia ed astronomia.

Nella prima categoria troviamo il microscopio a stima che il Porro applicò alla lettura dei circoli graduati; il cristallo micrometrico o microscopio micrometrico dell'Hahn, ed il microscopio a stima di Hensoldt. Per brevità parleremo solo del microscopio a stima del Porro perchè è quello più in uso negli strumenti topografici, mandando il lettore che voglia fare un buon studio dei congegni di Hensoldt e dell'Hahn a consultare la pubblicazione: « Zeitschrift für Vermessungswesen, 1879, pag. 497; 1880, pag. 202 ».

Microscopio a stima. — Esso consta di un microscopio composto collocato in modo che il suo asse risulta perpendicolare al piano della graduazione. Nel piano normale all'asse del microscopio e precisamente dove viene a formarsi l'immagine della graduazione, vi sono generalmente più fili i quali, quando l'oculare è adattato alla vista dell'osservatore, si vedono insieme all'immagine della graduazione.

Soltanto da qualche anno tanto l'ing. Salmojraghi di Milano quanto la Casa Trougton e Simms di Londra costruiscono tacheometri con microscopii a fili fissi in

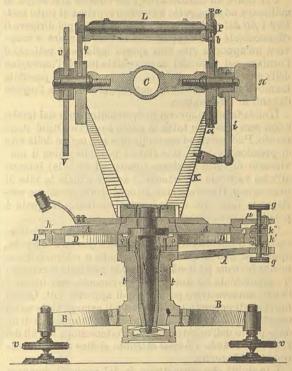


Fig. 1189.

sostituzione del nonio con grande vantaggio per la speditezza delle letture; però il Porro fu il primo ad introdurre l'uso del microscopio a stima negli strumenti topografici, e l'applicò alla lettura dei circoli graduati del cleps.

Teodolite. — Il teodolite è uno strumento per mezzo del quale si ottiene la misura di un angolo in projezione orizzontale ed in projezione verticale.

Esaminiamo ora le parti che costituiscono il teodolite e vediamo come si deve procedere per valersene nella misura degli angoli.

In un teodolite sono da notarsi le seguenti parti principali (fig. 1189):

Il basamento B costituito da tre robuste braccia metalliche inclinate tra loro di un angolo di 120° aventi alle estremità le tre viti v dette viti del basamento; il cerchio orizzontale graduato D detto lembo; l'altro cerchio concentrico al lembo e non graduato A detto alidada che agli estremi di un diametro porta due nonii

o microscopii composti; le due braccia K che sostengono l'asse orizzontale che porta il cannocchiale astronomico C ed il circolo verticale V; la livella L che può essere mobile o fissa: nel primo caso essa è situata a cavalcioni dell'asse orizzontale di rotazione come indica la figura, nel secondo caso invece è fissa all'alidada oppure è situata a cavalcioni del tubo del cannocchiale.

Nel teodolite bisogna considerare tre rette dette gli

assi principali dello strumento, cioè:

lº L'asse verticale, ossia un asse normale al circolo orizzontale;

2º L'asse orizzontale, cioè l'asse di rotazione del cannocchiale perpendicolare al circolo verticale;

3º L'asse ottico o linea di collimazione del cannocchiale, cioè la retta che unisce il punto d'intersezione dei fili del reticolo col secondo punto principale della lente obbiettiva.

Per usare un cannocchiale e servirsene allo scopo di collimare ad un oggetto è necessario prima di tutto mettere i fili del reticolo alla propria vista, poi dirigere il cannocchiale sull'oggetto che si vuol puntare e muovere un'apposita vite che sposta insieme il reticolo e l'oculare nel tubo del cannocchiale finchè l'immagine dell'oggetto risulta distinta, e per quanto è possibile inamovibile rispetto ai fili comunque si muova l'occhio davanti al foro oculare.

L'alidada può muoversi indipendentemente dal lembo e con essa si muove tutta la parte superiore dello strumento. Può essere ad esso collegata per mezzo della vite di pressione g' ed in tale stato è possibile o non il movimento di tutto l'insieme (lembo ed alidada) intorno all'asse verticale secondochè si apre o chiude la vite di pressione g. Generalmente ad ogni vite di pressione corrisponde una vite micrometrica mediante la quale è

possibile avere piccoli spostamenti.

Cosicchè in un teodolite l'alidada si può muovere liberamente e micrometricamente senza spostare il lembo, oppure si può muovere liberamente e micrometricamente insieme al lembo. Il cerchio verticale e con esso il cannocchiale ha anche due movimenti, uno libero e l'altro micrometrico per mezzo di apposite viti. Questi movimenti permettono di dirigere il cannocchiale ad un oggetto dello spazio e far in modo che l'immagine di un dato punto dell'oggetto cada nell'intersezione dei fili del reticolo. Quando ciò siasi ottenuto si dice che si è collimato all'oggetto.

I teodoliti che permettono in tal modo di muovere l'alidada insieme al lembo ed indipendentemente dal lembo diconsi teodoliti ripetitori. Oggigiorno però si costruiscono dei teodoliti reiteratori i quali sono molto più semplici dei ripetitori. Il cerchio orizzontale si riduce al solo lembo graduato e l'alidada è ridotta a due braccia che portano i microscopii che servono a far la lettura

sul cerchio graduato.

La misura di un angolo orizzontale con un teodolite reiteratore si riduce a leggere sul lembo la divisione del cerchio corrispondente allo zero dell'alidada tanto dopo di aver collimato all'oggetto a sinistra quanto dopo di

aver collimato all'oggetto a destra.

La differenza delle due letture dà l'angolo richiesto. Per misurare un angolo col metodo della ripetizione, dopo aver fatto coincidere lo zero dell'alidada con quello del lembo si chiude la vite di pressione g' che collega l'una all'altra, si ruotano le braccia K e si collima all'oggetto a sinistra (nell'ipotesi che la graduazione del lembo cresca da sinistra verso destra) e mediante la vite g si fissa il lembo al basamanto. Poscia si apre la vite g' che libera l'alidada dal lembo, si muove l'alidada sino a

che l'asse ottico si trovi nel piano verticale dell'oggetto a destra: collimato ad esso, l'angolo orizzontale sarà dato dall'arco del lembo compreso tra il suo zero ed il punto dove attualmente trovasi lo zero dell'alidada. Questo metodo si chiama di ripetizione perchè se si chiude nuovamente la vite g' e si ripete l'operazione detta poc'anzi, è manifesto che, quando il cannocchiale sarà diretto all'oggetto di destra, l'arco del lembo compreso tra il suo zero e quello dell'alidada sarà doppio dell'angolo tra i due oggetti; così si può triplicare, ecc.

Un teodolite ripetitore è di natura anche reiteratore e per renderlo tale basta mantenere chiusa la vite g. I recenti teodoliti reiteratori hanno il lembo che si può muovere a mano ed in modo affatto indipendente dall'alidada: scopo di questo movimento si è di poter fare le letture su diverse parti del lembo ed eliminare così

l'errore di graduazione del medesimo.

Cannocchiale del teodolite. — Per individuare una direzione nello spazio occorre un cannocchiale che permetta di potervi situare il reticolo: non potrà quindi assolutamente servire un cannocchiale di Galileo (binoccolo da teatro) nè conviene usare un cannocchiale terrestre perchè sarebbe causa di dannosi spostamenti dell'asse ottico a motivo della sua lunghezza. Perciò tutti i cannocchiali dei teodoliti, tacheometri, cleps, ecc., sono astronomici (salvo qualche eccezione) con l'obbiettivo acromatico e l'oculare positivo od a fuoco esterno (raramente si usa l'oculare negativo). È noto che le forme sotto cui si può presentare l'oculare positivo sono quelle di Oculare di Ramsden ed Oculare Ortoscopico di Kellner e che quest'ultimo ha il vantaggio sul primo di essere acromatico.

Il cannocchiale del teodolite deve avere un ingrandimento corrispondente all'approssimazione dei circoli graduati. Se, per es., il circolo orizzontale dà il secondo, l'ingrandimento dovrà essere almeno di 60: pei teodoliti che dànno l'approssimazione di due, dieci, trenta secondi l'ingrandimento non deve essere minore di 30, 10 e 6.

Il reticolo può essere formato con fili di ragno oppure con sottilissime linee tracciate su una lastrina di vetro. In quest'ultimo caso bisogna esaminare se dirigendo il cannocchiale alla luce diffusa non si producono dei riflessi dei fili che sarebbero dannosi per la collimazione. Affinchè i fili ed i loro riflessi non siano visibili contemporaneamente bisogna che la lastrina non abbia uno spessore maggiore di mm. 1,5. Il reticolo può essere formato di due soli fili, uno orizzontale e l'altro verticale, oppure di uno orizzontale e due verticali tra loro vicinissimi.

Quando si collima ad un oggetto col cannocchiale del teodolite, il circolo verticale che fa sistema coll'alidada ha la sua faccia graduata rivolta per es. alla destra del-

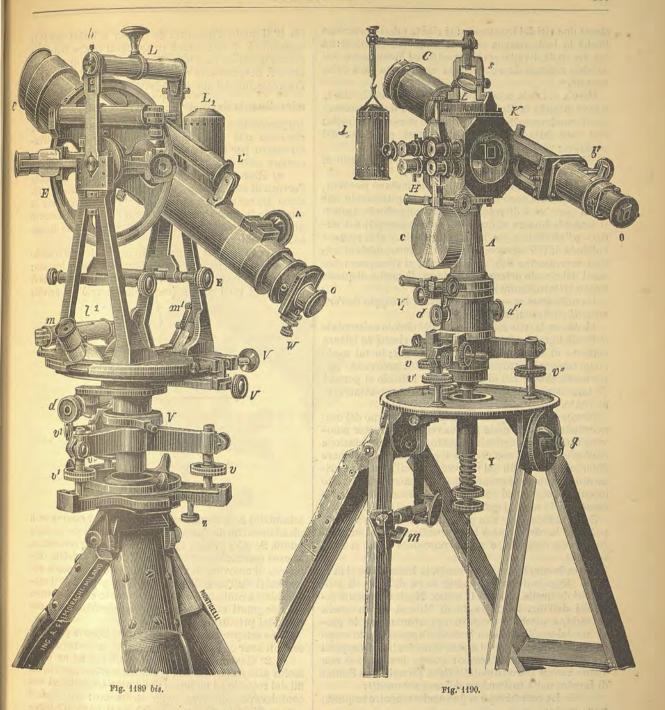
l'osservatore.

Rotando l'alidada di 180º attorno al suo asse, e ricollimando all'oggetto, la faccia graduata del circolo verticale sarà rivolta verso la sinistra dell'osservatore. Queste due posizioni dello strumento si chiamano posizione sinistra e posizione destra oppure prima e seconda posizione ed il loro insieme costituisce le cost dette osservazioni coniugate.

I teodoliti possono ancora avere il cannocchiale centrale oppure eccentrico secondochè la projezione dell'asse del cannocchiale passa o non pel centro del circolo

orizzontale.

La fig. 1189 rappresenta un teodolite ripetitore a cannocchiale centrale ed a livella mobile; la fig. 1189 bis rappresenta pur essa un teodolite ripetitore a livella mobile (L), ma ha di più la livella L' disposta lungo il



tubo del cannocchiale, la quale permette di rendere orizzontale l'asse ottico del cannocchiale, come vedremo in seguito. La figura 1190 rappresenta un teodolite a cannocchiale eccentrico ideato dal Porro, e per avere nascosti i circoli graduati esso chiamasi cleps.

Verifiche e rettifiche del teodolite.

Un teodolite dicesi rettificato allorchè:

lo L'asse normale al cerchio orizzontale è verticale;

2º L'asse di rotazione del cannocchiale è orizzontale;

3º La linea di collimazione è perpendicolare all'asse di rotazione del cannocchiale.

L'ordine con cui si fanno queste verifiche e rettifiche varia secondochè il teodolite è a livella mobile oppure a livella fissa.

I teodoliti topografici sono generalmente a livella fissa e ripetitori.

Teodolite con livella fissa (dalle lezioni di geodesia del prof. Jadanza, 1892). — La correzione prima si fa adoperando il seguente procedimento:

a) Si faccia girare l'alidada finchè la livella si trovi in direzione di due viti del basamento e col movimento reciproco e simultaneo di esse si centri la bolla; quindi si faccia rotare l'alidada esattamente di due angoli retti e lo spostamento della bolla si corregga metà colla vite

che corregge le braccia della livella e l'altra metà colle

stesse due viti del basamento: si ripeta quest'operazione finchè la bolla rimane centrata nelle due posizioni: in tal modo la livella sarà corretta ed il diametro del cerchio orizzontale su cui essa si projetta sarà orizzontale.

Poscia si faccia rotare l'alidada di 90° in modo che la livella prenda la direzione della 3ª vite del basamento e col movimento di questa sola vite si centri la bolla: così sarà fatta la correzione dell'asse principale del teodolite:

b) L'asse ottico si rende perpendicolare a quello di

rotazione con uno dei metodi seguenti:

l° Si collimi ad un punto il più lontano possibile, posto presso a poco sullo stesso piano orizzontale che passa per l'asse di rotazione del cannocchiale. Quindi si faccia la lettura ai due nonii (o microscopii) del circolo orizzontale e sia m la loro media. Fatta ruotare l'alidada di 180° circa e capovolto il cannocchiale si collimi nuovamente allo stesso punto, si rileggano i due nonii del circolo orizzontale e sia  $m_1$  la media di queste nuove letture diminuita di 180°.

La differenza  $m-m_1$  rappresenta il doppio dell'errore di collimazione.

Mediante la vite micrometrica del circolo orizzontale si faccia in modo che ad uno dei nonii risulti la lettura corretta di metà della differenza trovata; in tal modo l'oggetto non si troverà più collimato: muovendo opportunamente le viti di comando del reticolo si porterà l'intersezione dei fili del reticolo a collimare esattamente al punto.

Învece di spostare il micrometro nell'interno del cannocchiale, sarebbe assai più conveniente di poter muovere tutto il cannocchiale rispetto all'asse di rotazione
e ciò allo scopo di non correre il pericolo di allontanare
l'incrocicchio dei fili del micrometro dall'asse di scorrimento del tubo oculare nel tubo del cannocchiale, Questo
inconveniente non si verifica nei più recenti cleps, pur
conservando essi la possibilità di spostare il micrometro.

Se il cannocchiale non può rotare di 180° in altezza, per fare la correzione b bisogna sollevarlo dai suoi appoggi, capovolgerlo, e poscia procedere come si disse

sopra.

Fatta la correzione ad un nonio, la lettura che si fa al nonio diametralmente opposto deve differire di 180º precisi da quella fatta al 1º nonio. Negli strumenti costruiti dall'ing. Salmojraghi di Milano, ed in quelli tedeschi, è possibile spostare opportunamente le piastrine dei nonii sulle loro braccia d'appoggio allo scopo di ridurre i loro indici ad essere diametralmente opposti rispetto al centro del lembo: questa innovazione non venne ancora introdotta dalla Casa Troughton e Simms di Londra nella costruzione de' suoi strumenti;

2º La correzione b si può anche eseguire in questo altro modo:

Sia P Q (fig. 1191) l'asse di rotazione del cannocchiale e O A l'asse ottico inclinato dell'angolo A O N = c alla retta N O condotta normalmente alla P Q. L'asse ottico sia diretto ad un punto A situato sull'orizzonte che passa per P Q. Si faccia rotare il cannocchiale intorno a P Q finchè l'asse ottico incontri un'asta graduata orizzontale S S' (per es. una stadia o una canna metrica) disposta ad una conveniente distanza e presso a poco alla medesima altezza dello strumento alle spalle dell'osservatore: sia B il punto in cui l'asse ottico incontra la mira. Si muova ora l'alidada e si riporti il cannocchiale a collimare di nuovo al punto A. Ciò fatto si roti nuovamente il cannocchiale attorno al proprio asse di rotazione finchè l'asse ottico incontri nuovamente la mira orizzontale e

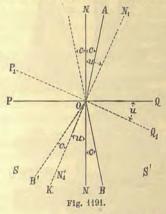
sia B' il punto d'incontro. Se B' non coincide con B, il segmento B B' sottenderà un angolo al centro O del circolo orizzontale eguale a 4 volte l'errore di collimazione c. Si spostino le viti laterali del reticolo sino a che l'incrocicchio dei fili si projetti in un punto K della

mira distante da B' di  $\frac{BB'}{4}$  e si sarà reso l'asse ottico perpendicolare all'asse di rotazione. Il punto A e la mira conviene che siano alla medesima distanza dall'osservatore per non essere costretti a spostare il tubo

oculare nelle due collimazioni;

c) Reso verticale l'asse dell'alidada ed eliminato l'errore di collimazione, per verificare se l'asse di rotazione del cannocchiale è orizzontale basta osservare se movendo il cannocchiale in altezza l'asse ottico descrive un piano verticale. Questa verifica si fa con uno dei metodi seguenti:

1º Si collima ad un punto molto elevato o molto depresso sull'orizzonte e possibilmente molto lontano; fatta poscia rotare l'alidada attorno all'asse verticale di due angoli retti precisi (servendosi perciò del cerchio



azimutale) e rovesciato il cannocchiale si osserva se il piano descritto dall'asse ottico passa ancora per lo stesso punto. Se ciò avviene, l'asse di rotazione è orizzontale, in caso contrario esso non lo è. Per fare la debita correzione si muovono le viti che alzano od abbassano una estremità dell'asse di rotazione sino a portare il cannocchiale a collimare ad un punto situato a metà distanza dei due punti cui collimava il cannocchiale nelle due posizioni primitive.

Come sempre, converrà fare la controprova per essere certi di aver completamente eseguita la correzione.

2º Quando non si possa collimare ad un punto molto alto sull'orizzonte, si collimi coll'intersezione dei fili del reticolo ad un lungo filo a piombo posto ad una considerevole distanza dallo strumento: muovendo il cannocchiale in altezza si vedrà se il punto d'intersezione dei fili del reticolo si mantiene sempre sul filo a piombo. Se tale coincidenza esiste l'asse di rotazione del cannocchiale è orizzontale, in caso contrario si muovono le viti dei cuscinetti che sostengono l'asse sino a che il centro del reticolo rimane sempre sul cordino durante il movimento del cannocchiale in senso verticale.

3º Un altro modo di verificare l'orizzontalità dell'asse di rotazione consiste nel collimare ad un punto P alto sull'orizzonte, indi movendo il cannocchiale in senso verticale si guarda l'immagine di P riflessa da un orizzonte artificiale; se il punto d'intersezione dei fli del reticolo coincide colla immagine di P l'asse di rotazione sarà orizzontale, in caso contrario si farà che la coincidenza abbia luogo muovendo le viti proprie dell'asse.

Teodolite con livella mobile. — Nel caso che lo strumento da esaminare abbia una livella mobile sull'asse di rotazione del cannocchiale, come è indicato nella fig. 1189 bis, si procederà alle necessarie verifiche e rettifiche nel modo seguente:

1º Disposta la livella L sull'asse di rotazione ed in direzione di due viti del basamento si centri la bolla col

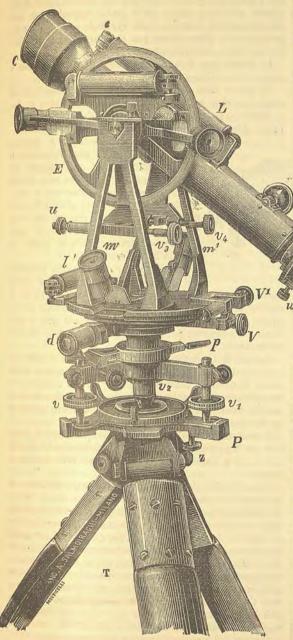


Fig. 1191 bis.

moto reciproco e simultaneo di esse viti; si inverta la livella sull'asse e se la bolla non si mantiene in centro si corregga metà del suo spostamento mediante le stesse due viti del basamento e l'altra metà colle viti b che correggono le braccia della livella.

The second control of the specific density of the specific in senso orizzontale la livella nella sua armatura, dopo fatta la correzione, la si culli la livella di poco: se la

bolla rimane sempre nel mezzo della livella vuol dire che il suo asse giace nello stesso piano dell'asse di rotazione; se invece questi due assi sono in piani differenti, l'asse della livella col rotare attorno all'asse d'appoggio descrive un'iperboloide di cui una sola generatrice può essere orizzontale. È chiaro che se movendo la livella verso l'osservatore la bolla va verso la destra di esso, l'estremità destra della livella deve essere avvicinata all'osservatore; se la bolla va verso sinistra, sarà l'estremo di sinistra che deve essere avvicinato all'osservatore. Queste due operazioni debbono seguirsi nell'ordine esposto.

2º Si faccia girare l'alidada, e con essa anche la livella, di due angoli retti precisi; se la bolla rimane centrata in questa nuova posizione, il diametro del cerchio orizzontale su cui si projetta l'asse di rotazione è orizzontale, in caso contrario non lo sarà e lo spostamento della bolla si toglierà per metà coll'azione contemporanea ed inversa delle due stesse viti del basamento usate precedentemente, e per l'altra metà colle viti di richiamo che muovono in altezza un estremo

dell'asse di rotazione del cannocchiale. Infine si faccia girare l'alidada di circa 90° in modo che l'asse della livella si disponga in uno stesso piano verticale colla terza vite del basamento e lo spostamento della bolla si corregga soltanto mediante questa vite.

Ciò fatto si sarà reso verticale l'asse di rotazione dell'alidada ed orizzontale l'asse di rotazione del cannocchiale.

Non resta che da rendere l'asse ottico del cannocchiale normale al suo asse di rotazione e questa correzione si fa nel modo detto precedentemente parlando del teodolite a livella fissa.

Teodolite con livella sul cannocchiale. — Appartengono a questa categoria tutti i tacheometri (fig. 1189, 1189 bis, 1191 bis, 1192) e cleps (fig. 1190). In questi strumenti la livella che sta sul cannocchiale permette di rendere orizzontale l'asse ottico del cannocchiale, e quindi si possono usare questi strumenti come livelli. Siccome questa livella è generalmente più sensibile delle altre annesse allo strumento, conviene fare la correzione dell'asse verticale del teodolite servendosi unicamente di essa, ritenendo le altre come semplici livelle di spia. A tal fine si dispone il cannocchiale presso a poco orizzontale e si muove l'alidada finchè l'asse della livella risulta parallela alle congiungenti due viti del basamento e col movimento reciproco e simultaneo di esse viti si centra la bolla. Poscia si fa girare l'alidada di 180º e lo spostamento della bolla si corregge metà colle viti del basamento e l'altra metà colla vite che muove micrometricamente in altezza il cannocchiale; questa vite esiste in tutti i moderni teodoliti, tacheometri, cleps ed in generale in un goniometro qualunque, e chiamasi vite di elevazione.

Ruotata poscia l'alidada di un angolo retto, l'asse della livella si disporrà in direzione della terza vite del basamento e col movimento di questa terza vite si centrerà la bolla. Rotata l'alidada in qualunque posizione, la bolla della livella deve rimanere centrata, nel qual caso l'asse dell'alidada sarà veramente verticale. Gli errori di inclinazione e di collimazione si correggono come pel caso del teodolite a livella fissa.

Caso speciale. — Allorchè un goniometro non ha il cannocchiale capovolgibile attorno al suo asse di rotazione e non permette in nessun modo di fare le letture coniugate, non è possibile eseguire le verificazioni relative al movimento della linea di collimazione del can-

nocchiale colle regole più sopra esposte.

Supponiamo che si abbia uno di tali teodoliti munito di una livella fissa per correggere il suo asse verticale: in questo caso dopo di aver reso verticale l'asse principale dello strumento, bisognerà verificare se esistono gli errori di collimazione e di inclinazione per poscia correggerli.

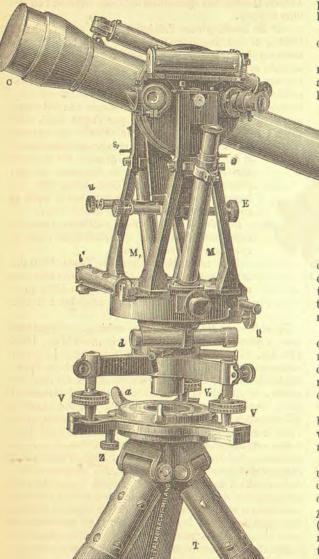


Fig. 1192.

Si disponga un lungo filo a piombo ad una certa distanza dallo strumento, e col cannocchiale press'a poco orizzontale, si collimi a detto filo. Ciò fatto si muova il cannocchiale in altezza e si osservi come avviene lo spostamento dell'incrocicchio del reticolo rispetto al filo a piombo. Nel caso che detto incrocicchio si sposti dal filo a piombo sempre però mantenendosi da una stessa parte di questo, è segno che esiste soltanto l'errore di collimazione e quindi movendo le viti del reticolo si potrà correggerlo. Se invece l'incrocicchio del reticolo si sposta sempre da una parte del filo a piombo pel movimento in un senso, e dall'altra parte pel mo-

vimento in senso opposto del cannocchiale, è segno che l'asse ottico è normale a quello di rotazione, ma questo non è orizzontale e si correggerà l'errore muovendo le viti del cuscinetto.

Infine può darsi che dopo di aver collimato ad un punto del filo a piombo col cannocchiale orizzontale si veda l'incrocicchio dei fili spostarsi da una parte del filo a piombo pel movimento in un senso e per il movimento nell'altro senso dalla parte opposta, ma non allontanandosi di molto dalla verticale e tendendo a ripassare sulla linea stessa per spostarsi in seguito dall'altra parte della medesima.

In questo caso è segno che l'asse di rotazione non è orizzontale e l'asse ottico non è normale ad esso.

In questo caso conviene spostare dapprima l'asse di rotazione sino a che la curva risulti tangente al filo a piombo e poscia muovere il reticolo sino a rendere l'asse ottico normale a quello di rotazione.

Quando in un teodolite a cannocchiale invertibile si sono fatte tutte e tre le correzioni di cui abbiamo ora parlato, per verificare se esse farono eseguite bene, basta osservare se muovendo il cannocchiale in altezza il centro del reticolo percorre sempre una linea verticale (filo a piombo) tanto nella posizione diretta quanto in quella invertita del cannocchiale.

Se ciò si verifica per una posizione del cannocchiale, per es., per quella

destra, e per quella invertita invece si osserva che il centro del reticolo descrive un piano inclinato al verticale, si conchiude che l'asse dell'alidada non è verticale, e converrà perciò rifare le correzioni all'uopo necessarie.

Inoltre il teodolite sarà perfettamente corretto se collimando a due fili a piombo situati in azimut differenti, il punto d'intersezione dei fili del reticolo percorre sempre il medesimo comunque il cannocchiale si muova in altezza tanto nella posizione destra quanto in quella sinistra.

Segue da quanto si disse che per tentativi è possibile correggere i tre assi di un teodolite anche quando venissero per caso a rompersi le livelle di cui esso è munito.

Eccentricità dell'alidada. — Il centro del lembo di un teodolite non coincide mai rigorosamente col centro dell'alidada; ne proviene perciò un errore nella misura degli angoli e questo errore si elimina strumentalmente prendendo la media delle letture fatte a due nonii (o microscopii) diametralmente opposti. Questo errore non è sempre trascurabile: così, per es., se un teodolite topografico ha un circolo il cui diametro sia di m. 0,08 e l'approssimazione di un primo, se supponiamo chein esso l'eccentricità dell'alidada sia uguale ad una quantità anche piccolissima, per es. \(^1/50\) di millimetro, il massimo errore di eccentricità è di 1'43" che è un errore maggiore dell'approssimazione dello strumento.

Dunque sono da condannare tutti i teodoliti i quali tanto sul circolo orizzontale quanto su quello verticale non hanno due nonii o microscopii diametralmente opposti.

Per verificare se in un teodolite esiste o non l'errore di eccentricità dell'alidada conviene procedere nel modo seguente:

Si facciano le letture ai due nonii del circolo orizzontale e di quello verticale sopra diverse parti dei circoli stessi; potrà allora accadere che le letture ai due nonii diversifichino costantemente di due angoli retti esatti, oppure di una quantità costante, ed infine diversifichino di quantità variabili per ogni lettura fatta ai due nonii.

Nel primo caso non esiste eccentricità di alidada ed inoltre gli zeri dei due nonii stanno sopra uno stesso diametro del circolo graduato; nel secondo caso non esiste l'eccentricità dell'alidada, ma gli zeri dei due nonii non sono per diritto col centro del lembo; nel terzo caso soltanto esiste l'errore di eccentricità dell'alidada.

Eccentricità del cannocchiale. — Per i teodoliti a cannocchiale eccentrico (fig. 1190) si elimina l'errore proveniente dall'eccentricità del cannocchiale nella misura degli angoli orizzontali prendendo la media delle letture conjugate.

Notisi che volendo rendere l'asse ottico del cannocchiale di un teodolite eccentrico normale al suo asse di rotazione, bisogna che il punto al quale si collima per essguire questa correzione sia tanto lontano da rendere nulla l'influenza dell'eccentricità del cannocchiale,

La formola che esprime il valore p dell'eccentricità del cannocchiale è la seguente:

$$\rho = \frac{\alpha' - \alpha}{2}$$
 Dsen 1"

nella quale D rappresenta la distanza di un punto al quale si è collimato col cannocchiale del teodolite,  $\alpha \in \alpha'$  sono le letture fatte sul circolo orizzontale nella posizione destra ed in quella sinistra del cannocchiale;  $\alpha'$ - $\alpha$  si intende espressa in secondi.

E evidente che quando la distanza D dell'oggetto col-

limato fosse tale che la quantità  $\frac{?}{\mathrm{Dsen \ 1''}}$  diventasse minore dell'approssimazione del teodolite si potrebbe fare a meno della correzione all'eccentricità del cannoc-

Regola di Bessel per la misura degli angoli orizzontali. — Trattandosi di misurare soltanto angoli orizzontali, si può trascurare tanto la correzione dell'asse ottico quanto quella dell'asse di rotazione del cannocchiale, purchè si abbia cura di rendere verticale il più che sia possibile l'asse di rotazione dell'alidada, e si facciano sempre le letture conjugate per ciascun angolo. Per maggior chiarezza riproduciamo qui la regola data da Bessel per la misura di un angolo orizzontale:

« Si renda verticale l'asse del circolo orizzontale, quindi si collimi all'oggetto a sinistra dell'osservatore nella prima posizione del teodolite e poscia si collimi all'oggetto di destra; dalle due letture si determini l'angolo fra i due oggetti; dopo si faccia rotare l'alidada di 180°, ponendo cioè lo strumento nella seconda posizione e si misuri nuovamente l'angolo fra i due oggetti: la media tra le due misure è la misura dell'angolo scevra degli errori di collimazione e d'inclinazione ».

#### Misura ottica delle distanze.

Con un cannocchiale astronomico si collimi alla graduazione di una stadia disposta normalmente all'asse ottico del cannocchiale.

La lente obbiettiva del cannocchiale darà della stadia un'immagine reale e capovolta e se nello stesso piano in cui viene a formarsi questa immagine sono disposti orizzontalmente almeno due fili, l'oculare farà vedere un'immagine virtuale ed ingrandita tanto del reticolo quanto della prima immagine e l'osservatore potrà determinare la porzione S dell'immagine di stadia compresa fra l'immagine dei fili estremi del reticolo.

Se indichiamo con φ la distanza focale della lente obbiettiva e con s la distanza dei due fili del reticolo, il rapporto φ:s risulta costante per ciascun cannocchiale e chiamasi rapporto diastimometrico che si rappresenta generalmente colla lettera H.

Si dimostra facilmente che la distanza D fra la faccia graduata della stadia ed il fuoco anteriore della lente

obbiettiva è proporzionale a S.

Se con C indichiamo il segmento compreso fra il centro del cannocchiale ed il suddetto fuoco ne segue che la distanza D compresa fra la stadia ed il centro del cannocchiale è espressa da:

$$D = C + HS.$$
 (2)

Quando l'asse ottico risulta inclinato alla stadia, e questa si mantiene verticale, la distanza D vale:

$$D = C \operatorname{sen} z + HS \operatorname{sen}^2 z \tag{3}$$

nella quale espressione, z rappresenta l'angolo che l'asse ottico forma colla verticale che passa pel centro del cannocchiale.

La relazione (3) quantunque non sia rigorosa può ritenersi tale per tutti i casi della pratica.

Un cannocchiale il cui reticolo sia composto di almeno due fili orizzontali può quindi servire per determinare una distanza purchè si conoscano le costanti C ed H che entrano nella (2).

Per determinare queste costanti si procede nel modo seguente:

Sopra un terreno orizzontale si segnano tre punti A, B, O situati sopra uno stesso allineamento e ad una distanza esattamente nota l'uno dall'altro, per esempio in modo che sia  $AB = 50^{m} = D_{1}$ ;  $AO = 100^{m} = D_{2}$ . Si dispone l'istrumento di cui fa parte il cannocchiale in modo che il suo centro stia sulla verticale di A e si dirige orizzontalmente l'asse ottico sopra una stadia verticale disposta dapprima su B, poscia su O. Si legge alla stadia in queste due posizioni e determinate le quantità  $S_{1}$ ,  $S_{2}$  corrispondenti alle due posizioni della stadia si avranno le seguenti equazioni:

$$D_1 = C + HS_1; D_2 = C + HS_2$$
 (4)

dalle quali si ricaveranno i valori delle due incognite C e H.

Per avere un valore più prossimo al vero delle costanti C e H bisogna aumentare il numero delle osservazioni, vale a dire occorre determinare sopra un allineamento n lunghezze  $D_1$ ,  $D_2$ ....Dn e stabilire n equazioni analoghe alle precedenti: si ottengono così n equazioni fra le due incognite C e H che conviene risolvere applicando la teoria dei minimi quadrati.

È da notare che la ricerca delle costanti CeH col metodo ora esposto richiede la massima cura nel determinare gli elementi  $D_1D_2...Dn, S_1, S_2...Sn$  che entrano nelle n equazioni da risolvere, altrimenti si commettono errori non tollerati in pratica. La costante C si può ottenere speditamente facendo la somma fra la distanza della lente obbiettiva e la distanza fra essa lente ed il centro del cannocchiale: in tal modo l'equazione (2) si riduce ad avere per incognita la sola H a determinare la quale è sufficiente una sola equazione.

Cannocchiale anallattico. — La determinazione delle distanze mediante le equazioni (2) e (3) richiede la somma di due termini per ogni punto battuto. Il professore Porro per evitare questa somma ha fatto aggiungere una lente di più ai cannocchiali astronomici dei teodoliti topografici in modo che questa lente (detta lente anallattica) facendo sistema colla lente obbiettiva del

cannocchiale costituisce un obbiettivo composto il cui fuoco anteriore cade nel punto dal quale hanno origine le distanze da determinare.

Il problema dell'anallattismo venne, fra gli altri, trattato diffusamente dal prof. G. Ferraris pel primo, e poscia in modo più semplice e completo dai chiarissimi proessori N. Jadanza e F. Cavani.

Siano F<sub>1</sub> F<sub>1</sub>\* i due fuochi principali della lente obbiettiva I di un cannocchiale astronomico (fig. 1193).

Vogliasi aggiungere alla I una lente II tale che il fuoco F del sistema che risulta dalle due lenti I e II cada nella metà dell'intervallo  $E_1$   $F_1$ \*.

Indicando con  $\varphi_1$  la distanza focale della lente I e con  $\varphi_2$  quella della II, cioè ponendo

 $F_{1}E_{1}=E_{1}F_{1}^{*}=\varphi_{1};\,F_{2}E_{2}=E_{2}F_{2}^{*}=\varphi_{2}$  risulterà

$$F_1F = \phi_1 + \frac{\phi_1}{2}$$

ossia, supponendo che le lettere  $FF_1$ ... rappresentino delle ascisse, sarà:

$$F = F_{1} + \frac{3}{2} \varphi_{1}$$

$$II$$

$$F_{2} \qquad F_{2} \qquad F_{2}$$

$$F_{3} \qquad F_{4} \qquad F_{2} \qquad F_{4}$$

$$F_{3} \qquad F_{4} \qquad F_{3} \qquad F_{4} \qquad F_{5} \qquad F_{4} \qquad F_{5} \qquad F_$$

Ma dalla teoria delle lenti si ha che:

$$\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \frac{{\varphi_1}^2}{{\varphi_1} + {\varphi_2} - \Delta} \tag{6}$$

nella quale Δ rappresenta la distanza delle due lenti I e II. Eguagliando fra loro i secondi membri delle equazioni (5) e (6) si ricava:

$$\Delta = \frac{\varphi_1}{3} + \varphi_2 \tag{7}$$

In prossimità del 2º fuoco F\* del sistema composto bisogna situare il piano del reticolo, perciò occorre che il punto F\* rimanga fuori delle due lenti e dalla parte dell'oculare, cioè nel caso della figura, il fuoco F\* deve stare alla destra della lente II. Dalla teoria delle lenti si ha anche:

$$\mathbf{F}^* = \mathbf{F}^*_2 - \frac{{\varphi_2}^2}{{\varphi_1} + {\varphi_2} - \Delta} \tag{8}$$

Per la (7) il 2° termine di quest'equazione è positivo perciò il punto F\* ha un'ascissa minore di quella del punto F<sub>2</sub>\*, e dovendo esso cadere alla destra di II dovrà essere:

$$\frac{{\varphi_2}^2}{\varphi_1\,+\,\varphi_2\,-\,\Delta}\!\!<\!\!\varphi_2$$

dalla quale si ricava  $\Delta < \varphi_1$ , che combinata colla (7) dà:

$$\varphi_2 < \frac{3}{2} \varphi_1. \tag{9}$$

Con tutto ciò il problema si può ancora risolvere in una infinità di modi perchè non è determinato il valore di  $\varphi_2$ , e siccome col rendere anallattico un cannocchiale si viene a diminuire la sua distanza focale, converrà assumere per  $\varphi_2$  un valore che pur soddisfando alle condizioni suddette diminuisca di poco la distanza focale  $\varphi$  del sistema composto.

Un cannocchiale dicesi adunque anallattico quando il suo obbiettivo è composto di due lenti tali che il fuoco anteriore del sistema di queste due lenti cadenel punto da cui hanno origine le distanze ed il secondo fuoco cade fuori delle due lenti e dalla parte dell'oculare.

La misura ottica delle distanze con un simile cannocchiale rimane semplificata inquantochè risulta C=0 e quindi le formole (2) e (3) si trasformano nelle seguenti:

D = HS;  $D = HS sen^2 z$ .

Per sapere se un dato cannocchiale è anallattico bisogna verificare se la quantità C risulta nulla o poco differente da zero; in quest'ultimo caso si è avveriti che il cannocchiale è bensi anallattico ma l'anallattismo non è centrale e bisogna allora spostare la lente anallattica sino ad avere C = O.

Anzichè ricorrere alle equazioni (4), si può con maggiore certezza verificare l'anallattismo nel modo seguente:

Si fissino sul terreno tre picchetti,  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $p_3$  in modo che  $p_2$  disti da  $p_1$  della *minima* distanza alla quale si può leggere alla stadia col cannocchiale dello strumento da esaminare, e  $p_3$  disti da  $p_1$  della *massima* distanza alla quale si può distintamente leggere stando collo strumento in  $p_1$ .

Queste distanze che diremo  $D_1$  per  $p_1 p_2$  e  $D_2$  per  $p_1 p_3$  debbono essere determinate colla massima esattezza.

Situato lo strumento in istazione sopra il picchetto  $p_1$  e determinate le porzioni  $S_1$  e  $S_2$  dell'immagine della stadia compresa fra i fili estremi del reticolo, allorchè essa trovasi sopra  $p_2$  e  $p_3$  e l'asse ottico del cannocchiale è diretto orizzontalmente sopra di essa, si facciano i rap-

porti  $\frac{D_1}{S_1}$  e  $\frac{D_2}{S_2}$ : se questi risultano uguali è segno che

l'angolo diastimometrico ha effettivamente il suo vertice nel punto da cui hanno origine le distanze; e se contemporaneamente anche il prodotto di una delle quantità  $S_1$  od  $S_2$  pel rapporto diastimometrico H risulta uguale a  $D_1$  o a  $D_2$  sarà provato che anche i fili del reticolo si trovano alla giusta distanza loro competente.

Se invece i due rapporti  $\frac{D_1}{S_1}$  e  $\frac{D_2}{S_2}$  non sono uguali

è segno che il primo fuoco dell'obbiettivo composto del cannocchiale anallattico non cade nel centro dello strumento, e da semplici considerazioni è facile riconoscere se detto fuoco cade prima o dopo il centro dello strumento. Fatta l'opportuna correzione dello spostamento della lente anallattica, se la misura ottica corrisponderà a quella diretta vorrà dire che anche l'intervallo dei fili è esatto; in caso diverso si dovrà calcolare il coefficiente di riduzione, e da esso si deciderà se sia il caso di fare cambiare la piastrina dei fili.

Distanziometri ad angolo parallattico variabile. I distanziometri di cui abbiamo ora parlato possono dirsi ad angolo parallattico costante ed a base variabile. È evidente però che se con un teodolite munito di circolo verticale si collima a due punti qualunque della stadia e si fa sul circolo verticale la lettura corrispondente a ciascuna collimazione, si hanno elementi sufficienti per determinare la distanza orizzontale del centro del cannocchiale dalla stadia. Alcuni costruttori muniscono i loro istrumenti di una vite di elevazione graduata (V. fig. 1217) allo scopo di ottenere con semplicità le

distanze con questo metodo, ma teoricamente dànno migliori risultati, e sono più spediti, i distanziometri ad angolo parallattico costante, inquantochè in essi l'errore commesso nella misura di una distanza è semplicemente proporzionale alla distanza da determinare, mentre nei distanziometri ad angolo parallattico variabile l'errore che si commette è proporzionale al quadrato della distanza stessa.

## Tacheometri e Cleps.

I tacheometri e cleps sono strumenti i quali danno le tre coordinate di un punto nello spazio, perciò si chiamano universali topografici.

Un tacheometro altro non è che un teodolite ripetitore a cannocchiale centrale e si distingue dal teodolite pel fatto che i circoli orizzontali e verticali hanno generalmente la divisione centesimale, il cannocchiale è distanziometro e munito di lente anallattica, cosicchè la misura delle distanze alla stadia si riferisce al centro dello strumento il quale deve essere situato sulla verticale del punto di stazione; inoltre il tacheometro è munito di una bussola od orientatore che serve a riferire grossolanamente l'origine degli azimut al meridiano magnetico ed anche a quello geografico qualora si faccia la correzione della declinazione.

La fig. 1191 bis rappresenta un tacheometro a nonii: i microscopii semplici m e  $m^1$  servono a fare le letture sul lembo.

La fig. 1192 rappresenta un tacheometro a fili fissi detto anche a stima, e le letture sui circoli graduati si fanno con microscopii composti; in figura sono indicati colle lettore M e  $M_1$  i microscopii che servono a fare le letture sul lembo.

Un tacheometro od un cleps è sempre munito di una livella (fissa o mobile) disposta lungo l'asse del cannocchiale ed essa ha lo scopo di servire per la correzione della verticalità dell'asse dell'alidada, nonchè per rendere l'asse ottico del cannocchiale orizzontale allorchè si vuol servire dello strumento come di un ordinario livello.

Tutti i tacheometri oltre alla livella sul cannocchiale hanno un'altra livella fissa all'alidada, ed alcuni costruttori ne mettono due di queste livelle in direzione normale l'una all'altra.

Esse si chiamano livelle di spia, vale a dire avvertono se durante le osservazioni avvenne uno spostamento dell'asse verticale.

Per verificare queste livelle si comincia a rendere verticale l'asse dello strumento servendosi della livella che sta sul cannocchiale come si disse a pag. 663 e poscia si osserva se le bolle delle due livelle di spia sono centrate; nel caso che non lo siano si muovono le viti di rettifica delle livelle stesse sino a centrarne la bolla, la quale deve mantenersi tale durante le osservazioni di ogni singola stazione.

Una verifica importante da fare ai tacheometri e cleps è quella che riguarda la correzione degli indici del circolo verticale; essa si fa con uno dei metodi seguenti:

lo Si collima ad un punto molto alto (oppure molto basso) rispetto all'orizzonte del luogo di osservazione e si prende la semisomma, che diremo  $u_1$ , delle letture fatte ai due nonii diametralmente opposti del circolo verticale; si ricollima allo stesso punto col cannocchiale nella posizione invertita e sia  $u_2$  la semisomma delle due letture fatte sul circolo verticale; se risulta:

 $u_1 + u_2 = 400 \text{ gr.}$ 

ciò significa che gli zeri dei due nonii del circolo verticale hanno una posizione corretta rispetto al circolo stesso; se invece risulta:

 $u_1 + u_2 = 400 \, \mathrm{gr.} \pm \varepsilon$  ciò significa che la retta che unisce gli zeri dei due nonii è inclinata alla sua vera posizione dell'angolo  $\frac{\varepsilon}{2}$  ed allora si manovra la vite e controvite V (fig. 1194) sino a che si fa su di un nonio la lettura  $u_2 \mp \varepsilon$  che ad esso

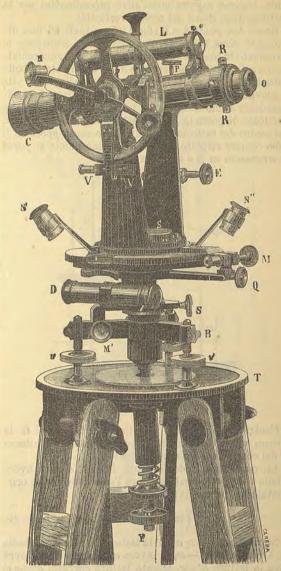


Fig. 1194.

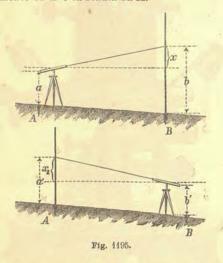
deve corrispondere. Naturalmente sull'altro nonio si dovrà fare una lettura che differisca da quest'ultima di 200 gr. esatti.

Come già si disse, in alcuni tacheometri è possibile spostare le piastrine dei nonii nelle sue braccia in modo da ottenere esattamente queste letture diametralmente opposte sul circolo graduato, e questo è certamente un vantaggio: il tacheometro rappresentato dalla fig. 1194 permette questa correzione.

Se il tacheometro è munito di una livella fissa alle braccia di nonii come è indicato nella fig. 1191 bis, dopo fatta la correzione dei nonii si centra la bolla di questa livella manovrando unicamente la propria vite di rettifica, ed essa serve in seguito come livella di spia inquantochè basterà centrare la sua bolla colla vite  $v_3$  per essere certi di avere corretti i nonii del circolo verticale.

2º Metodo della livellazione reciproca. — Se per la costruzione particolare dello strumento il cannocchiale non permette le letture conjugate, oppure se il circolo verticale è munito di un solo nonio per cui non sia possibile eliminare l'errore dovuto all'eccentricità dell'alidada, bisogna seguire quest'altro procedimento per la rettifica degli indici del circolo verticale:

Scelti due punti A e B (fig. 1195), situati ad una distanza di circa 100 metri l'uno dall'altro, si dispone lo strumento in modo che il foro oculare del cannocchiale venga a disporsi sulla verticale di A, e centrata la bolla della livella che sta sul cannocchiale mediante la vite di elevazione del cannocchiale, si fa la lettura b corrispondente al filo centrale del reticolo sopra una stadia verticale disposta in B. Si misura con cura l'altezza a, del centro del reticolo sul punto A, e senza spostare il tubo oculare rispetto al tubo del cannocchiale si porta lo strumento su B e la stadia su A.



Centrata nuovamente la bolla della livella, si fa la lettura a' sulla stadia situata su A e si misura l'altezza b' del centro dell'oculare sul punto B.

La correzione x da fare alla lettura a' per avere quella che si otterrebbe qualora l'asse ottico fosse orizzontale è espressa da:

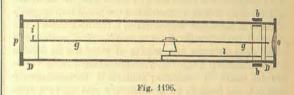
$$x = \frac{1}{2} \left( (a' + b) - (a + b') \right). \tag{9}$$

Se risulta a'+b>a+b' la lettura da fare sulla stadia in A è data da a'-m, se invece a'+b<a+b' si dovrà fare la lettura a'+m. Questa lettura corretta  $a'\pm m$  si ottiene manovrando la vite di elevazione del tacheometro che nella fig. 1194 è rappresentata dalla lettera E: manifestamente movendo questa vite la bolla della livella L che sta sul cannocchiale si sposta dal centro, perciò la si porta in centro manovrando unicamente la vite e di rettifica della livella L.

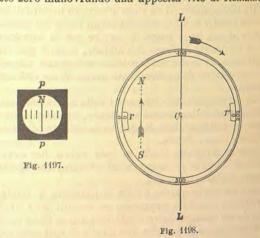
Ciò fatto si è certi che l'asse ottico è orizzontale, perciò le letture che si faranno attualmente sul circolo verticale debbono corrispondere ad una distanza zenitale di 90° oppure 100 gr.; se ciò non è si sposta la vite V che governa le braccia dei nonii del circolo verticale fino a fare la lettura corretta; per di più l'asse della livella è ridotto in tal medo parallelo all'asse ottico, cosicchè volendo usare dello strumento come di un ordinario livello

basta centrare la bolla della livella che sta sul cannocchiale servendosi unicamente della vite di elevazione E. Questo procedimento chiamasi della livellazione reciproca perchè con esso si può determinare la differenza di livello fra i punti A e B anche con un livello il cui asse ottico non sia orizzontale.

Già avvertimmo che i tacheometri e cleps sono muniti di un declinatore magnetico. Generalmente l'ago è sospeso in un piccolo tubo orizzontale munito di ocularescorrevole e di un diaframma al posto dell'obbiettivo sul quale è incisa una graduazione che si estende in parti uguali tanto a destra quanto a sinistra dallo zero delle divisioni. Le fig. 1196 e 1197 rappresentano due sezioni del declinatore; l'una longitudinale e l'altra normale all'asse dell'ago.



Il magnete è sospeso a bilico sopra una punta nell'interno del tubo D: O è l'oculare e p una sottile piastrina di avorio sulla quale è incisa una divisione. Girato
lo strumento in modo che il declinatore sia posto nella
direzione del meridiano magnetico del luogo colla lastrina p rivolta al nord, si vedrà, guardando per l'oculare O, la punta i dell'estremo del magnete oscillare
intorno allo zero della graduazione. Appena l'ago è in
riposo si porterà la punta i a projettarsi esattamente su
detto zero manovrando una apposita vite di richiamo.



Il piccolo pernio che sostiene l'ago è fissato sull'estremità di una leva l per modo che premendo o girando un bottone annesso all'anello b si arrestano i movimenti dell'ago. È bene che l'ago sia sempre fisso allorchè si trasporta lo strumento da una stazione ad un'altra, La fig. 1198 rappresenti schematicamente la projezione orizzontale di un tacheometro. La retta SN rappresenti l'asse dell'ago magnetico che è fissato al lembo; LL sia la traccia del piano verticale che passa per l'asse ottico del cannocchiale su quello del circolo orizzontale dello strumento ed r, r' due nonii i cui zeri siano collocati in corrispondenza del diametro 0 gr. — 200 gr. del circolo graduato.

Supponiamo che in tali condizioni le due rette SN, LL risultino parallele: è evidente allora che per ridurre il piano di collimazione del cannocchiale a coincidere col meridiano magnetico del punto di stazione non si avrà che a far girare dapprima il lembo finchè l'ago viene a disporsi nella direzione SN, fissare il lembo e girare l'alidada finchè i due indici r e r' indicano le letture 0 gr. e 200 gr.

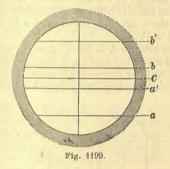
Questa operazione di orientamento dello strumento è però troppo grossolana perchè la si possa applicare in un rilievo di qualche importanza: in tutti i casi è sempre bene orientare lo strumento ricorrendo a punti geodetici noti in precedenza, e quando ciò non sia possibile conviene ricorrere ad osservazioni astronomiche allo scopo di determinare esattamente la direzione del meridiano astronomico di un dato luogo.

Non essendo qui concesso sufficiente spazio per la trattazione di tali questioni rimandiamo lo studioso ai

molti libri che trattano di tale argomento.

L'ing. Salmojraghi di Milano costruisce da poco tempo dei tacheometri con microscopii a fili fissi, con i circoli orizzontale e verticale entrambi nascosti come nel cleps. Questa nuova forma è rappresentata nella figura 1192.

La numerazione sui circoli è fatta in corrispondenza di ogni grado e si legge sopra ciascuno di essi il centesimo di grado (divisione centesimale). La luce diffusa viene riflessa mediante opportuni prismi sulla graduazione pei circoli; cosicchè la lettura, specialmente sul circolo orizzontale, si fa meglio che nell'ordinario cleps.



L'oculare è mobile allo scopo di aumentare il campo del cannocchiale e poter quindi osservare tutti i fili del reticolo colla stessa intensità luminosa. In ciascun microscopio si hanno 3 fili fissi; il reticolo del cannocchiale è composto di 5 fili come si vede sulla fig. 1199.

Indicando con a, b, a', b' le letture fatte su di una stadia coi fili del reticolo indicati colle stesse lettere, si ha la distanza D della stadia, quando il cannocchiale è

orizzontale, mediante le relazioni:

D = (a-b)100 = (a'-b')100 = (a'-b)250.

Il reticolo dei tacheometri inglesi è generalmente disposto in modo che si ha:

D = 50(a-b') = 250(a'-b)

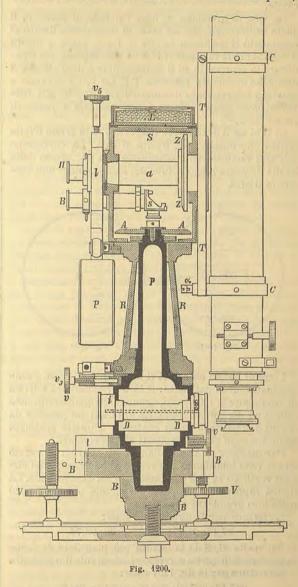
e tutti e cinque i fili orizzontali sono fra loro equidistanti.

Questa disposizione data al reticolo è più rigorosa di quella precedente.

Infatti volendo ridurre all'orizzonte una distanza letta sulla stadia col cannocchiale non orizzontale abbiamo visto che bisogna conoscere l'angolo che l'asse ottico del cannocchiale fa colla verticale oppure coll'orizzontale, e siccome l'asse ottico passa per un punto del filo centrale c, esso non risulta simmetrico ai fili a' b', a b, e perciò l'angolo z che entra nella relazione (3) non è quello che corrisponde alla porzione S di stadia che entra nella detta formola; l'errore però è in ogni caso trascurabile.

Un altro tipo di tacheometro è quello del Richer: esso ha sull'asse di rotazione del cannocchiale, all'estremo opposto a quello dove è fissato il circolo verticale, un altro cerchio non graduato destinato ad equilibrare lo strumento.

Il micrometro del cannocchiale consta di soli due fili orizzontali per la misura delle distanze, ai quali corrisponde il rapporto diastimometrico di 1: 250. Questo tacheometro è anch'esso rettificabile in tutte le sue parti,

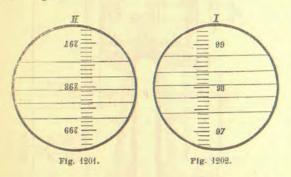


ma la rettifica della posizione della lente anallattica si deve fare smontando il cannocchiale e muovendo a mano il tubo interno a cui è fissata la lente stessa. Taluni di questi tacheometri portano un cannocchiale di spia al disotto del circolo azimutale. - Abbiamo già detto sommariamente del clepse lo rappresentammo nella fig. 1190. La fig. 1200 rappresenta una sezione verticale di esso e ci riferiremo ora a quest'ultima figura per completare le nozioni relative a questo istrumento. Entro al basamento B, foggiato a guisa di mozzo, è infilato un perno p cavo internamente che può girare entro al mozzo stesso; il contorno di questo perno venne segnato in figura tutto in nero. All'estremità superiore di p è fissato il circolo

azimutale A A ed all'estremo inferiore il perno p è abbracciato dalla sporgenza l: la vite v di destra serve ad arrestare il movimento del perno e quindi del circolo AA. Attorno al perno p è infilato un albero RR di forma conica che può liberamente girare attorno a p ed alla parte superiore di R è assicurata la scatola parallelepipeda S nella quale sono racchiusi i circoli orizzontale AA e verticale ZZ. Essa porta inoltre i microscopii per la lettura dei circoli e l'albero a di rotazione del cannoc-

La vite di pressione v3 fissa l'alidada al perno p, il quale supponiamo che sia stato in precedenza fissato al basamento B mediante la vite v. La v, serve a fissare il cannocchiale in altezza: P è un contrappeso per equilibrare lo strumento ed il cannocchiale è fisso all'asse a mediante la robusta traversa TT. Le viti α servono a spostare lateralmente il cannocchiale rispetto alla traversa onde rendere l'asse ottico normale a quello di rotazione a.

In D si ha il declinatore magnetico ed in L una livella sferica che funziona da livella di spia. La correzione dell'asse verticale dello strumento si fa per mezzo della livella disposta lungo il tubo del cannocchiale non visibile in figura.



I circoli hanno entrambi il diametro di 64 mm. e sono graduati centesimalmente: la loro circonferenza è divisa direttamente in 4000 parti, ognuna delle quali comprende quindi un decimo di grado. La graduazione procede da destra a sinistra in senso contrario a quella praticata sugli analoghi circoli applicati ai tacheometri.

Per maggior chiarezza diamo nelle fig. 1201 e 1202 ciò che si vede guardando attraverso ai microscopii del circolo verticale in una posizione data del cannocchiale. La figura rappresenta le parti del circolo presso a poco nella loro grandezza apparente.

Le letture per la figura 1202 sono:

97,42; 97,80; 98,09; 98,38; 98,72

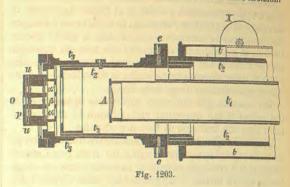
la cui media 98,08 dà la lettura più plausibile da assumere invece di quella corrispondente al solo filo centrale. Le letture per la fig. 1201 sono:

297,42; 297,80; 298,08; 298,36; 298,72

la cui media (dedotti 200 gr.) risulta 98,076 e prendendo la media delle due medie si ha 98,078 che è la lettura da assumersi per il circolo verticale.

Cannocchiale del cleps. - La fig. 1203 rappresenta una sezione longitudinale del cannocchiale di un cleps verso l'estremità dell'oculare. Si adatta il reticolo alla propria vista movendo a mano il tubo tº porta oculare e la vite ad ingranaggio X serve ad avvicinare ed allontanare l'oculare unitamente al micrometro dall'obbiettivo. In A trovasi la lente anallattica fissata al tubo t, il quale alla sua volta è fissato al tubo t porta-obbiettivo. Il cannocchiale, essendo eccentrico, permette di poter collimare a punti molto alti o molto bassi rispetto all'orizzonte del luogo di stazione. L'obbiettivo di un cleps grande modello ha circa 52 mm. di apertura e 450 di lunghezza focale ed un ingrandimento di circa 70 volte.

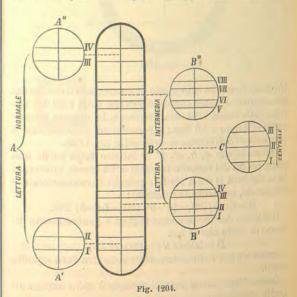
Il micrometro di questo cannocchiale, rappresentato schematicamente dalla fig. 1204, contiene 15 fili orizzontali ed uno verticale, ossia risulta di 16 finissime incisioni



praticate sopra una lastrina di vetro. Raggruppando in diversi modi i fili orizzontali si ottengono tanti micrometri indipendenti per fare le letture alla stadia a seconda della distanza alla quale essa è situata dallo

Un primo gruppo si ottiene facendo uso dei quattro fili più lontani dal filo centrale orizzontale ed a questo simmetrici, ossia dei due inferiori I e II e di quelli superiori III e IV.

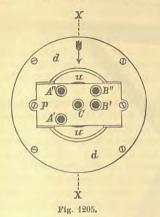
Con questo gruppo A di fili si possono misurare distanze sino a circa 100 metri e la distanza dicesi che si ottiene colla lettura normale: il rapporto diastimometrico corrispondente a questo gruppo è dato dal num. 50.



Il gruppo B costituisce la lettura intermedia ed il rapporto diastimometrico vale 100; il gruppo C costituisce quella centrale ed il rapporto diastimometrico vale 250.

Gli oculari sono tre, z, β, z' (fig. 1203) e funzionano come fossero in numero di cinque: scopo di tali oculari si è di aumentare il campo del cannocchiale. I tre oculari a, p, a' sono disposti in fila sopra di una piastrina e fissi al tubo t3. L'oculare di mezzo corrisponde ai tre fili del micrometro C, gli altri due servono ad osservare i fili I, Il e III, IV. Per leggere gli altri fili del micrometro si sposta la piastrina porta-oculari nel modo seguente:

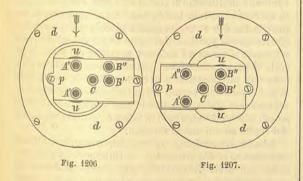
Consideriamo la fig. 1205 che rappresenta, visto di fronte ed in grandezza naturale, l'oculare multiplo di cui è parola. Il pezzo u u è quello sul quale sono montati i tre piccoli oculari  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\alpha'$ , ed esso può spostarsi nel senso indicato dalla freccia. La piastrina p porta cinque forellini e può alla sua volta farsi scorrere sul pezzo u u in



senso normale al primo, ossia da destra a sinistra e viceversa.

Quando il pezzo uu trovasi concentrico al disco d i tre oculari  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\alpha'$  trovansi sul diametro XX di d e quindi di fronte ai gruppi di fili dei micrometri A e C. Se il forellino C venne preventivamente situato concentricamente al disco d si potrà eseguire soltanto la lettura centrale.

Se si lascia fissa la uu e si sposta soltanto la piastrina p da sinistra a destra (fig. 1206) sino a portare i forellini A'A'' sulla mediana XX del disco d si potrà eseguire la lettura normale: se ora si sposta di nuovo la piastrina p da destra a sinistra sino a portare i forellini B'B'' sulla mediana XX (fig. 1207) e poscia si fa



scorrere dall'alto al basso tutto il pezzo uu sino a disporlo eccentrico rispetto al disco d si avrà la lettura intermedia.

Adoperando il cleps per la misura di angoli azimutali bisogna sempre eseguire le letture conjugate allo scopo di eliminare l'errore proveniente dall'eccentricità del cannocchiale nonchè quello dovuto alla non orizzontalità dell'asse di rotazione del cannocchiale pel quale non vi sono viti di rettifica.

La tavoletta pretoriana. — La tavoletta venne ideata da Giovanni Prätorius, professore in Altorf, negli anni 1576-1616.

Questo istrumento serve nella pratica per la determinazione grafica dell'ampiezza di un angolo in projezione orizzontale e per rilevare, coll'ajuto della misura delle distanze, le figure a cui quegli angoli appartengono. È manifesto che a differenza di tutti gli altri strumenti è necessario prestabilire la scala della rappresentazione grafica che deve farsi del terreno e servirsi di essa per il rilievo.

La tavoletta pretoriana (fig. 1208) consta della tavoletta propriamente detta, e della diottra che anticamente era a traguardi, ed attualmente è sempre munita di cannocchiale.

La tavoletta pretoriana richiede le seguenti verifiche e rettifiche:

1º Rendere orizzontale la faccia superiore, ossia lo specchio della tavoletta;

2º Disporre lo specchio in modo che uno dei suoi punti si trovi sulla verticale di quello di stazione;

3º Orientare lo specchio della tavoletta.

La prima operazione si eseguisce nel modo solito con una livella mobile disposta sullo specchio; la seconda colla così detta squadra zoppa o triangolo con cui si può comodamente riportare un punto del terreno sullo specchio o viceversa; la terza si fa ricorrendo a punti già rilevati e segnati sullo specchio, oppure in modo grossolano ricorrendo ad un declinatore magnetico.

Dopo di aver disposta la tavoletta in istazione sopra un punto, prima di procedere alla operazione di rilievo bisogna verificare ed all'uopo rettificare la diottra a cannocchiale, il che si fa nel seguente modo:

Supposto che il cannocchiale della diottra possa fare una intera rotazione attorno al suo asse, s'incomincia a verificare se l'asse ottico è normale all'asse di rotazione collimando ad un punto situato presso a poco sul piano orizzontale che passa pel centro del cannocchiale, e con una matita a punta finissima si traccia sullo specchio una linea di contro a quella di fede del regolo di cui ogni diottra è munita. Poscia si gira la diottra riportando dall'altra parte la linea di fede contro la retta segnata sullo specchio e capovolto il cannocchiale si osserva se si ricollima allo stesso punto di prima: se ciò avviene è segno che l'asse ottico è normale a quello di rotazione del cannocchiale, in caso contrario si muove la diottra attorno alla sua colonnetta di sostegno del cannocchiale sino a collimare esattamente al punto. Si traccia a matita la direzione della linea di fede: l'angolo compreso fra le due direzioni segnate sullo specchio vale il doppio dell'errore di collimazione, perciò disposta la linea di fede a coincidere colla bisettrice di questo angolo e mosso il reticolo (oppure il cannocchiale con apposite viti se vi sono) sino a ricollimare al punto, si sarà fatta la correzione dell'asse ottico.

Bisogna ora verificare se l'asse di rotazione è orizzontale, e perciò si procede nel modo detto per i teodoliti topografici.

Per ultimo rimane a verificare se il piano verticale descritto dall'asse ottico del cannocchiale nel suo movimento attorno all'asse orizzontale di rotazione passa per la linea di fede della diottra. Questa verifica si può eseguire fissando due spilli sullo specchio della tavoletta di contro alla linea di fede della diottra, tracciando con essi un allineamento sul terreno e verificando col movimento del cannocchiale in altezza, se il piano descritto dal suo asse ottico passa per l'allineamento stesso. La relativa rettifica si eseguisce generalmente con apposite viti che permettono di far ruotare la colonnetta di sostegno della diottra attorno al proprio asse. Qualora la diottra non permettesse questa rettifica, potrebbe

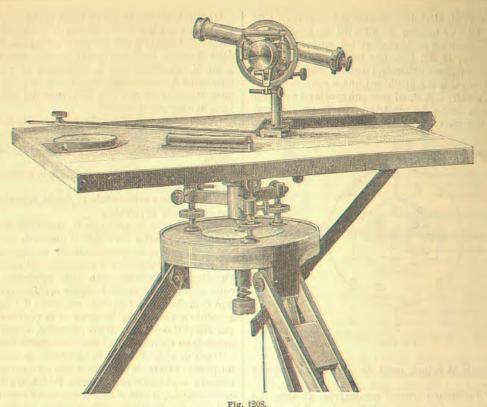


Fig. 1208.

servire ugualmente per le operazioni di rilievo, solo che la figura rilevata e disegnata sullo specchio sarebbe bensi simile, ma non similmente disposta rispetto a quella del terreno, e volendo soddisfare a questa condizione, converrebbe far ruotare lo specchio dell'angolo che il piano verticale passante per l'asse ottico del cannocchiale fa colla linea di fede della diottra: generalmente però si trascura quest'avvertenza, inquantochè non ha un effetto dannoso sul rilievo.

Vantaggi ed inconvenienti della tavoletta pretoriana. - Adoperando la tavoletta pretoriana si ha il pregio grandissimo di evitare gli errori grossolani che qualche volta si commettono allorchè si fa a tavolino il disegno di un rilevamento guidati da semplici schizzi quotati e da registri numerici nei quali ogni punto è individuato dalle sue coordinate. Infatti, colla tavoletta si fa il disegno addirittura in campagna in presenza della figura stessa che si deve rilevare, e portando successivamente a posto i vari punti che si rilevano, vengono immediatamente notati gli errori, e quindi eliminati.

L'uso della tavoletta pretoriana ha però l'inconveniente di richiedere in campagna molto maggior tempo di quello richiesto dal tacheometro o dal cleps, il che è causa di maggiori spese: secondariamente si è esposti più facilmente ad interrompere il lavoro per le vicende atmosferiche, inquantochè nei giorni nebbiosi ed umidi non si può lavorare alla tavoletta. Inoltre il foglio da disegno che si distende sulla tavoletta non è assolutamente stabile, e va soggetto all'influenza dell'umidità e del calore, perciò non si è certi di conservare esattamente i dati grafici, cioè le lunghezze, nelle condizioni in cui si sono rilevati e disegnati. Questo inconveniente si può diminuire bagnando il foglio di carta con albume d'ova mescolato con acqua, avvertendo di segnare sul foglio delle lunghezze conosciute, e meglio ancora delle scale le quali, allungandosi ed accorciandosi quanto le altre linee del disegno, si potranno misurare queste in base all'unità di misura segnata sul foglio per mezzo di tali scale ausiliarie. Siccome poi il foglio non subisce eguali cambiamenti in ogni suo verso, si hal'avvertenza di segnare di tali scale in varie direzioni e per la linea da misurare posta in una data direzione del foglio servirsi della corrispondente scala. Si può anche ovviare all'inconveniente che porge la suola della diottra di sporcare moltissimo il foglio di carta ricoprendo tutto lo specchio con tela lucida ben tesa. Per mezzo di una piccola forbice si taglia quella piccola porzione di tela che ricopre la porzione del foglio su cui devesi disegnare, e quando si passa ad un'altra porzione del foglio si incolla il pezzo staccato al rimanente coprendo la giuntura con piccole striscie di carta velina. In questo modo si può avere sott'occhio tutto il disegno inquantochè la trasparenza della tela lucida non porta inconvenienti su ciò, e si ha il vantaggio di lasciar riparata la porzione del foglio su cui non si disegna.

Limite di precisione nelle misure angolari ottenute per mezzo della tavoletta. - Supponendo, come succede per abili disegnatori, che sopra un disegno sia possibile fissare materialmente la posizione di un punto con la incertezza di  $\frac{1}{10}$  di millimetro, ne segue che la

posizione di un punto sulla carta si può ritenere individuata da un circoletto avente per diametro un quinto

di millimetro.

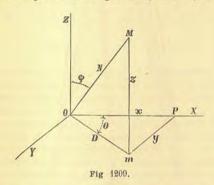
Ciò ammesso è chiaro che l'incertezza angolare residua sopra una direzione data dal disegno sara espressa da una frazione avente per numeratore 0,20 e per denominatore la metà della distanza fra i due punti che avranno servito a tracciarla, espressa questa distanza in unità di millimetri. I limiti fra i quali varia l'angolo accenuato dipendono dalla distanza dei due punti: nei rilevamenti

fatti alla scala adottata per le operazioni del catasto, cioè nella scala di 1:2000, la lunghezza del maggior numero dei lati varia fra 5 cm. e 15 cm., perciò l'incertezza angolare varierà fra 1/5 e 1/10 di grado: per ottenerequesti risultati occorre certamente una non comune abilità nel disegnare.

# Rilevamento col metodo detto della Celerimensura.

Il tacheometro ed il cleps, nonchè la tavoletta pretoriana con diottra a cannocchiale distanziometro munita di circolo verticale servono per eseguire i rilievi topografici col metodo detto della celerimensura. Questo metodo consiste nel determinare gli elementi necessari pel calcolo delle tre coordinate di un punto dello spazio impiegando in campagna il minor tempo possibile; questi elementi si ottengono appunto cogli strumenti nominati nil sonra.

Infatti, vogliasi rilevare un punto M del terreno (fig. 1209) riferendolo a tre assi ortogonali ox, oy, oz coincidentirispettivamente colla tangente al meridiano, colla perpendicolare a questo e colla verticale del punto O scelto come origine delle coordinate. Le coordinate ortogonali x, y, z del punto M si determinano nelle operazioni di tavolo, ed in quelle di campagna si misura invece il sistema di coordinate polari costituito dalla distanza del punto M dal punto O, dall'angolo diedro



che il piano verticale passante per OM fa con quello XZ e dall'angolo che la retta OM fa coll'asse OZ che è la verticale per O. Il Porro chiamò numeri generatori queste coordinate polari e con tale denominazione vengono tuttora indicate dai cultori della Celerimensura. L'angolo che il piano verticale passante per OM fa con quello XZ chiamasi angolo azimutale e lo si indica generalmente colla lettera 0; l'angolo che la retta OM facolla verticale OZ dicesi distanza zenitale (od anche angolo zenitale) e si usa indicarlo colla lettera φ. La distanza OM la si indica generalmente colla lettera N e con D si indica invece la sua projezione sul piano orizzontale passante per O. Le operazioni di campagna hanno per iscopo la determinazione dei numeri generatori e quelle di tavolo hanno per iscopo di determinare le coordinate rettangolari.

Conoscendo le quantità N, φ, θ di ciascun punto rilevato per irradiamento, si determina la sua distanza orizzontale dal punto di stazione colla formola (3) che nel caso della celerimensura si riduce a:

# $D = N sen^2 \varphi$

la quale dice che in pratica è sempre bene, quando è possibile, tenere il cannocchiale orizzontale onde eliminare il calcolo richiesto da essa.

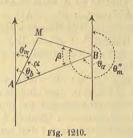
Le coordinate x, y, z sono date dalle relazioni:

$$x = D \operatorname{sen}\theta; \quad y = D \cos\theta; \quad z = N \operatorname{sen}\varphi \cos\varphi$$

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 85.

dopo determinata la z bisogna ancora aver riguardo all'altezza dello strumento ed alla lettura corrispondente al filo centrale per avere la differenza di livello fra il punto su cui posa la stadia e quello di stazione.

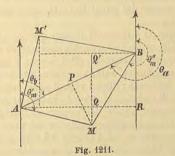
Quando si eseguisce un rilievo per mezzo di più stazioni bisogna che queste siano collegate fra loro, cioè bisogna che si conoscano le coordinate planimetriche dell'una rispetto all'altra, nonchè la loro differenza di livello. Il collegamento delle stazioni deve eseguirsi colla massima cura e con tutte le possibili verifiche; i metodi usati in pratica per questa operazione sono i seguenti:



Collegamento a punto indietro. — Questo metodo consiste in ciò: siano A e B due stazioni da collegare fra loro (fig. 1210); tali però che siano visibili l'una dall'altra e situate ad una distanza non superiore alla massima portata della stadia. Da A si collima a B e si determinano i numeri generatori  $N_b$ ;  $\theta_b$ ,  $\varphi_b$  di B rispetto ad A. Portato lo strumento in B si collima ad A, si dispone l'alidada a segnare sul lembo l'azimut

$$\theta_a = \theta_b + 200 \mathrm{gr}$$
.

e si determinano le quantità  $N_a$  e  $\phi_a$  di A rispetto a B. In questo modo il diametro  $0 \, \mathrm{gr.}$  –  $200 \, \mathrm{gr.}$  del lembo è parallelo alla direzione che esso aveva nella stazione A e si deve mantenere fissa per tutta la stazione B per riportarla sulle successive con procedimento analogo a quello esposto, salvo a portare la relativa correzione dovuta alla convergenza dei meridiani qualora ne sia il caso.



Questo metodo ha l'inconveniente della compenetrazione delle stazioni, vale a dire non si può con esso accelerare il lavoro a causa di un maggior numero di stazioni che bisogna eseguire. Il collegamento detto di Moinot è identico a quello ora esposto, solo che invece di disporre il diametro 0gr. – 200gr. nella stazione B in direzione parallela a quella che occupava in A, si dispone in una direzione qualunque, correggendo poi tutti gli azimut in B dell'angolo conveniente per ridurli allo stesso orientamento di quelli determinati nella stazione A.

Collegamento misto. — Si scelga un punto B (fig. 1211) tale che sia visibile da A ma a distanza maggiore della massima portata alla stadia e si determini l'angolo orizzontale  $\theta_b$ : scelto quindi un punto di collegamento M,

si collimi ad esso da entrambe le stazioni A e B e si ricavi la distanza AB dalla relazione seguente:

AB = AM. cos PAM + BM. cos PBM nella quale AM e BM sono lunghezze misurate colla stadia e ridotte all'uopo all'orizzonte e gli angoli PAM, PBM sono dedotti dalle differenze degli azimut in A e in B. Scegliendo un altro punto M'si otterrà un secondo valore della distanza AB che servirà per verifica dell'operazione. Se si vogliono calcolare direttamente le coordinate di B su A, coll'azimut  $\theta'm$  di M su A e colla distanza AM si determinano dapprima le coordinate ortogonali di M riferite ad A colle relazioni:

 $y'_m = MQ = AM \cos \theta'_m$ ;  $w'_m = AQ = AM . \sin \theta'_m$  ed analogamente quelle di M riferite a B colle relazioni:  $y''_m = MQ' = BM \cos \theta''_m$ ;  $x''_m = BQ' = BM \sin \theta''_m$  ed infine si calcolano le coordinate xb yb di B riferite ad A colle relazioni:

 $y_b = y'_m + y''_m; \ x_b = x''_m + x'_m$  avendo riguardo ai segni in ogni singolo caso.

Ripetendo operazioni analoghe pel punto M' si avrà una verifica del collegamento. Quando è possibile, conviene per semplicità scegliere i due punti di collegamento sull'allineamento che unisce le due stazioni, poichè allora col solo calcolo delle distanze ridotte all'orizzonte si può verificare il collegamento, e si semplifica il calcolo del medesimo. Generalmente si ricorre ai due punti di collegamento M e M' allorchè le due stazioni A e B sono invisibili fra loro, ed in questo caso il collegamento prende il nome di collegamento Porro.

#### Strumenti speciali di rilievo.

Il tacheometro ed il cleps, nonchè la tavoletta pretoriana, sono veri strumenti di celerimensura perchè sono quelli che fanno impiegare il minor tempo possibile nelle operazioni di campagna. Da qualche tempo (specialmente in Germania) vanno in uso degli strumenti speciali che costituiscono un nuovo ramo della celerimensura ed hanno per iscopo di determinare direttamente le tre coordinate di un punto dello spazio senza ricorrere al calcolo, pur sempre nojoso, della riduzione delle distanze all'orizzonte nè a quello della determinazione delle quote dei punti battuti, mediante calcoli trigonometrici.

Parte di questi strumenti hanno per caratteristica di essere muniti di un apparecchio speciale di riduzione che descriveremo in seguito, altri invece sono fondati su principii meccanici, e dànno graficamente il rilievo di una linea percorsa: questi ultimi sono poco usati in pratica; e quelli che maggiormente hanno pratica applicazione sono i primi, muniti dell'apparecchio di riduzione. Questo apparecchio venne applicato dal prof. Kreuter ad un tacheometro e dal Corradi ad una diottra, ma entrambi questi strumenti lasciano a desiderare per ciò che riguarda l'uso della stadia: per brevità descriveremo lo strumento che il sig. Viotti Giuseppe ha da pochi anni fatto costruire ed applicato nello studio delle ferrovie della Sardegna. Questo strumento diversifica dai precedenti pel fatto che rende più spedita e facile l'operazione di rilevamento.

Descrizione dello strumento. — Lo strumento del sig. Viotti consta di una tavoletta propriamente detta, di una diottra a cannocchiale e di una o più stadie di particolare costruzione: il tutto è disposto in modo da ottenere direttamente senza nessun calcolo il valore numerico della distanza orizzontale del centro dello specchio della tavoletta dal punto del terreno su cui posa la stadia nonchè l'altezza di questo punto su quello di stazione dello strumento.

La tavoletta, sostenuta da un comune treppiede, è rappresentata nella scala di 1:100 dalla fig. 1212. Lo specchio è circolare ed a guisa di lembo porta una corona di ottone del diametro interno di m. 0,27. Questa corona porta nella sua faccia superiore un'apposita scanalatura nella quale scorrono quattro segmenti circolari S (fig. 1212 e 1213) solidali alla suola della diottra.

La tavoletta è di legno, dello spessore di cm. 2,5, e può venir fissata al treppiede mediante la vite di pressione P; aprendo questa vite la tavoletta può rotare in azimut scorrendo sull'estremità superiore delle tre viti V le quali servono a rendere orizzontale la faccia

superiore dello specchio.

Le quattro viti W servono a fissare la corona circolare di ottone alla tavoletta e svitandole si può situare fra quest'ultima ed il lembo di ottone un apposito foglio da disegno il quale viene mantenuto fisso alla tavoletta dalla pressione che la corona circolare esercita sopra di esso allorchè sono chiuse le viti W.

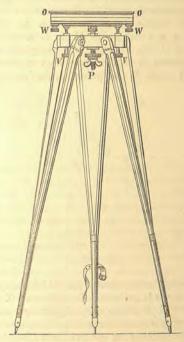


Fig. 1212.

Diottra. — La diottra è rappresentata in projezione verticale dalla fig. 1213.

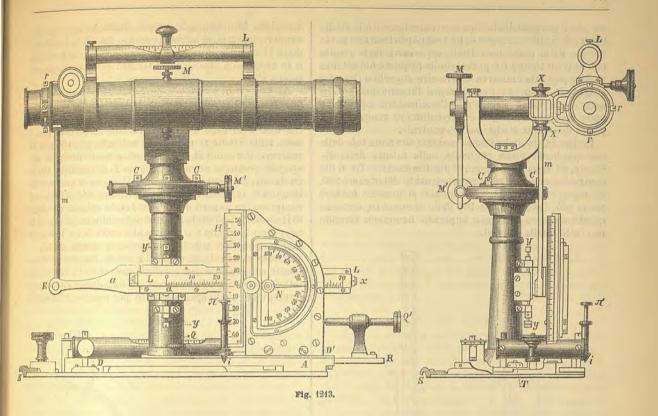
Essa è munita di un apparecchio di projezione analogo a quello usato dal Corradi nel suo tachigrafometro

e dal Kreuter nel suo tacheometro.

Quando lo strumento è rettificato, il movimento in azimut della diottra avviene attorno all'asse verticale che passa pel centro della tavoletta: il cannocchiale è distanziometro ed anallattico e la lente anallattica è situata in modo che il fuoco anteriore del sistema formato da essa e dalla lente obbiettiva giace sulla verticale ora detta. Il reticolo consta di tre fili orizzontali ed equidistanti e di uno normale ad essi: il rapporto diastimometrico dei due fili estremi è rappresentato dal numero 100, perciò quello dei fili superiore-medio e medio-inferiore vale 200.

La vite di pressione M (fig. 1213) serve a fissare il cannocchiale in altezza e la M'è la vite micrometrica

che corrisponde alla M.



Apparecchio di projezione. — L'apparecchio di projezione consta di tre regoli graduati L, H, D che chiamansi rispettivamente regolo delle lunghezze, delle altezze e delle distanze,

La graduazione sul regolo delle distanze è tracciata sulla faccia che si projetta orizzontalmente nella retta

DD' e perciò non è visibile in figura.

Il regolo L è disposto in modo che lo spigolo che limita le tacche della graduazione si mantiene costantemente parallelo all'asse ottico del cannocchiale allorchè quest'ultimo si muove in altezza: la rotazione del regolo L avviene attorno all'asse orizzontale che in figura si projetta nel punto  $\alpha$ , e sopra quest'asse devesi trovare lo zero della graduazione di L. Il movimento di rotazione del cannocchiale è trasmesso al regolo L mediante l'asta metallica m collegata a cerniera alla estremità E dell'armatura nella quale è fissato il regolo delle lunghezze.

Il regolo D, cioè quello delle distanze, è fissato all'alidada A in modo che la sua faccia graduata risulta orizzontale allorchè lo strumento è corretto e lo zero della sua graduazione giace sulla verticale che passa per lo

zero del regolo L.

Il regolo H delle altezze può scorrere orizzontalmente sopra quello delle distanze mantenendosi sempre verticale. La sua graduazione procede in due sensi opposti l'uno all'altro a partire dallo zero: è diviso di millimetro in millimetro da mm. 0 a mm. 50 nella sua parte superiore e da mm. 0 a mm. 40 in quella inferiore. Il nonio circolare N serve a stimare il centesimo di ogni divisione tracciata sul regolo H. Allorchè l'indice del nonio N segna zero e l'asse ottico del cannocchiale è orizzontale, deve lo zero del regolo H mantenersi sempre sullo spigolo graduato del regolo L comunque si faccia scorrere orizzontalmente il regolo delle altezze sopra quello delle distanze.

La numerazione sui regoli è fatta in modo che il

disegno eseguito per rilevare una certa zona di terreno risulta nella scala di 1:1000, cosicchè il nonio N permette di avere il centimetro nella determinazione delle altezze: questa approssimazione è però illusoria ed appena nelle operazioni pratiche si può avere il decimetro nelle altezze.

Prima di spiegare l'uso di questo apparecchio è necessario conoscere la stadia che il signor Viotti ha fatto

costruire (fig. 1214).

Lo zero di essa corrisponde alla metà della sua lunghezza e la graduazione a partire da esso procede verso le due estremità di centimetro in centimetro sino ad un metro, cosicchè la lunghezza totale della faccia graduata è di 2 metri: essa può rotare attorno ad un perno orizzontale o p che passa per lo zero della graduazione ed è sostenuta da un montante M M' lungo il quale, in apposito incavo, può scorrere in altezza il perno o p e può ad esso fissarsi mediante una vite di pressione.

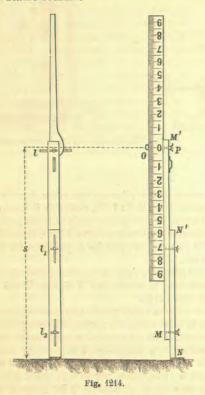
Quando lo strumento è corretto si fissa il perno o p al montante M M' ad un'altezza s uguale all'altezza dell'asse orizzontale di rotazione del cannocchiale sul punto di stazione e si manda poscia la stadia sul punto da

rilevarsi.

Sia P questo punto esia Q quello di stazione (fig. 1215): il porta-stadia dispone verticalmente il montante M M' sopra P e fa ruotare la faccia graduata attorno all'asse o p finchè gli sembra che essa sia perpendicolare all'asse ottico del cannocchiale. Frattanto l'osservatore dispone il cannocchiale in modo che il filo orizzontale medio del reticolo collima allo zero della stadia (il quale è distinto con un diverso colore allo scopo di ritrovarlo più speditamente) e fa le letture a, b corrispondenti ai fili estremi. Evidentemente queste debbono riuscire identiche qualunque sia l'inclinazione del cannocchiale, e se ciò non è l'osservatore è avvertito che la stadia non venne disposta in direzione normale all'asse ottico del cannocchiale, ed allora per mezzo di un segnale con-

venuto il portastadia inclina convenientemente la stadia servendosi all'occorrenza di un traguardo fisso alla parte mobile della medesima. Dalle esperienze fatte risulta che in poco tempo un porta-stadia acquista abbastanza pratica per tale manovra da riuscire superfluo l'uso del traguardo. Rimane però sempre l'inconveniente che occorre un certo tempo per l'inclinazione opportuna della stadia, e l'altro di dover collimare sempre ad un punto fisso della stadia col filo centrale.

Inoltre la stadia ha l'inconveniente che metà solo della sua lunghezza viene usufruita nella misura delle distanze, ed essendo il rapporto diastimometrico fra il filo centrale e quelli estremi rappresentato dal numero 200, ne segue che con queste stadie non si possono battere punti più distanti di m. 200 dallo strumento, distanza questa che non conviene superare nemmeno facendo uso delle stadie comuni.



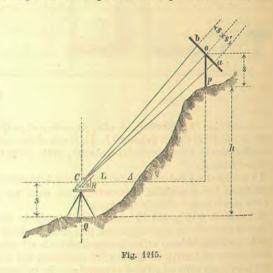
È notevole il fatto che l'osservatore ha modo di accorgersi lui stesso della non perfetta perpendicolarità dell'asse ottico del cannocchiale alla faccia graduata della stadia, il che non è possibile nel caso generalmente usato in cui la verticalità della stadia la si affida ad un bracciante. È noto inoltre che facendo uso della stadia mantenuta normale all'asse ottico non si ha un errore molto grande per una inclinazione anche sensibile dalla perpendicolare alla linea di collimazione, mentre invece una piccola inclinazione dalla verticale nell'uso della stadia diretta sempre verticalmente produce un errore assai forte, e perciò si richiede molta attenzione da parte del porta-stadia affichè la mira risulti sempre diretta verticalmente.

Fatte le letture a e b sulla stadia, e supposto che risultino uguali, come sempre deve succedere, esse rappresentano direttamente la porzione di mira compresa fra i fili superiore-medio, medio-inferiore senza bisogno di fare delle sottrazioni come accade per i distanziometri comuni ad angolo parallattico costante e base

variabile. Moltiplicando perciò questa lettura, che diremo S, per 200, si ha nel prodotto 200 S, la lunghezza della visuale C o compresa fra il centro del cannocchiale e lo zero della stadia che è situato sulla verticale del punto P.

Allo scopo di evitare la moltiplicazione per 200 della quantità S, il regolo delle lunghezze L ha i numeri che rappresentano soltanto la metà delle divisioni comprese fra essi e lo zero d'origine cosicchè la lettura a=b fatta sulla stadia, si moltiplica soltanto per 100 e si fa scorrere il regolo H in senso orizzontale finchè il suo spigolo verticale segna sul regolo L la quantità 100 S. In figura, per esempio, il regolo H segna su quello delle lunghezze la lettura 23, ma effettivamente le divisioni comprese fra lo zero del regolo L e lo spigolo verticale di H sono 46. La lunghezza così determinata sul regolo L rappresenta quella C o ridotta alla scala di la 1000. (La numerazione dei regoli corrisponde a questa scala).

Riesce ora evidente come si possano leggere direttamente sui regoli e senza calcoli preventivi i valori dei lati di un triangolo rettangolo simile a quello che si può immaginare nello spazio avente per cateto orizzontale



la distanza orizzontale dei punti P, Q, e per cateto verticale l'altezza del punto P su quello Q di stazione inquantochè lo zero della stadia trovasi sollevato dal punto P della stessa quantità s per cui il centro C del cannocchiale dista dal punto Q.

Ciò fatto l'osservatore preme la testa 

di un calcatojo la cui estremità i segna sul foglio steso sullo specchio un punto che dista dal centro del foglio attorno 200

al quale rota la diottra, della quantità a giàridotta all'orizzonte. Un apposito indice segna sul regolo D la projezione dello spigolo verticale del regolo H e la lettura corrispondente a questa projezione sul regolo D rappresenta numericamente la distanza orizzontale PQ. Questa distanza si registra sul disegno in vicinanza del punto segnato dalla punta i, ma si può anche trascurare questa registrazione allorchè non occorre di conoscere il valore numerico di tale distanza.

Si fa la lettura sul regolo H e sul corrispondente nonio N e la si registra, racchiusa fra parentesi, vicinissimo al punto individuato dall'estremo i ed in tal modo il punto P rimane completamente determinato. Una vite di pressione Q serve a fissare il regolo scorrevole R all'alidada A e la Q<sub>1</sub> è la vite micrometrica

corrispondente alla Q, cioè a dire è la vite che serve ad ottenere i piccoli spostamenti longitudinali del regolo delle altezze.

# Verifiche e rettifiche dello strumento.

Considerato come goniografo, questo strumento permette tutte le verifiche e rettifiche relative ai diversi assi: se invece lo si considera come livello, ha l'inconveniente (comune a tutti i livelli a cannocchiale fisso e livella fissa) di non permettere di poter verificare esattamente se l'asse della livella e quello di collimazione sono sghembi fra loro. In questo caso però questo inconveniente non ha importanza perchè questo strumento non lo si usa mai come strumento livellatore topografico, e le quote dei punti sui quali si fa stazione con esso vengono preventivamente determinate da apposita livellazione.

Perrendere verticale l'asse principale dello strumento si può far uso tanto delle due livelle che sono fisse alla suola della diottra e disposte normalmente l'una all'altra quanto della livella che è sovrapposta al tubo del cannocchiale, ed anzi avendo questa una maggiore sensibilità, si ottiene con essa una maggiore approssimazione

e maggior facilità nella correzione.

Per rendere l'asse ottico normale all'asse di rotazione del cannocchiale si libera l'asta m dal cannocchiale svitando le viti X, X' (fig. 1213): in tal modo quest'ultimo può compiere una intiera rotazione attorno al proprio asse orizzontale; - si collima ad un punto, che diremo P, alquanto lontano dallo strumento e la cui distanza zenitale sia prossima a 90º e colla matita si traccia sullo specchio della tavoletta il diametro determinato dalla linea di fede della suola. Poscia si ruota tutta la diottra in azimut e si capovolge il cannocchiale sino a ricollimare al punto P. Se la linea di fede della suola coincide col diametro testè segnato, si è certi che l'asse ottico è normale all'asse di rotazione; se invece non coincide, si traccia il diametro determinato dall'attuale linea di fede, e segnata sullo specchio la bisettrice dell'angolo acuto formato dai due diametri così individuati, si dispone sopra di essa la linea di fede della suola e mediante le viti r si sposta lateralmente il reticolo sino a ricollimare al punto P: ciò fatto l'asse ottico risulta perpendicolare a quello di rotazione del cannocchiale: si tratta ora di rendere orizzontale quest'ultimo asse. Per ciò fare conviene collimare ad un punto di un lungo filo a piombo appeso a conveniente distanza dallo strumento, si sposta il cannocchiale in altezza e si osserva se la collimazione avviene sempre sopra il filo a piombo: qualora ciò non avvenga, e nell'ipotesi che la precedente rettifica sia stata eseguita per bene, si muovono le viti T (fig. 1213) che spostano in senso verticale la colonnetta della diottra finchè la collimazione avviene per tutta la lunghezza del filo a piombo.

Per verificare se l'asse ottico del cannocchiale giace nello stesso piano verticale che passa per la linea di fede della suola si procede come si disse per le ordinarie

Eseguite queste verifiche e rettifiche si fissa l'estremità dell'asta m al cannocchiale avvitando le teste X, X<sub>1</sub> (fig. 1213): si tratta ora di accorciare od allungare l'asta m col manovrare convenientemente le madreviti  $X, X_1$  finchè lo spigolo inferiore graduato del regolo L risulti parallelo all'asse ottico e passi per lo zero della graduazione del regolo H allorchè è orizzontale l'asse di collimazione.

A tal fine si rende dapprima l'asse della livella L che sta sul cannocchiale parallelo all'asse ottico (il che si ottiene col noto metodo della livellazione reciproca) e poscia per mezzo della vite M' che sposta micrometricamente in altezza il cannocchiale, si fa in modo che la bolla risulti perfettamente centrata. Si porta lo spigolo graduato del regolo H a passare per lo zero del regolo L e portato l'indice del nonio N a segnare zero, si osserva se vi è perfetta coincidenza fra lo zero del regolo H e quello del regolo L; se ciò non succede si manovrano le viti y sino ad ottenere questa coincidenza. Ciò fatto si fa scorrere longitudinalmente e per tutta la sua lunghezza l'apparecchio portato dal regolo R e si osserva se lo zero del regolo H (il quale per la precedente rettifica dell'asse verticale dello strumento percorrerà una retta orizzontale) si mantiene sullo spigolo graduato del regolo L: se ciò non succede bisogna manovrare opportunamente le viti X, X, finchè sia rigorosamente verificata anche quest'ultima condizione. Le viti œ poste all'estremità del regolo L servono a spostare questo regolo nella sua armatura a allo scopo di far sì che la rotazione del regolo L avvenga attorno all'asse orizzontale a che passa per lo zero della sua graduazione.

### Uso dello strumento.

I fogli di carta, e preferibilmente cartoncini, che si impiegano nella tavoletta più sopra descritta non vengono incollati sullo specchio ma bensì vi sono fissati dall'anello di pressione che viene comandato dalle viti W (fig. 1212) e così si evitano le variazioni spesso fortissime che si verificano nei fogli stati incollati. Inoltre se accadesse qualche inconveniente sopra uno di questi fogli si fa presto a sostituirlo con altro senza bisogno di avere la riserva degli specchi col foglio incollato.

Ciascun foglio serve per una sola stazione, perciò lo specchio ha un diametro piccolo rispetto alla lunghezza dei lati delle ordinarie tavolette e la diottra è obbligata a ruotare sempre attorno allo stesso asse generale dello strumento. Con queste disposizioni è facile ottenere la immobilità della tavoletta perchè è diminuito il braccio di leva della coppia che produce la rotazione in azimut dello specchio e la diottra agendo per proprio peso sempre nello stesso punto, è facile mantenere orizzontale la faccia superiore dello specchio: evidentemente queste due condizioni non possono essere verificate tanto rigorosamente nelle altre tavolette di uso generale.

Volendo eseguire il rilievo di una determinata zona di terreno con questo istrumento si tracciano dapprima delle poligonali i cui lati abbiano lunghezze non superiori ai 200 metri e tali da coprire tutta la superficie da rilevare con una rete di punti a maglia di forma qua-

Gli elementi di tali poligonali si rilevano mediante appositi teodoliti, tacheometri o cleps, di graduazione adatta a seconda dell'approssimazione prestabilita.

Verificate ed all'uopo compensate queste poligonali e determinate con un buon livello a cannocchiale le quote relative di ciascun vertice di poligono, si procede all'operazione di rilevamento ponendo lo strumento descritto in stazione sopra ciascuno di questi vertici poligonometrici.

Col metodo d'irradiamento e facendo uso delle stadie annesse allo strumento, si rilevano i punti circostanti e si segna sul foglio la direzione ai due vertici del poligono situati l'uno prima e l'altro dopo quello di stazione. Queste due direzioni servono ad orientare i punti di rilievo di ciascun foglio sopra il disegno generale che si eseguisce al tavolo. Con questo strumento si evita

il trasporto e l'uso della bussola, della livella mobile che serve ad orizzontare lo specchio nonchè della squadra

zoppa.

Dalla descrizione fatta dello strumento appare che esso risulta utilissimo come strumento ausiliario di rilievo, specialmente per la compilazione di progetti di strade e canali inquantochè è evidente la celerità che esso presenta nella misura delle distanze e nella determinazione delle quote. Esso poi riesce utilissimo nei rilievi da eseguire in terreni molto accidentati. Non bisogna però credere che esso dia un'approssimazione sufficiente per tutti i casi della pratica inquantochè i regoli dell'apparecchio di projezione hanno le loro divisioni che rappresentano un metro (nella scala di 1/1000) ed ammettendo di stimare un decimo di divisione l'approssimazione nella lettura delle distanze risulta di 0m,20. Il nonio N dovrebbe dare l'approssimazione del centimetro nella lettura delle quote, ma, effettivamente, si raggiunge appena il decimetro.

Quando però gli elementi delle poligonali di base vengono determinati accuratamente e con metodi rigorosi, i punti di dettaglio rilevati con questo strumento si possono ritenere di un'approssimazione sufficiente nella maggior parte dei casi che si presentano in pratica.

Come già dicemmo, il concetto che guidò il Viotti alla costruzione del suo strumento non è nuovo; infatti il prof. G. Erede in una pubblicazione fatta nel Giornale dei Lavori Pubblici e delle Strade Ferrate (1887) fa cenno di alcuni strumenti di rilevamento grafico-numerico basati sullo stesso principio della tavoletta Viotti, come pure i tacheometri Wagner-Fennel (di costruzione perfetta in tutti i particolari) erano già in uso molti anni prima della tavoletta Viotti. Noi però ci limitammo alla descrizione di quest'ultima perchè la stadia speciale costruita dal Viotti apportò una grande semplificazione nelle operazioni di rilievo e poi anche perchè avendone sott'occhio un modello, ci riuscì più facile parlare dei particolari che la compongono.

NB. Per lo spazio limitatissimo impostoci, non possiamo discorrere di altri recenti strumenti che hanno per iscopo di abbreviare le operazioni di calcolo nei rilievi topografici, quali sono: il tacheometro Sanguet (autoriduttore), il tacheometro riduttore di G. Roncagli ed E. Urbani, il circolo allineatore di Loir Erasme, ecc. Lo studioso troverà la descrizione di questi strumenti nei periodici d'ingegneria, quali: Rivista di Topografia e Catasto, 1893; Il Politecnico, 1894; La Topografia ed il Catasto di Ruiz Amado, Barcellona 1894; Journal des Géomètres experts, Bray-sur-Seine 1895.

## LIVELLAZIONE.

Affinchè una zona di terreno risulti definita in tutte le sue particolarità bisogna aggiungere alla rappresentazione planimetrica quella altimetrica.

I lavori catastali riguardano puramente la planimetria di una data località; invece i lavori d'ingegneria attinenti lo studio e la redazione di progetti di canali e di strade richiedono, oltrechè la conoscenza planimetrica, anche quella altimetrica del terreno.

In ordine di decrescente precisione, le livellazioni sono: livellazione di precisione (geometrica), trigonometrica, barometrica, ipsometrica. Noi ci diffonderemo specialmente sulla prima, inquantochè la livellazione barometrica può per l'ingegneria servire tutt'al più per avere, in un rapido percorso, qualche idea sul rilievo del suolo in una regione; l'ipsometrica non serve neppure a ciò: entrambe possono riuscire utilissime in esplorazioni di contrade sconosciute o mal note, nelle

quali non sia possibile una lunga permanenza e l'applicazione tranquilla dei metodi rigorosi.

Per differenza di livello fra due punti intendiamo la differenza delle loro altezze sul livello del mare, o sopra una superficie parallela a quella del mare.

Dall'idrostatica si sa che « la superficie di separazione di due fluidi sovrapposti in equilibrio e di densità differente è una superficie di livello » perciò una superficie parallela a quella dell'acqua stagnante si chiama superficie di livello. Ne segue che per differenza di livello fra due punti possiamo intendere la distanza delle due superficie di livello che passano per essi, o anche la distanza di uno di essi punti dalla superficie di livello che passa per l'altro. Evidentemente ciò è vero nel solo caso che si supponga la terra sferica.

Siccome il pelo dell'acqua marina non è stabile, non è possibile avere di esso un punto invariabile da assumere come superficie di livello zero, perciò si è fatto registrare da appositi apparecchi (mareografi) un grandissimo numero di distanze del pelo liquido reale da un caposaldo, e la media di tutte queste misure fu chiamata livello medio del mare e viene così definito: « In un punto dato della costa il livello medio del mare è il livello corrispondente alla media delle distanze del pelo liquido rispetto ad un punto fisso, misurate o dedotte da apparecchi registratori in ogni istante di un determinato lasso di tempo ».

Orizzonte vero ed orizzonte apparente. — Se per un punto A della superficie della terra s'immagina descritta una sfera concentrica a quella terrestre, essa costituisce l'orizzonte vero di quel punto inquantochè tutti i punti di quella superficie distano di una stessa quantità dal centro della terra. Si chiama invece orizzonte apparente il piano tangente in quel punto alla superficie sferica, ed ogni retta condotta per A su detto

piano è una orizzontale apparente.

L'orizzonte apparente è il solo che l'operatore pud utilizzare nelle operazioni di livellazione, e poichè i punti appartenenti ad una orizzontale apparente passante per A distano inegualmente dal centro della terra ne segue che la differenza fra il raggio della sfera passante per A e la distanza del centro di detta sfera da un punto B dell'orizzonte apparente di A costituisce l'errore dovuto alla sfericità della Terra. Detto x questo errore si dimostra che esso è proporzionale al quadrato della diperatore del

stanza D che separa i punti A e B e precisamente  $\alpha = \frac{1}{2R}$ 

essendo Ril raggio terrestre.

Per piccole distanze questo errore è trascurabile a cagione della poco sensibile sfericità della superficie terrestre, ma per grandi distanze, e quando si richiede una precisione speciale, esso è abbastanza considerevole. Così per es. per  $D \equiv 200^{\rm m}$  si ha:  $\alpha = 0^{\rm m},003$ .

Questo errore viene però diminuito a cagione della refrazione atmosferica e secondo Gauss, volendo tener conto della refrazione atmosferica, la riduzione all'orizzonte vero vale:

 $x = 0^{\text{mm}},000068284\text{D}^2$ .

A cagione della forma sferoidica della Terra, R varia col variare della latitudine, ma l'influenza sopra x raggiunge appena  $^1\!I_{1000}x$  solo allorquando la latitudine del luogo di operazione si allontana di più di  $20^0$  da  $45^0$ .

Per  $D=120^{m}$  si ha  $\omega=1^{mm}$ , perciò questa correzione si può trascurare per distanze minori di 100 metri ed anche per quelle maggiori allorchè trattasi di lavori di non grande precisione. Evidentemente la correzione  $\omega$  deve sempre essere dedotta dalla lettura fatta sulla stadia.

Pratica eliminazione degli errori di sfericità e di refrazione. — Volendo determinare esattamente la differenza di livello fra due punti A e B, scelgasi un punto C che si trovi a uguale distanza fra A e B: si potrà allora ritenere che tanto la sfericità quanto la refrazione agiscano nella stessa maniera dalle due parti di C e quindi che la trajettoria del moto luminoso tra le verticali di A e di B e l'osservatore che si trova in C si disponga secondo una curva simmetrica rispetto alla verticale di C e per conseguenza le quote dei punti A e B si troveranno diminuite della stessa quantità, e la differenza fra queste quote ci darà la vera differenza di livello fra i punti A e B.

Uno strumento il quale sia atto ad individuare una retta orizzontale prende il nome di livello: di essi se ne hanno di svariate forme, ma prima di descriverli premettiamo un cenno sui diversi metodi di livellazione.

Livellazione semplice e composta. — Quando si può trovare la differenza di livello fra due punti A e B per mezzo di una sola stazione collo strumento livellatore (per la qual cosa conviene che i punti A e B non distino fra loro più di 150<sup>m</sup> circa) la livellazione dicesi semplice; se invece occorrono più stazioni la livellazione dicesi composta e tanto nell'uno quanto nell'altro caso essa si può eseguire con metodi differenti.

Metodo da un estremo. — Supponiamo che si possa trovare la differenza di livello fra due punti A e B con una sola stazione e che si faccia uso di un livello a cannocchiale: situato l'istrumento in modo che la verticale per A passi per il foro dell'oculare, misurata l'altezza s del centro di questo foro sopra il punto A e detta m la lettura fatta coll'asse ottico del cannocchiale sopra una stadia situata verticalmente sul punto B si h a: h = m — s nella quale la quantità h rappresenta la differenza di livello cercata.

Il punto B è più basso o più alto di A secondochè la quantità m-s è positiva o negativa; la lettura m fatta sulla stadia chiamasi battuta e questo modo di procedere chiamasi livellazione semplice da un estremo.

Supponiamo che i punti A e B siano molto distanti: intercaliamo allora altri punti 0, 1, 2,... n fra A e B; portando successivamente lo strumento nei punti A, 0, 1, 2,... n, e la stadia in 0, 1, 2, 3,... n, B e misurando le altezze  $s_a$ ,  $s_0$ ,  $s_1$ ,  $s_2$ ,...  $s_n$  dello strumento nelle successive stazioni, si ha che la differenza di livello fra i punti A e B è espressa da  $h = \sum_m - \sum_s$  essendo  $\sum_m$  la somma delle letture fatte sulla stadia e  $\sum_s$  la somma dei numeri che rappresentano l'altezza del centro dell'oculare sui punti A, 0, 1, 2,... n.

Se  $\Sigma_m$  risulta maggiore di  $\Sigma_s$  il punto A è più alto del punto B della quantità h; se risulta minore, è il punto B più alto di A della stessa quantità h. Questa livellatione dicesi composta da un estremo.

Metodo dal mezzo. — Supponiamo che i punti A e B non distino fra loro più di circa  $200^{\rm m}$ , e la loro differenza di livello non superi i tre metri (lunghezza delle ordinarie stadie). Situato lo strumento in un punto equidistante da A e B e disposte due stadie verticali su A e B si facciano su di esse rispettivamente le letture  $m_i$  (lettura sulla mira indietro) ed  $m_a$  (idem su quella avanti). La differenza di livello fra A e B risulta espressa da  $h=m_a-m_i$ . Se  $m_a>m_i$  il punto B è più basso di A e se  $m_a< m_i$  il punto B è più alto di A. Questo modo di procedere chiamasi livellazione semplice dal mezzo. Se i punti A e B sono molto distanti fra loro, oppure se vi è una grande differenza di livello fra di essi, s'intercalano dei punti 0, 1, 2,... n possibilmente alla stessa distanza fra loro e situato lo stru-

mento successivamente in punti equidistanti da A e da 0, da 0 e da 1, da 1 e da 2, da 2 e da 3,... da n e da B si determina la differenza di livello fra i punti A e 0, 0 e 1, 1 e 2,... n e B.

Indicando con  $m_b$  la lettura che si fa sulla stadia posta avanti allo strumento e con  $m_c$  quella che si fa sulla stadia posta sul punto indietro, la differenza di livello fra A e B è espressa da  $h = \Sigma m_b - \Sigma m_c$ . In pratica la lettura  $m_b$  dicesi battuta e la  $m_c$  dicesi controbattuta.

#### Livelli a cannocchiale.

Per brevità non faremo la descrizione dei livelli che verremo considerando perchè le figure cheriproduciamo ci dispensano da simile lungaggine; parleremo invece delle correzioni che occorre fare ai livelli per poter essere certi che all'istante della lettura sulla stadia l'asse ottico del cannocchiale sia orizzontale.

Prima di incominciare le correzioni definitive di un livello conviene fare una correzione provvisoria dello strumento ritenendo come corretta la livella (mobile o fissa) che vi è annessa; inoltre quando si legge alla stadia, questa deve essere verticale e la bolla della livella deve essere perfettamente immobile e centrata.

Chiameremo vite di elevazione quella vite capace di far muovere micrometricamente in altezza il cannocchiale di uno strumento, e distingueremo i livelli nelle seguenti categorie:

lo Livelli a cannocchiale fisso e livella fissa con o senza vite di elevazione.

2° Livelli a cannocchiale mobile con livella fissa ai sostegni del cannocchiale.

3º Livelli a cannocchiale mobile e livella fissa al cannocchiale con o senza vite di elevazione.

4º Livelli a cannocchiale mobile e livella mobile con o senza vite di elevazione.

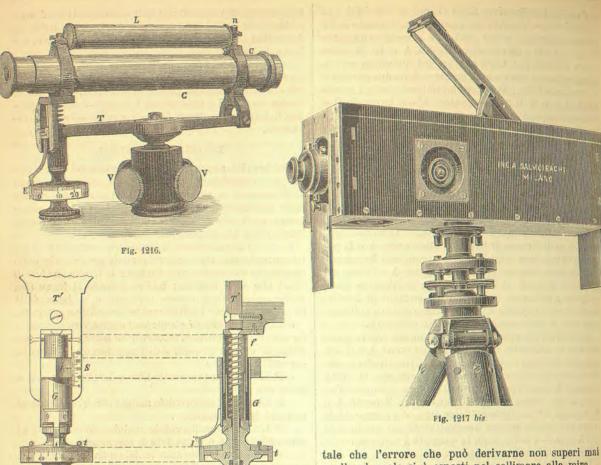
Esporremo ora brevemente l'ordine con cui bisogna eseguire le verifiche e rettifiche di un livello a seconda della categoria a cui esso appartiene.

I. I livelli a cannocchiale fisso e livella fissa senza vite di elevazione richiedono le seguenti correzioni:

1° Correzione della livella e dell'asse verticale dello strumento. — Per ciò ottenere si dispone la livella (e conseguentemente il cannocchiale) in direzione di due viti del basamento e col loro moto reciproco e simultaneo si centra la bolla, si rota di 180° in azimut la traversa alla quale è fisso il cannocchiale e la livella e se la bolla non si mantiene centrata la si centra facendo percorrere alla bolla metà del suo spostamento adoperando le stesse due viti del basamento e l'altra metà adoperando le viti proprie di rettifica della livella: si ripete questa verifica finchè la bolla sta centrata in entrambe le posizioni. Poscia si rota la traversa di 90° in modo che la livella si disponga secondo la terza vite del basamento e mediante questa sola vite si centra la bolla.

 $2^{\circ}$  Riduzione dell'asse ottico del cannocchiale ad essere parallelo coll'asse della livella. — Questa correzione si ottiene ricorrendo alla livellazione reciproca di cui già parlammo a pag. 668. Si determinano le quantità a, b, a', b' che entrano nella formola (9) colla bolla perfettamente centrata, e ricavato il corrispondente valore x si spostano le viti del reticolo in modo da fare sulla stadia in A la lettura  $a' \pm x$ . In questo modo si è certi che l'asse ottico del cannocchiale e l'asse della livella giacciono sopra due piani paralleli ma non si può verificare se quei due assi sono o non sghembi.

Si hanno però dei livelli a cannocchiale fisso e livello fissoche permettono di verificare il parallelismo dell'asse



ottico del cannocchiale con l'asse della livella: a tale scopo il cannocchiale permette una piccola rotazione attorno al proprio asse meccanico e con esso rota la livella che vi è fissa: se in questo movimento l'asse ottico colpisce una stadia posta ad una certa distanza sempre nello stesso punto, e se la bolla si mantiene centrata, è segno che lo strumento è corretto, in caso contrario si debbono fare le opportune rettifiche.

Fig. 1217.

II. La fig. 1216 rappresenta un livello a cannocchiale fisso e livella fissa con vite di elevazione: esso venne costruito dalla Casa Starke di Vienna.

È parte importantissima di questi livelli la vite di elevazione E per mezzo della quale si può muovere micrometricamente il cannocchiale C e la livella in altezza. Per maggiore chiarezza rappresentiamo questa vite in prospetto ed in sezione nella fig. 1217. Questa vite è quella di cui abbiamo fatto cenno nel parlare dei distanziometri ad angolo parallattico variabile, e di cui il costruttore Starke munisce gran parte de' suoi strumenti. I giri interi della testa di vite E sono indicati sulla scala S dall'indice i inciso sull'alidada G; le frazioni di giro sono indicate dall'indice i' sul tamburo t il quale è diviso in 100 parti. Se si ammette di poter stimare il decimo di ciascuna di queste parti si può ritenere di avere la millesima parte del passo della vite. Tutto il movimento permesso dalla vite abbraccia 8 gradi e la precisione di esso in tutto questo tratto deve essere quello al quale si è esposti nel collimare alla mira.

Per assicurarsi della precisione della vite si collima ad un oggetto lontano e si fa la lettura corrispondente alla scala S ed al tamburo t; si fanno poscia fare alla vite alcuni giri ad arbitrio e la si riconduce nella posizione di prima: guardando nel cannocchiale non si deve scorgere alcuna differenza fra questa osservazione e la collimazione precedente.

Questa esperienza conviene ripeterla per diverse posizioni della vite. Lo strumento è costruito in modo che fatto segnare all'indice i la metà della graduazione S ed all'indice i' la divisione zero del tamburo t (posizione normale degli indici) l'asse meccanico del cannocchiale è presso a poco orizzontale allorchè la bolla della livella è centrata.

L'ingegnere Salmojraghi di Milano costruisce livelli del tipo che ora esaminiamo, racchiusi in una cassetta la quale non si toglie allorquando si usa lo strumento.

Questo livello, detto comunemente livello Porro, è utilissimo per le operazioni di livellazione da eseguire speditamente e con esattezza, essendo esso di una costruzione molto pratica.

Riguardo alla comodità di trasporto il livello Porro presenta molti vantaggi sopra qualunque altro livello costruito sino ad oggi: tale almeno è l'opinione dello scrivente e di molti di coloro che usarono detto livello. Esso è rappresentato dalla fig. 1217 bis. Per mezzo di un apposito specchio l'operatore può osservare la bolla della livella senza spostare la testa dall'oculare e condurla in centro mediante la vite di elevazione che si vede nel piano orizzontale inferiore della scatola.

Si abbia ora da rettificare un livello a cannocchiale fisso e livella fissa munito di vite di elevazione, e per

chiarezza riferiamoci alla fig. 1216: s'incomincia a rendere verticale l'asse generale dello strumento nel solito modo, cioè: si dispone l'asse della livella in direzione di due viti V del basamento (oppure in direzione di due viti diagonali se vi sono quattro viti al hasamento) e con esse si centra la bolla: si ruota in azimut l'alidada di due angoli retti e se la bolla della livella non rimane centrata si corregge il suo spostamento metà colla vite di elevazione E e l'altra metà colle stesse due viti V del basamento manovrate precedentemente. Si ruota quindi l'alidada di 90º circa in azimut e mediante il movimento della terza vite del basamento (oppure delle altre due viti diagonali) si porta la bolla nel mezzo della livella. Ciò fatto si eseguisce la livellazione reciproca (pag. 668) e si determina il valore di x dato dalla formola (9); si muove la vite di elevazione e sino a fare sulla mira posta in A la lettura corretta della quantità x. In tal modo si avrà reso orizzontale l'asse ottico del cannocchiale ma la bolla non sarà più nel mezzo della livella: si avrà allora cura di manovrare opportunamente la vite n che sposta in altezza le braccia della livella sino a portarne la bolla perfettamente nel mezzo. In tal modo si avrà corretto lo strumento e tutte le volte che si vorrà fare una battuta basterà centrare la bolla colla vite di elevazione senza preoccuparsi se l'asse di rotazione dello strumento è perfettamente verticale, inquantochè quand'anche esistesse un piccolo errore di verticalità si dimostra facilmente che esso produce errori insensibili nelle operazioni di livellazione.

In questi livelli non è però possibile verificare se l'asse della livella e l'asse ottico del cannocchiale sono

sghembi l'uno rispetto all'altro.

Generalmente i livelli appartenenti a questa categoria non hanno le viti di comando del reticolo, inquantochè la correzione dello strumento si può eseguire indipendentemente da esso.

Precedentemente abbiamo già detto che nei tacheometri, nei cleps e nei teodoliti che hanno la livella sul cannocchiale la vite micrometrica del cannocchiale stesso è una vite di elevazione: aggiungiamo che la sua posizione normale è quella che corrisponde alla lettura 0 gr. oppure 100 gr. dei nonii sul circolo verticale.

Livelli a cannocchiale mobile con livella fissa ai sostegni del cannocchiale. - La fig. 1218 rappresenta un livello appartenente a questa categoria: esso è comunemente noto col nome di livello Égault od anche livella a forchetta. Non è munito di vite di elevazione ed il cannocchiale appoggia, per mezzo di due collari cilindrici, sopra appositi sopporti fissi all'estremità di una traversa. Questi sopporti a forchetta hanno la superficie interna che talvolta è foggiata ad arco di circolo e tutta è a contatto con i collari, ed altre volte invece la superficie interna è a forma di V ed allora ciascun collare poggia sulle forchette secondo due sole generatrici.

I livelli del tipo Égault richiedono le seguenti verifiche e rettifiche:

1º Correzione della livella e dell'asse verticale

dello strumento. - Questa correzione è identica a quella a che esponemmo per il caso del teodolite a li-

vella fissa a pag. 661.

2º Riduzione dell'asse ottico ad essere coincidente coll'asse meccanico del cannocchiale. - Si disponga una stadia ad una certa distanza (per es., 50 metri) e si faccia su di essa la lettura, che indicheremo con  $a_1$ , e corrispondente al filo orizzontale di mezzo del reticolo de bene che i livelli a cannocchiale abbiano il reticolo formato con tre fili orizzontali ed equidistanti). Si ruoti il cannocchiale attorno all'asse meccanico dei collari e si osservi se l'immagine del punto d'intersezione del filo verticale con quello orizzontale di mezzo del reticolo si sposta rispetto all'immagine della stadia. Se in questo movimento non si nota alcun spostamento è probabile che l'asse ottico del cannocchiale concida con l'asse di figura dei collari; in caso contrario si faccia la lettura in corrispondenza dello stesso filo centrale del reticolo dopo di aver rotato di 180º precisi il cannocchiale attorno al proprio asse meccanico e sia a2 tale lettura. Si muovano i fili del reticolo sino a fare sulla stessa stadia la

lettura M data da M =  $\frac{1}{2}$   $(a_1 + a_2)$ ; si ruoti ora il cannocchiale di 90°: se in questo movimento l'immagine del centro del reticolo si sposta rispetto all'immagine della stadia si potrà muovere lateralmente il reticolo di quantità conveniente per eseguirne la correzione.

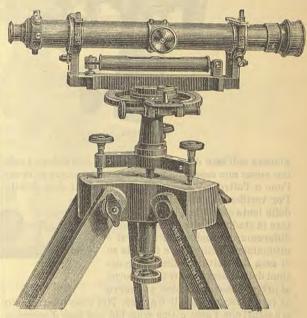


Fig. 1218.

3º Riduzione dell'asse ottico ad essere parallelo all'asse della livella. - Eseguita la correzione seconda e registrata la lettura M trovata ultimamente, si inverta il cannocchiale sopra i suoi appoggi e si rilegga sulla stadia: se la lettura che si fa è la stessa M di prima può darsi che l'asse ottico sia orizzontale; se invece si fa un'altra lettura M1 differente dalla M si muovano le viti che alzano od abbassano uno dei sostegni a forchetta del cannocchiale sino a che si faccia sulla stadia la lettura

$$\frac{M+M_1}{2}.$$
 (10)

In alcuni livelli la vite che serve ad eseguire questa correzione è sottoposta alla traversa di sostegno del cannocchiale: in certi altri invece la correzione si ottiene mediante una vite che agisce lateralmente sopra un collare del cannocchiale: questi ultimi sono evidentemente i meno razionali.

Osservazione sull'eccentricità della lente obbiettiva e sulla diseguaglianza dei collari nei livelli a cannocchiale mobile. - Fatte le correzioni prima eseconda dette più sopra, non si può ancora essere certi che l'asse

ottico del cannocchiale coincida coll'asse meccanico dei collari; bisogna ancora esaminare se l'obbiettivo è centrato e se i collari sono uguali, inquantochè potrebbe il secondo punto principale della lente obbiettiva non

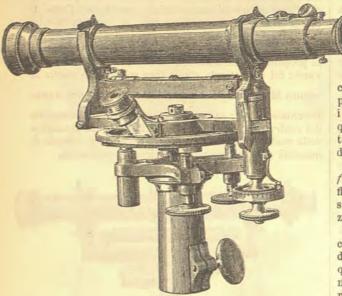


Fig. 1219.

giacere sull'asse dei collari ed inoltre potrebbero i collari stessi non essere uguali. Bisogna verificare se esiste l'uno o l'altro od anche entrambi questi due difetti.

Per verificare se esiste l'eccentricità della lente obbiettiva basta far portare la stadia ad una distanza molto differente da quella alla quale si è ultimamente collimato, e facendo su di essa due letture nelle due posizioni del cannocchiale rotato attorno al proprio asse meccanico, si osserva

se esse riescono eguali fra loro. Nel caso affermativo si è sicuri che l'asse ottico coincide coll'asse meccanico dei collari; nel caso che ciò non succeda si è avvertiti che il secondo punto principale della lente obbiettiva non giace sul detto asse. Alcuni livelli moderni permettono di muovere opportunamente l'armatura della lente obbiettiva fino ad eseguire questa correzione, ma in generale i livelli che più comunemente si usano in pratica non permettono una tale correzione.

Per i livelli a cannocchiale mobile che sono affetti dall'eccentricità della lente obbiettiva bisogna avere l'avvertenza di fare sempre due letture sulla stadia nelle due posizioni del cannocchiale prima e dopo la sua rotazione di 180° attorno al proprio asse meccanico e prendere ogni volta la media delle due letture, inquantochè essa risulta priva dell'errore di eccentricità della lente

obbiettiva.

Avvertenza. — Non bisogna credere che l'eccentricità della lente obbiettiva sia cosa da trascurare nei livelli: provi il lettore ad eseguire la seguente esperienza, ripetuta più volte dallo scrivente, e si accerterà dell'importanza che ha la rettifica della lente obbiettiva nei cannocchiali: si disponga verticalmente una stadia alla distanza, per es., di circa 40 metri da un livello a cannocchiale, si faccia la lettura che corrisponde al filo orizzontale del reticolo e poscia si sviti di uno o più giri, od anche di una frazione di giro, l'armatura della

lente obbiettiva nel tubo del cannocchiale, avvertendo di non muovere affatto il cannocchiale stesso. Tenendo l'occhio all'oculare si vedrà l'immagine della stadia spostarsi rispetto al reticolo, e per alcuni strumenti sui

quali lo scrivente ha sperimentato si ottennero degli spostamenti di oltre 3 centimetri per una distanza di 40 metri dello strumento dalla stadia. Questa esperienza dice che allorchè un istrumento è corretto, non deve l'osservatore toccare l'armatura della lente obbiettiva, ed occorrendo di toglieria dal

cannocchiale per pulirla, bisogna, dopo rimessa a posto, ripetere le opportune verifiche e rettifiche. Per i tacheometri e cleps è della massima importanza quest'avvertenza, perchè uno spostamento dell'obbiettivo richiede di verificare nuovamente la posizione degli indici del circolo verticale.

Per verificare se i collari sono perfettamente uguali fra loro, dopo di aver fatte tutte le verifiche e rettifiche precedenti si eseguisce la livellazione reciproca e si osserva se il valore di a dato dalla formola (9) risulta zero, nel qual caso si è certi che lo strumento è corretto.

Se questo valore di x non risulta zero, ciò vuol dire che i collari non sono uguali, ed allora misurando la distanza alla quale sono fissati i due collari e quella alla quale è situata la stadia dallo strumento è facile dedurne, mediante il valore noto di x, quello della differenza dei raggi dei collari supposti perfettamente circolari.

Può darsi il caso che i due collari siano perfettamente uguali fra loro senza essere circolari: in questa ipotesi bisogna esaminare se rispetto al tubo del cannocchiale essi sono infilati in modo perfettamente simmetrico: per non dilungarci di troppo noi ci limitiamo ad accen-

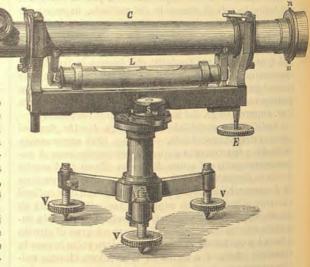
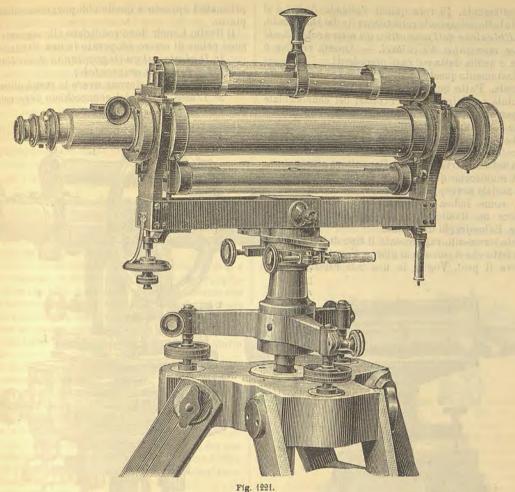


Fig. 1220.

nare a queste avvertenze che sono generalmente studiate con cura dal costruttore nell'officina, e rimandiamo gli studiosi ai molti scritti che riguardano tali questioni.

Livelli a cannocchiale mobile, livella fissa ai sostemi del cannocchiale, con vite di elevazione. — La figura 1219 rappresenta uno di tali livelli costruiti dalla Casa Starke di Vienna. Esso ha un circolo orizzontale munito di un solo nonio, ma ciò non è punto un difetto nei livelli inquantochè gli angoli che si determinano con essi non sono già elementi da portare in calcolo, ma servono semplicemente per rappresentazioni grafiche.



La vite di elevazione graduata offre il vantaggio di potere usare lo strumento come livello da pendenze. In questo istrumento il basamento è comandato da due viti e da due molle poste alle estremità di due diametri perpendicolari l'uno all'altro. Per correggere lo strumento si mette dapprima l'indice della vite di elevazione nella sua posizione normale, e disposta la livella nella direzione di una molla e della vite diametralmente opposta si centra la bolla della livella con essa vite: rotata poscia l'alidada di 180º in azimut si corregge lo spostamento della bolla metà colla vite di elevazione e l'altra metà colla stessa vite del basamento adoperata precedentemente; infine si dispone la livella in direzione dell'altra molla e dell'altra vite e con questa si centra nuovamente la bolla. Si rende poscia l'asse ottico coincidente coll'asse meccanico del cannocchiale colle avvertenze dette pel caso dei livelli del tipo Egault, e per ultimo si fa in modo che l'asse ottico risulti parallelo a quello della livella. A tal fine si procede come si disse per la correzione terza (pag. 681) e per mezzo della vite di elevazione si fa in modo da fare sulla stadia la lettura  $\frac{1}{2}(M + M_1)$ ; dopo di ciò la bolla non sarà più nel mezzo

della livella e la si centrerà movendo unicamente le viti proprie della livella stessa.

III. Livelli a cannocchiale mobile e livella fissa al cannocchiale, con o senza vite di elevazione. - La fig. 1220 rappresenta un livello munito di vite di eleva-

zione con la livella fissa al cannocchiale. Prima di incominciare le verifiche definitive di tale livello conviene centrare la bolla della livella sferica S per mezzo delle viti V del basamento, poscia si eseguiscono le seguenti correzioni:

1º Correzione della livella e dell'asse verticale. -Si dispone l'asse della livella L secondo due viti del basamento e con esse si centra la bolla; si inverte il cannocchiale (e con esso la livella che gli è fissa) e se la bolla non rimane in centro, si corregge metà del suo spostamento colle due viti del basamento secondo le quali è disposta la livella e l'altra metà colla vite che sposta in altezza le braccia proprie della livella.

2º Correzione laterale della livella. - Si fa rotare il cannocchiale di piccoli angoli attorno al proprio asse meccanico e si osserva se durante questo cullamento la bolla rimane nel mezzo della livella: se si verifica questo fatto è segno che l'asse mercanico del cannocchiale giace nello stesso piano dell'asse della livella; se invece la bolla si sposta dal centro è segno che questi due assi sono sghembi e allora bisogna portare la bolla in centro mediante la vite laterale I della livella.

Ciò fatto si fa rotare l'alidada, e con essa il cannocchiale, di 180° e lo spostamento della bolla, se c'è, si corregge metà colla vite di elevazione E (se manca la vite di elevazione si manovrano in sua vece le viti che muovono i sostegni del cannocchiale) e l'altra metà si corregge colle stesse due viti del basamento manovrate precedentemente. Si rota quindi l'alidada di 90º e si centra la bolla unicamente colla terza vite del basamento.

3º Riduzione dell'asse ottico ad essere coincidente coll'asse meccanico dei collari. - Questa verifica è identica a quella detta nei casi precedenti.

Evidentemente questa terza correzione può precedere la seconda. Fatte queste correzioni l'asse ottico sarà orizzontale nella ipotesi che i collari del cannocchiale siano perfettamente uguali fra loro e che l'obbiettivo sia bene centrato rispetto all'asse meccanico.

Anche per questi livelli si è costretti a ricorrere alla livellazione reciproca per verificare l'uguaglianza dei diametri dei collari. Per evitare questa noja si muniscono questi livelli di una seconda livella mobile sovrapposta ai collari del cannocchiale, come indica la figura 1221, la quale riproduce un livello costruito nell'anno 1890 dall'ing. Salmojraghi di Milano.

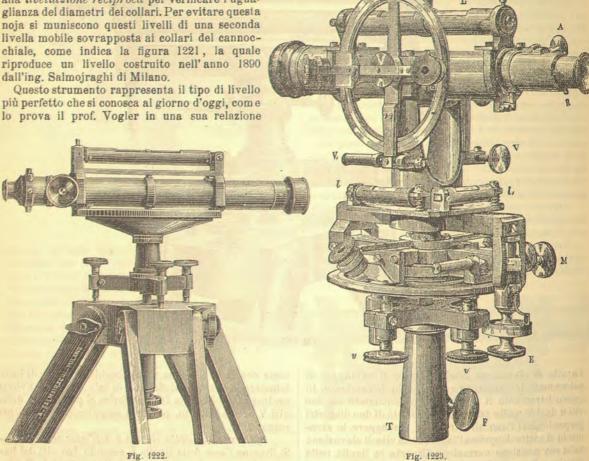
prismatici opposte a quelle che poggiano sull'orlo del

Il livello Lenoir deve soddisfare alle seguenti condizioni prima di essere adoperato in una livellazione:

1º Il piatto sul quale poggiano i due collari prismatici deve essere orizzontale;

2º I due prismi devono avere la stessa altezza:

3º L'asse ottico del cannocchiale deve coincidere coll'asse dei prismi.



« Sopra uno strumento di livellazione per lavori di precisione », ed il prof. Nagel di Dresda in una relazione fatta sopra un livello di precisione dei meccanici Hildebrand e Schramm destinato al R. Politecnico

L'ingrandimento utile del cannocchiale vale 34 e ciascuna delle due livelle ha la sensibilità di circa 3 secondi. Una livella sferica fissa al basamento serve per la correzione grossolana dell'asse verticale dello strumento.

IV. Livelli a cannocchiale mobile e livella mobile senza vite di elevazione. - La fig. 1222 rappresenta un livello noto in pratica col nome di Lenoir. Come risulta dalla figura, il cannocchiale di questo livello è infilato in due dadi i quali poggiano sopra di un piatto circolare fissato ad un sostegno a treppiede. Normalmente all'asse meccanico del cannocchiale, e precisamente nel suo mezzo, vi sono due perni l'uno dei quali entrando in un apposito foro praticato nel centro del piatto serve a mantenere il cannocchiale imperniato al disco. La livella poggia sulle faccie dei due collari

Per eseguire la prima correzione si appoggia direttamente la livella sul piatto disponendola secondo due viti del basamento e con esse si centra la bolla. Poscia si inverte la livella di 180º e si corregge lo spostamento della bolla metà colle stesse due viti del basamento e l'altra metà colla vite che muove in altezza le braccia della livella: si gira infine la livella di circa 90º disponendola in direzione della terza vite del basamento e mediante questa sola vite si centra la bolla. Dopo questa correzione il piano del disco (ammesso che sia perfettamente un piano) risulta orizzontale e le braccia della livella sono corrette.

Per verificare se i due prismi hanno la stessa altezza si dispone il cannocchiale sul piatto e la livella sul cannocchiale e si osserva se la bolla della livella rimane in centro, nel qual caso si è certi che la 2ª condizione è soddisfatta. Se la bolla non rimane in centro è segno che i prismi non hanno la stessa altezza e sarà più alto il prisma verso cui si sposta la bolla. In questo caso bisogna con qualche mezzo meccanico diminuire convenientemente l'altezza del prisma più alto, operazione questa che non può fare l'osservatore.

L'angolo che l'asse dei prismi fa coll'orizzonte è dato dalla metà dello spostamento della bolla. Se diciamo d la distanza dei prismi,  $\alpha$  il valore angolare di una parte della livella e K il numero delle parti percorse da un estremo della bolla si avrà che la differenza  $\alpha$  d'altezza dei due prismi è espressa da:

$$X = K, \alpha, d. sen 1''$$

e l'influenza di tale errore sopra una distanza D alla quale trovasi la stadia vale:  $D\frac{x}{2d}$  che è una quantità

non sempre trascurabile. Così per esempio per  $x=\frac{1}{100}$  di millimetro,  $d=20\,\mathrm{cm}$ . e D=100 metri si ottiene un errore di mm. 2,5.

La terza correzione si eseguisce come nei casi precedenti ricordando quanto si disse in riguardo della eccentricità della lente obbiettiva.

V. Livelli a cannocchiale mobile, livella mobile e vite di elevazione. — Suppongasi che il livello rappresentato dalla fig. 1221 non abbia la livella inferiore che è fissa al cannocchiale, e sia soltanto munito della livella superiore: così ridotto esso rappresenta un livello appartenente a questa categoria. L'universale detto di Slarke (fig. 1223) appartiene pure a questa categoria di livelli.

Prima di servirsi di questi strumenti bisogna eseguire le seguenti correzioni:

l° Correzione della lívella e dell'asse verticale dello strumento. — Disposta la livella secondo due viti del basamento, col moto reciproco e simultaneo di esse si centra la bolla; poscia si inverte la sola livella e se la bolla non rimane centrata si corregge metà del suo spostamento colle stesse due viti del basamento e l'altra metà colle viti proprie della livella che muovono le sue braccia in altezza.

Si culla poscia la livella e si fa la sua correzione laterale allo scopo di situare sopra uno stesso piano l'asse della livella e l'asse meccanico dei collari. Allorchè la bolla rimane centrata prima e dopo l'inversione della livella sui collari vuol dire che l'asse della livella è orizzontale, ed inoltre è orizzontale anche l'asse meccanico dei collari se questi sono perfettamente uguali. Se però i collari non sono uguali, il loro asse meccanico non è orizzontale, ma è invece orizzontale la retta che unisce i vertici delle due forchette d'appoggio della livella se gli appoggi sono a V; sono invece orizzontali le generatrici di contatto fra i collari e le forchette se queste sono foggiate ad arco di circolo.

Fatta la correzione laterale della livella, si gira l'alidada (cannocchiale e livella) di 180° in azimut e se la bolla si sposta dal centro si corregge metà dello spostamento colle due viti del basamento usate precedentemente e l'altra metà mediante la vite di elevazione. Rotata quindi l'alidada di 90° in azimut si centra la bolla unicamente con la terza vite del basamento.

2º Riduzione dell'asse ottico ad essere coincidente coll'asse meccanico dei collari (per questa correzione vedi pag. 681).

Per i livelli appartenenti a questa categoria è facile verificare se i collari hanno lo stesso diametro, perchè fatte le correzioni ora dette si solleva la livella, si inverte il cannocchiale lasciando fissa la traversa che porta le forchette d'appoggio del cannocchiale, e sovrapposta la livella sui collari si osserva se la sua bolla rimane in centro.

In caso affermativo si è certi che i collari hanno lo stesso diametro; in caso contrario, detto I lo spostamento della bolla ed ammesso che le forchette di appoggio dei collari alla traversa siano eguali e racchiudenti un angolo di 45° esatti, si ha:

$$R - r = \frac{1}{2} d \sin 1'' (\sqrt{2} - 1)$$

nella quale d'rappresenta la distanza dei due collari ed R-r rappresenta la disegnaglianza dei loro raggi.

Lo scrivente ha applicato questo procedimento per la ricerca della diseguaglianza dei raggi dei due collari per il livello rappresentato dalla fig. 1221 costruito dall'ing. Salmojraghi ed ottenne  $R-r=\min$ , 0,000 56, quantità piccolissima che anche a 100 m. produce un errore che raggiunge appena mm. 0,18.

Livelli muniti di livella a doppia divisione. — Suppongasi una livella graduata tanto nella parte superiore quanto in quella inferiore e costruita con un'esattezza tale da poter ritenere perfettamente paralleli fra di loro i due assi corrispondenti.

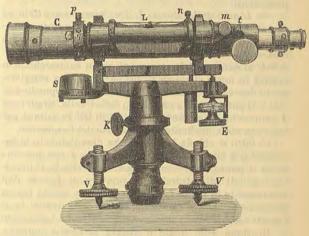


Fig. 1224.

Se una tale livella fosse fissa ad un livello a cannocchiale mobile, si potrebbe eseguire con esso una livellazione indipendente dall'errore proveniente da una possibile disuguaglianza dei diametri dei collari del cannocchiale prendendo la media delle due letture fatte sulla stadia prima e dopo la rotazione del cannocchiale di 180° attorno al proprio asse meccanico, riportando, in ciascuna posizione, la bolla perfettamente al centro della livella. Queste livelle sarebbero certamente preziosissime, ma la costruzione di tali livelle presenta difficoltà maggiori di quelle richieste per tornire due collari perfettamente identici fra loro, perciò l'ingegnosa combinazione di queste livelle non venne ancora studiata in modo da renderla praticamente utile.

Per i livelli muniti di livelle a doppia divisione confronta anche Zeitschrift für Vermessungswesen, 1892, XXI, pag. 528.

Livello a compensazione di Breithaupt. — Questo livello è rappresentato nella fig. 1224. Con esso si può eseguire una esatta livellazione anche quando i collari non hanno lo stesso raggio purchè la livella sia corretta.

In questo strumento la livella cilindrica è posta lateralmente al cannocchiale ed è sostenuta da due punte situate lungo l'asse medesimo della livella. Aprendo la vite m ed allontanando la punta t dall'asse di sospensione si può invertire la livella.

Mantenendo fisso il basamento e facendo ruotare il cannocchiale attorno al proprio asse meccanico, la livella ruota anch'essa attorno a quest'asse e presenta la sua faccia graduata sempre superiormente: con tale artifizio si elimina l'uso della doppia graduazione della livella. La livella sferica S serve per eseguire una correzione grossolana della verticalità dell'asse dello strumento. La vite di elevazione E è graduata ed il numero dei giri dati da essa è segnato in una scaletta graduata posta sopra alla vite E: in questo modo si può servire del livello come di un distanziometro ad angolo parallatico variabile.

Il cannocchiale non è invertibile, ma solo può ruotare attorno all'asse dei collari.

#### Verifiche e rettifiche dello strumento.

Il livello che stiamo esaminando deve soddisfare alle seguenti condizioni:

1º L'asse ottico deve coincidere coll'asse meccanico del cannocchiale. — Questa correzione si fa ricorrendo alle viti del reticolo nel modo già detto per i livelli precedenti.

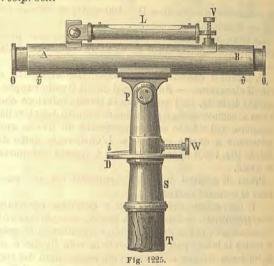
2° L'asse della livella L deve essere parallelo al suo asse di sospensione. — Per eseguire questa correzione si ruoti il cannocchiale attorno al proprio asse meccanico in modo che la livella L si disponga lateralmente al cannocchiale stesso e si giri il cannocchiale in azimut in modo che esso risulti parallelo alla congiungente due viti del basamento: per mezzo di queste due viti V si porti la bolla nel mezzo della livella. Si giri ora il cannocchiale (e quindi la livella) di 90° in azimut e si centri la bolla mediante la terza vite del basamento.

Ciò fatto si chiuda la vite K che fissa l'alidada al basamento, si allontani longitudinalmente e con precauzione la punta t che tiene sospesa la livella L, si invertano quindi gli estremi dell'armatura di L e si fissi nuovamente la punta t e la vite m. Se in questa nuova posizione la bolla si sposta dal mezzo della livella, la si riporti verso il mezzo manovrando la vite del basamento in direzione della quale è situata la livella (oppure, meglio ancora colla vite di elevazione E) per una metà dello spostamento e per l'altra metà manovrando la vite n che sposta la livella in altezza nella sua armatura. Questa operazione deve essere ripetuta finchè la bolla rimane centrata nelle due posizioni di L. Si culli poscia la livella attorno al proprio asse di sospensione e lo spostamento della bolla si corregga tutto mediante la vite che sposta la livella nella sua armatura. Questa vite è situata nello stesso anello in cui è raccomandata la n ed è disposta a 90° rispetto a questa.

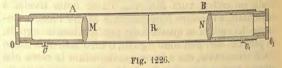
3º L'asse della livella deve essere parallelo all'asse meccanico del cannocchiale. - A tal fine si ruoti il cannocchiale attorno al proprio asse finchè la livella, che attualmente ha la bolla in centro, si disponga dalla parte opposta del cannocchiale. Se in questo movimento la bolla rimane centrata siamo certi che la terza correzione è soddisfatta, se invece la bolla si sposta, la si riporta in mezzo manovrando la vite di elevazione E (oppure quella del basamento) e la vite p che muove insieme la livella e la sua armatura. Questa operazione deve ripetersi finchè la bolla non si sposta affatto durante la rotazione del cannocchiale. Ciò fatto si rota il cannocchiale di circa 90° attorno al proprio asse in modo che la L si disponga al disopra del medesimo, e se la bolla è spostata la si centra unicamente colla vite q che sposta lateralmente l'armatura della livella. Notisi che nell'attuale posizione di L, questa vite q muove la livella L in altezza. Suppongasi che prima di fare questa ultima rotazione del cannocchiale si sia fatta la lettura  $a_1$  sopra di una stadia, ed attualmente che la L trovasi al disopra del cannocchiale, se ne faccia una seconda  $a_2$  colla bolla perfettamente centrata; la media  $M=\frac{a_1+a_2}{2}$  rappresenta la lettura esatta indipendente dall'errore proveniente dalla non perfetta eguaglianza dei raggi dei due collari.

Abbiamo così esposte le verifiche e rettifiche da fare ai principali livelli a cannocchiale: Bisognerebbe ancora discorrere di alcuni livelli di uso comune, quali sono quello a pendolo, a vasi comunicanti, a riflessione, ecc., ma essi non presentano difficoltà nella pratica.

Per brevità accenneremo soltanto al livello a visuale reciproca.



Il livello a visuale reciproca. — Nell'anno 1833 il prof. Stampfer di Vienna introdusse nella geometria pratica un istrumento al quale diede il nome di diottra tascabile per livellare, la quale però non si adattava alla generalità degli osservatori, ma soltanto a quegli occhi che vedono bene da lontano.



Nel 1894 il prof. N. Jadanza fece costruire dal meccanico Collo D. dell'Osservatorio Astronomico di Torino il livello ideato dallo Stampfer modificandolo in modo da adattarlo alla generalità degli osservatori. Esso è rappresentato in prospetto nella fig. 1225.

Al tubo AB è fissa una livella L la quale può muoversi in senso verticale attorno ad un suo estremo mediante le viti a contrasto V.

Il tubo AB insieme alla livella L può rotare attorno al perno P in senso verticale mediante una molla sulla

quale agisce la vite W.

Il disco D fa parte del tronco di cono cavo S che riveste la punta conica del treppiede T. Allorchè si ruota in azimut il tubo AB, l'indice i segna sul disco tale rotazione.

L'ingrandimento del cannocchiale A B è uguale a l, cioè l'obbiettivo e l'oculare hanno la medesima distanza focale e perciò l'osservatore può guardare indifferentemente tanto dalla parte dell'obbiettivo quanto dalla parte dell'oculare.

La fig. 1226 rappresenta la sezione prodotta nel cannocchiale da un piano passante per l'asse meccanico del tubo AB.

Le due lenti M e N che hanno la medesima distanza focale si trovano ciascuna alla estremità dei due tubi O e O, Entrambi questi due tubi possono scorrere dentro al tubo AB nel cui mezzo trovasi il piano R del

Allorchè il reticolo R si trova nel fuoco comune alle due lenti M e N si dice che il livello è in posizione normale; in questo caso la distanza delle due lenti M e N è doppia della loro distanza focale comune, ed il cannocchiale è adattato ad un occhio che vede bene da lontano: il sistema diottrico formato dalle due lenti dicesi in questo caso telescopico, cioè emette paralleli i raggi che riceve paralleli.

I due tubetti O e O<sub>1</sub> debbono essere mobili affinchè l'istrumento possa adattarsi a qualunque osservatore e per correggere la *parallasse* dei fili.

Questo adattamento non era possibile nella diottra tascabile per livellare del prof. Stampfer.

Effettivamente in questo strumento vi sono due assi ottici secondo che si prende come obbiettivo la lente M oppure la N. Il meccanico costruisce lo strumento in modo che questi due assi risultano fra loro coincidenti, e l'osservatore può accertarsi di questa coincidenza guardando sopra una stadia una volta coll'occhio in O

ed un'altra coll'occhio in  $O_1$  colla bolla della livella L sempre centrata.

Se nelle due posizioni del cannocchiale si collima sempre allo stesso punto della stadia si può essere certi della coincidenza dei due assi ottici.

La sola rettifica che bisogna fare a questo strumento si è di rendere l'asse della livella parallelo all'asse ottico del cannocchiale, il che si ottiene facilmente procedendo nel seguente modo:

Si disponga il treppiede in modo che la rotazione in azimut del tubo AB avvenga attorno ad un asse presso a poco verticale (al che serve la livella stessa L) e quindi si diriga il cannocchiale ad una stadia ordinaria situata ad una distanza piccola. Se la stadia è graduata di centimetro in centimetro, la situeremo ad una distanza dallo strumento non maggiore di 10 metri. Supponiamo che l'occhio dell'osservatore sia situato dalla parte O del cannocchiale cosicchè il tubo O<sub>1</sub> stia fra l'osservatore e la stadia.

Si muova il tubetto O a dolce sfregamento dentro al tubo AB fino a che il filo orizzontale del reticolo risulti ben distinto, poscia si osservi se vi è parallasse dei fili, nel qual caso lo si elimina spostando il tubetto O<sub>1</sub> dentro al tubo AB finchè non vi è più alcun spostamento fra l'immagine della stadia e quella del reticolo.

Ciò fatto si centri la bolla della livella L mediante la vite di elevazione W e si faccia la lettura sulla stadia: indichiamo con m questa lettura. Si roti ora dolcemente in azimut il cannocchiale (avvertendo di non spostare affatto il treppiede) di 180° in modo che  $O_1$  sia dalla parte dell'osservatore ed O verso la stadia e si osservi se anche in questa posizione non vi è errore di parallasse dei fili. Quindi si centri nuovamente la bolla della livella L colla vite W e si faccia la lettura sulla stadia: sia essa  $m_1$ . Se risulta  $m=m_1$  l'istrumento è corretto, se invece  $m \gtrsim m_1$  si muova la vite W sino a fare sulla

stadia la lettura  $\frac{m+m_1}{2}$ . Ciò fatto l'asse ottico è orizzon-

tale, ma la bolla di L non sarà più nel mezzo della livella, perciò la si riporti al centro mediante la vite a contrasto V. Dopo di che l'asse ottico del cannocchiale è orizzontale allorchè la bolla è centrata.

Non volendo far questa rettifica, è chiaro che sarà sufficiente far ciascuna volta le due *letture reciproche*: la media di esse rappresenta la lettura che si farebbe coll'istrumento corretto.

Guardando dentro al cannocchiale AB, tanto dalla parte di O quanto dalla parte di O<sub>1</sub> sembra a tutta prima che esso cannocchiale impicciolisca gli oggetti guardati, ma ciò è una semplice illusione ottica: infatti se si guarda lo stesso oggetto con un tubo dello stesso diametro del tubo AB e privo nell'interno di lenti, si vedrà l'oggetto nello stesso modo come lo si vede attraverso al cannocchiale AB.

Siccome il prezzo di questo strumento è di sole lire sessantacinque compresa la cassetta ed il treppiede, è naturale che esso sostituisca con vantaggio il livello ad acqua perchè quello risulta più esatto e più maneggevole di questo.

Siccome sul disco D sono segnate le direzioni corrispondenti agli angoli retti e semiretti, e l'inclinazione di cui è suscettibile il cannocchiale è tale da permettere il tracciamento di allineamenti anche in terreni montuosi, così esso sostituisce anche bene l'ordinario squadro agrimensorio.

Norme da seguire per procedere con esattezza nelle livellazioni di precisione. — Fra i varii metodi di livellazione, quello che offre la maggior garanzia di esattezza è certamente quello dal mezzo, inquantoche oltre agli errori di sfericità della terra e di refrazione, elimina anche tutti gli errori strumentali.

Per eseguire una buona livellazione dal mezzo bisogna seguire le seguenti norme:

l° Impiegare due stadie per eseguire più rapidamente le battute e le controbattute, adoperando stadie che abbiano una doppia numerazione, una crescente dal basso in alto, l'altra crescente dall'alto in basso. Ciascuna lettura deve essere fatta sopra entrambe le numerazioni e per controllo la loro somma deve essere uguale alla lunghezza della stadia;

2º La livellazione deve essere fatta ponendo lo strumento ad uguale distanza dalle due stadie;

3º Prima di fare le letture sulla stadia, bisogna essere certi che la bolla sia centrata ed allo stato di riposo; ciascuna volta bisogna leggere le divisioni della bolla e registrarle;

4º Se il reticolo ha trefili orizzontali ed equidistanti bisogna leggerli tutti e tre;

5º Nell'istante della lettura la stadia deve essere verticale, il che si ottiene per mezzo della livella sferica annessa:

6º Quando il pendlo del terreno è considerevole, bisogna regolare la distanza delle stadie in modo che in nessun caso si facciano letture rasente il suolo: è anzi conveniente che la lettura sulla stadia si faccia ad un'altezza dal suolo non minore di 30 centimetri;

7º Indicando con I e II le due stadie che si adoperano per la livellazione, si procederà in modo che nell'andata e nel ritorno esse si possano scambiare, in modo che in ciascun punto di mira verranno ad essere situate e lette entrambe le stadie;

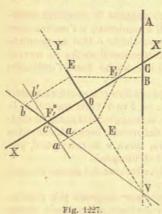
8º Per ciascun tratto in cui si divida la linea da livellare, la livellazione è eseguita due volte; la seconda operazione (ritorno) è eseguita in senso inverso alla prima ed entrambe debbono essere eseguite nello stesso giorno:

9º Le stadie sono sostenute da appositi picchetti che ne impediscono l'affondamento durante l'intervallo della battuta avanti di una stazione e quella indietro della stazione successiva.

Considerazioni sulla collimazione alla stadia.

Allorchè si deve misurare una distanza con un cannocchiale distanziometro (tacheometro o cleps) conviene,
per quanto è possibile, leggere sulla stadia col cannocchiale orizzontale, perchè in tal modo oltre alla maggiore
speditezza nel determinare le distanze pel fatto che si
evita la lettura sul circolo verticale ed il calcolo della
riduzione all'orizzonte, è possibile eliminare perfettamente l'errore della parallasse dei fili del reticolo, il che
non è mai possibile ottenere allorchè l'asse ottico non è
diretto normalmente sulla faccia graduata della stadia.

Infatti, allorchè l'asse ottico del cannocchiale è orizzontale (essendo la stadia verticale) l'immagine della graduazione della stadia risulta normale all'asse ottico e perciò è possibile portare il piano che contiene i fili



orizzontali del reticolo a coincidere col piano dell'immagine della graduaX zione della mira data
dalla lente obbiettiva del cannocchiale, cosicchè si elimina l'errore di parallasse per tutti i fili orizzontali del reticolo.

Supponiamo invece che l'asse ottico non sia orizzontale. Rappresenti A B (figura 1227) una stadia disposta verticalmente, e sia X X l'asse ottico di un tacheometro diretto su di essa. Supponiamo che il reticolo consti di tre fili

orizzontali projettantisi sul piano di figura nei punti a', b', c: per costruzione essi giaciono sopra un piano normale all'asse XX e risultano tali qualunque sia l'inclinazione dell'asse ottico rispetto alla verticale del punto di stazione. Si tratta di trovare come risulta disposto il piano che contiene l'immagine (a, b, c) della stadia per ogni inclinazione della linea di collimazione.

Per semplicità supponiamo che la lente obbiettiva abbia uno spessore infinitamente sottile, cosicchè i piani principali di essa coincidano colla retta EE perpendicolare a X X.

Assumiamo la retta OX come asse delle ascisse e la OE come asse delle ordinate: indicando con x ed y le coordinate di un punto della faccia graduata della stadia e con x' e y' quelle della corrispondente immagine, si ha evidentemente:

$$\frac{y'}{x'} = \frac{y}{x} \tag{1}$$

Posto OC = D, per un punto qualunque della stadia si ha: y = K(x - D) (2)

nella quale K rappresenta la tangente trigonometrica dell'angolo che l'asse delle ascisse forma colla retta A B. Le (1) e (2) dànno:

 $y = x' \left( K - \frac{D}{x} K \right) \tag{3}$ 

e per la formola classica si ha:

$$y' = K \frac{\varphi + D}{\varphi} x' - KD. \tag{4}$$

Per x = o e x' = o le (2) e (4) dànno: y = -KD; y' = -KD perciò il piano ab della immagine della stadia, il piano AB della faccia graduata di essa ed il piano EE dell'obbiettivo si incontrano secondo una stessa retta che si projetta normalmente in V.

E quindi evidente che il piano a b non può coincidere col piano a' b' e perciò questi due piani non possono

avere in comune che una retta scla.

Questi due piani risultano tanto più inclinati quanto maggiormente inclinato è l'asse XX rispetto alla stadia.

Poichè è impossibile rendere nullo l'errore di parallasse per tutti e tre i fili a', c, b' contemporaneamente allorchè l'asse ottico è inclinato alla stadia, risulta evidente che la collimazione riesce maggiormente favorevole allorchè l'osservatore fa in modo da rendere nullo l'errore di parallasse per il filo centrale c.

Ricordando poi che l'inconveniente dello astigmatismo è in grado più o meno sensibile comune a tutti quanti gli occhi, si può conchiudere quanto segue:

1º Allorchè l'asse ottico di un cannocchiale distanziometro è diretto normalmente sulla faccia graduata di una stadia, l'osservatore deve preoccuparsi di rendere nullo l'errore di parallasse unicamente per i fili orizzontali, i quali soli servono alla lettura sulla stadia;

2º Allorchè l'asse ottico di un cannocchiale distanziometro risulta inclinato alla faccia graduata di una stadia, l'osservatore deve preoccuparsi di rendere nullo l'errore di parallasse per il solo filo centrale orizzontale.

Evidentemente quest'ultima considerazione è vera nel solo caso che i fili a', c, b' sono equidistanti fra loro.

#### BIBLIOGRAFIA.

Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde, Stuttgard 1873. – Bohn, Die Landmessung, Berlin 1887. – Börsch Otto, Die Nivellir - Instrumente von Breithaupt u. sohn, Cassel 1871. - Baggi V., Alcune considerazioni sulla livellazione topografica, Toribo; Un utile istrumento per rilievi topografici, Torino. -Cavani Francesco, Corso di Celerimensura, Bologna 1883; La Geometria pratica nelle operazioni catastali, Bologna 1889. - Doolittle C. L., A Treatise on pratical Astronomy as Applied to Geodesy and Navigation, New-York 1885. - Conti, Trattato di livellazione, Padova 1846. - Curioni Giovanni, Corso di Topografia, Torino 1881. - Erede, Elementi di Topografia, Firenze 1883. - Goulier C. M., Études sur la Tachéométrie, Paris 1892. - Govi G., Recherches historiques sur l'invention du niveau à bulle d'air, Rome 1870. - Hartner, Handbuch der niederen Geodäsie, Wien 1885. - Hoeffer, Histoire de l'Astronomie, Paris 1873. - Hunaeus G., Die Geometrischen Instrumente, Hannover 1864. - Jadanza Nicodemo, Elementi di Geodesia, Torino 1892; Lezioni di Geometria pratica raccolte dall'assistente V. Baggi, Torino 1892; Il livello a visuale reciproca, Torino 1894. - Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Stuttgard 1888. - Orlandi G., Tacheometria, Sassari 1894. — Pannelli Ruggero, I Catasti d'Italia, Torino 1888. — Pelletan, Traité de Topographie, Paris 1894. - Salmojraghi A., Istrumenti e metodi moderni di Geometria pratica; Les Cleps, Milano 1888. - Stampfer, Anleitung Rum Nivelliren, Wien. - Vogler, Praktischen Geometrie, 1885. - Lanotti-Bianco Ottavio, Le livellazioni di precisione Ing. VITTORIO BAGGI. (Ingegneria civile, 1893).

TORCHI - Vedi Vino.

7

TRASMISSIONE DELLA FORZA MOTRICE A
DISTANZA. — Franc.: Transmission de la force
motrice à grande distance; Ingl.: Transmission
of power from central Stations; Ted.: Die Kraftübertragung auf weite Entfernung.

Nel 1863 William Armstrong, presidente dell'Associazione Britannica per l'incremento delle Scienze, annunciò al mondo industriale che fra un secolo i bacini carboniferi inglesi sarebbero esauriti. Due anni dopo Roderick Murchison confermava il non lieto pronostico. Ammettendo anche che i depositi carboniferi scoperti in questi ultimi anni nell'America del Nord e altrove fossero più estesi e numerosi che realmente non sono, è d'uopo riconoscere che dovrà giungere alfine quel momento in cui saranno esaurite le provviste di carbon fossile, il quale si può considerare come la cassa di risparmio del calore dei secoli più remoti.

Ed allora, venendo a mancare questa antica sorgente di calore, ossia di lavoro, si dovrà necessariamente ricorrere al calore mandatoci continuamente dal sole ed impiegato ad innalzare sulla vetta dei monti le acque dei mari; in altri termini, si dovrà cercare di utilizzare la forza motrice perenne dei corsi d'acqua naturali.

Già in tempi da noi molto lontani, e nei primordi della scienza, l'uomo si servì della gravità dell'acqua come forza motrice, e tuttodì vediamo sorgere importanti manifatture le quali ricevono vita dal torrente o dal fiume che loro scorrono a lato. I motori idraulici hanno soppiantato, in molte località, le macchine a vapore.

Ma, fin tanto che la forza motrice sviluppata da un salto d'acqua, naturale od artificialmente prodotto, trovasi localizzata in prossimità del corso d'acqua, i motori idraulici sono ben lungi dal presentare i medesimi vantaggi che si ritraggono dalle macchine a vapore, alimentate dal carbon fossile. Questo, facile a trasportarsi, può aversi in qualunque luogo, e perciò l'industriale può impiantare la sua officina ove meglio lo guidano i suoi interessi. Per contro, a poter direttamente usufruire della forza di gravità dell'acqua, conviene costrurre l'opificio là dove essa si precipita in cascata, e non sempre presso alla sponda del flume havvi luogo ove riesca agevole l'impianto di uno stabilimento industriale.

La spesa delle costruzioni, resa maggiore dalle accidentalità del terreno, il trasporto dei materiali, la distanza dell'officina dai principali centri di popolazione, sono altrettanti coefficienti che contribuiscono a scemare il valore industriale di una regione montuosa, per quanto ricca di energia sotto forma di impetuosi corsi d'acqua.

Nasce adunque spontanea l'idea di cercare un mezzo per trasportare l'energia disponibile di un salto d'acqua fino a quel punto dove l'industriale può trovare più acconcio sito per installarvi la sua officina.

Raccogliere il lavoro disponibile di un salto d'acqua, e mandarlo a distanze di centinaja e di migliaja di metri, senza che la trasmissione ne assorba tanta parte da ledere le convenienze economiche: ecco il seducente problema che si presenta all'ingegnere, e la cui completa soluzione farà si che l'abbondanza delle acque correnti, non meno che quella del litantrace, potrà — venturosamente per l'Italia, — misurare la ricchezza delle nazioni!

Il problema è stato risolto in diverse maniere, cioè mediante l'impiego:

- 1º delle trasmissioni telodinamiche;
- 2º dell'aria compressa;
- 3º dell'aria rarefatta;
- 4º del vapore;
- 5º dell'acqua sotto pressione;
- 6º dell'elettricità.

Dal punto di vista puramente meccanico, l'esame critico comparativo di queste differenti soluzioni deve basarsi unicamente sul rendimento della trasmissione, il quale è misurato dal rapporto del lavoro raccolto, o ricevuto, al lavoro spedito (sviluppato dal motore).

Per paragonare poi tra di loro i diversi modi di trasporto della forza motrice sotto il punto di vista economico, bisogna inoltre prendere in considerazione il costo dell'installazione, le spese di manutenzione delle macchine e quelle generali di esercizio.

In alcuni casi, circostanze speciali possono fare scartare a priori talune soluzioni, sia per la natura delle macchine da mettere in azione, sia in causa di condizioni locali che si oppongono all'impianto degli organi di trasmissione. Così, a cagion d'esempio, le trasmissioni telodinamiche sono generalmente inammissibili nell'interno dei centri abitati.

In altri casi, infine, altre speciali circostanze possono indurre ad adottare di preferenza un dato sistema, anche se non sia il più economico; tale è il caso del trasporto della forza motrice nelle gallerie e nelle miniere, ove il sistema dell'aria compressa ha il grande vantaggio di promuovere una attiva ventilazione.

Le trasmissioni telodinamiche sono particolarmente indicate nel caso in cui si tratta di utilizzare, per dar moto alle macchine-utensili di un'officina, una caduta d'acqua che si trovi ad una certa distanza dalla medesima. Il lavoro disponibile è allora raccolto da un ricettore idraulico, ruota o turbina, e trasmesso per mezzo di una fune, o di un sistema di funi metalliche avvolgentisi su puleggie di gran diametro ed animate da una forte velocità. Dal punto di vista del rendimento meccanico le trasmissioni telodinamiche superano tutti gli altri sistemi, fino a tanto che la distanza del trasporto non oltrepassa i cinque chilometri.

Il rendimento può infatti, mediamente, valutarsi del 96 % per una distanza di 100 m.; del 93 % per 500 m.; del 90 % per 1000 m.; del 60 % per 5000 m.

Esso diminuisce rapidamente quando la distanza diventa più considerevole. Così per un trasporto a 10 chilometri, esso non è più che del 36 %, e discende al 13 % quando la distanza è portata a 20 chilometri (1).

Dal punto di vista delle spese d'installazione poi, questo sistema riesce il più economico quando la forza deve essere trasportata a distanze non molto superiori ai 1000 metri.

L'applicazione dei mezzi meccanici ai diversi servizii dei lavori sotterranei, per il traforo delle gallerie, e per l'esercizio delle miniere, ha condotto all'impiego dell'aria compressa, che era stata preconizzata, più di un secolo fa, da Murdoch, uno dei collaboratori di Watt. Tutti conoscono la parte importante che questo agente ha avuto nell'esecuzione dei grandiosi lavori del Moncenisio, del San Gottardo, dell'Arlberg, etc., ed i servizii inapprezzabili che esso rende nelle miniere di carbone. Il suo campo d'applicazione si estende tutti i giorni. Alle acciajerie di Terni una batteria di compressori,

<sup>(4)</sup> H. Dechamps, Le transport et la distribution de la force motrice, ecc. V.\_Bibliografia. — A. Beringer, Kritische Vergleichung der

electrischen Krafkübertragung mit den gebrauchtisten mechanischen Uebertragungsystem.

messi in moto da turbine, immagazzinano un lavoro di 1500 cavalli-vapore, che viene speso per attivare delle gru, diverse macchine ed un maglio di 100 tonnellate. Finalmente l'aria compressa è stata impiegata, recentemente, a Birmingham ed a Parigi per distribuire la forza motrice a domicilio, e tale nuova applicazione pare destinata a prendere un'estensione ancor maggiore di quella che aveva finora ricevuto questo agente così comodo e così maneggevole di trasmissione dell'energia.

L'aria compressa ha tuttavia un concorrente nell'aria rarefatta, che pare si presti egregiamente pel trasporto di piccole forze a non grandi distanze, ed un altro concorrente, anche più serio, nell'elettricità la cui applicazione al trasporto dell'energia va ogni di più

estendendosi.

A New York ed in altre città degli Stati Uniti d'America, la questione è stata risolta per mezzo di macchine a vapore alimentate da una stazione centrale di produzione del vapore, che comunica coi motori per mezzo di una canalizzazione sotterranea. A Boston è stata prescelta l'acqua calda, che serve ad un tempo, come il vapore a New York, al riscaldamento dei locali, ed all'alimentazione delle macchine a vapore. In questo ultimo caso essa viene dapprima introdotta in un apparecchio in cui si converte in vapore, mediante un abbassamento della pressione.

Finalmente l'acqua sotto pressione è stata impiegata con successo in un gran numero di casi, ed in particolar modo per azionare apparecchi di sollevamento, come gru, ascensori, monta-carichi, ecc., per comandare torchi, ed alcune macchine utensili, specialmente chio-

datrici.

È nota la bella applicazione che è stata fatta ad Anversa della trasmissione idraulica della forza motrice, per attivare il macchinario di quel porto. A Londra, a Hulle altrove, si sono costituite delle società, per distribuire l'acqua sotto pressione ai privati, e la città di Ginevra, ove si è recentemente compiuta un' importante installazione di turbine per utilizzare la forza motrice sviluppata dalle cadute del Rodano, ha adottato, in conformità delle conclusioni del Rapporto dell'ing. Turettini, lo stesso mezzo di trasporto per la distribuzione della forza a domicilio. Anche a Genova l'acqua sotto pressione è usata come forza motrice.

Nelle miniere si usa pure con vantaggio l'acqua sotto pressione per mettere in azione argani, pompe, ecc.

La quistione del trasporto della forza motrice a distanza è da poco tempo entrata in una fase novella, Oggidì si vuole distribuire l'energia a domicilio, nei grandi centri popolati, come già si distribuisce l'acqua potabile ed il gas-luce, in modo da fornire ai privati la forza di cui possono aver bisogno, sia per l'illuminazione elettrica, sia per la manovra di ascensori o di altri apparecchi di sollevamento, sia per i bisogni della propria industria. Questa idea è stata felicemente attuata in parecchie grandi città, come già abbiamo accennato, e noi, col Dechamps, vediamo in ciò uno dei fatti più notevoli e più interessanti che abbiano avuto luogo, in questi ultimi anni, non solamente dal punto di vista tecnico industriale, ma ancora da quello economico e sociale. Esso, infatti, è di natura tale da migliorare sensibilmente le condizioni d'esistenza della piccola industria, e specialmente dell'industria domestica, fornendo ai lavoratori in camera la forza motrice a basso prezzo, e senza che si richiedano installazioni costose ed ingom-

I numerosi tentativi fatti, fino al giorno d'oggi, per risolvere il problema della produzione economica di piccole forze dimostrano, del resto, chiaramente l'importanza che si attribuisce alla quistione. Citeremo solamente quanto, in questo senso, si fece nella capitale della Francia. In alcuni quartieri di questa città, uno stesso edifizio è ripartito in tante piccole officine, che si cedono in affitto, separatamente, ad altrettanti operai, come se si trattasse di alloggi ordinarii; una macchina a vapore, installata al piano terreno o nei sotterranei dell'edificio, comanda diversi alberi di trasmissione, i quali penetrano nelle officine e vi distribuiscono la forza occorrente alle macchine operatrici. È questa una soluzione; ma dessa obbliga l'operajo ad abbandonare il proprio domicilio per recarsi al lavoro, con perdita di tempo.

Nella rue des Immeubles industriels esiste un'installazione importante, la quale evita questo inconveniente. La via è occupata da case, costrutte tutte sul medesimo tipo, e nelle quali l'operajo trova non solo un'officina, ma ancora l'alloggio per sè e per la propria famiglia. A destra ed a sinistra della strada, al piano terreno ed al primo piano, corrono degli alberi di trasmissione principali, messi in moto da macchine a vapore.

Questi alberi distribuiscono, nel loro percorso, la forza motrice agli alberi secondari delle singole officine.

Questa soluzione è certamente preferibile alla precedente, ma si può ancora desiderare di meglio, ed è precisamente quello che si è cercato di ottenere colla distribuzione della forza motrice a domicilio, la quale non costringe l'operajo a fissarsi in un dato punto della città.

Per la produzione di piccole forze motrici, per le modeste officine situate nei centri popolati, si fa molto uso dei motori a gas; e certamente anche questa è una soluzione, che molte volte può tornare convenientissima, del problema della forza motrice a domicilio, prendendo per veicolo il gas d'illuminazione, senza dover ricorrere all'installazione di una nuova rete di condotte; ma, l'argomento formando oggetto di articoli speciali (V. le voci Gas-luce, e Macchine ad aria calda, a gas ed a vapore), non ce ne occuperemo ulteriormente.

Così pure, lascieremo ad altro collaboratore, di noi più competente, la cura di esporre ai lettori dell'Enciclopedia lo stato attuale della questione del trasporto della forza per mezzo dell'elettricità che ha fatto si enormi progressi in questi ultimi tempi, tanto da permettere di pensare seriamente all'utilizzazione di gran parte dei 6 milioni di cavalli-vapore che sono disponibili alle cascate del Niagara (utilizzazione che oramai si può dire un fatto compiuto); e passeremo senz'altro a trattare degli altri modi di trasmissione a distanza e distribuzione a domicilio dell'energia, — fermandoci in special modo sulle trasmissioni telodinamiche e sulla trasmissione per mezzo dell'aria compressa, la quale, attualmente, si presenta come il concorrente più serio del trasporto elettrico dell'energia.

# TRASMISSIONI TELODINAMICHE

(francese Transmissions par cables métalliques; ted. Drahtseiltransmission; inglese Wire-rope power trasmission).

Prima che le trasmissioni telodinamiche fossero state inventate, si conoscevano due mezzi per mandare la forza a distanza: i lunghi alberi di trasmissione, ed i cingoli. Ma assai ristretti erano i limiti delle distanze a cui questi organi potevano trasmettere il movimento. Così, se colla formola data dal Redtenbacher si calcola il diametro di un albero che, colla velocità di 100 giri al minuto, trasmette una forza di 100 cavalli, e se ne

deduce il peso, e quindi l'attrito nei perni, si trova che a 400 metri di distanza questa resistenza avrà già consumato, da sè sola, i 3 decimi circa della forza versata sull'albero. — Ripetendo il calcolo per un albero destinato a trasmettere la forza di 10 cavalli, si trova che a 400 metri, il solo attrito dovuto al peso dell'albero consumerebbe quasi il 60 per cento del lavoro totale; e nella stessa guisa si troverebbe che un albero calcolato pellavoro di un cavallo, prima di raggiungere la distanza di 400 m. avrà già consumato per attrito tutto il lavoro che il motore gli avrà consegnato.

La trasmissione per cingoli aveva limiti ancor più ristretti finchè la correggia non poteva essere che di enojo; la poca tenacità di questo materiale ed il suo peso relativamente grande impedivano di aumentare oltre qualche diecina di metri la distanza fra le due puleggie.

— Egual difetto avevano le corde di canapa. E tuttavia le trasmissioni per cingoli avrebbero potuto mandare la forza molto più lontano, ed economicamente; non mancava che una cosa, vale a dire un cingolo più resistente, a parità di peso, che i canapi e le correggie. E questo cingolo fu trovato nelle funi metalliche.

Quantunque l'uso delle funi di filo di ferro rimonti al principio di questo secolo, tuttavia l'idea di applicarle alla trasmissione del moto a grande distanza è relativamente recente (1850) e si deve all'Hirn. — In una breve ma vivace Memoria di questo celebre ingegnere alsaziano, che si trova inserita nel Dizionario del Laboulaye,

leggesi l'origine della sua invenzione.

Un antico locale, vastissimo, dello stabilimento dei signori Haussmann, a Logelbach, presso Colmar, poteva essere utilizzato come un bel opifizio di tessitura meccanica, ma la forza motrice disponibile doveva essere cercata ad 85 metri di distanza. Gli ingegneri dello stabilimento, consigliati dall'abitudine, proponevano una trasmissione per lunghi alberi, o chiusi in un canale sotterraneo, o sopportati da colonne, acciocchè il passaggio alle vetture rimanesse libero. La minima spesa superava 6000 franchi, e non si poteva guari contare su meno di cinque cavalli perduti per attrito. Un fratello dell'Hirn venne, a suo turno, a proporre l'uso dell'antica correggia, modificata solamente dalla sostituzione di un nastro di ferro o di acciajo alla correggia di cuojo. Benchè a prima giunta una tale soluzione avesse destate le risa, tuttavia, siccome la realizzazione di questo progetto poteva farsi senza grande spesa, ed essa semplificava visibilmente la questione, si risolvè di tentare l'esperienza.

I signori Peugeot d'Audincourt somministrarono delle lamine d'acciajo di m. 0,06 di larghezza e di m. 0,001 di grossezza e di 40 a 50 metri di lunghezza, mirabilmente eseguite, e le quali bastò riunire con dei chiodi ribaditi per ottenere la voluta lunghezza di m. 85 x 2. Due puleggie di legno, di due metri di diametro, a gola piatta e ad assi paralleli, ricevettero questa correggia di nuovo genere, la quale in sul principio funzionò in modo soddisfacente e poteva, a rigore, essere impiegata. Essa aveva tuttavia dei gravi inconvenienti. In causa della sua superficie e del peso relativamente piccolo, il minimo soffio di vento la portava fuori della voluta direzione e la faceva fregare contro le guancie delle puleggie; egli era dunque indispensabile guidarla con delle rotelle. Ma queste rotelle, per quanto fossero ben fatte, laceravano talvolta la correggia nelle sue chiodature, e finivano esse stesse per esserne guaste. In queste circostanze un ingegnere inglese, amico dell'Hirn, compreso dall'utilità che vi sarebbe di rendere pratico un così semplice mezzo per trasmettere la forza a distanza, gli consigliò di esaminare, a Londra, le funi che i sigg. Newall e Comp. eseguivano per diversi usi, e che a suo avviso avrebbero potuto soddisfare alle nuove esigenze a cui si sarebbero sottomesse. Fu questo un lampo per l'ingegnere alsaziano; ei non dubitò un istante ad ordinare al Newall una corda metallica ed a metterla alla prova. E l'esito fu felice. Dopo qualche modificazione fatta alla gola delle puleggie, dopo qualche tentativo, e qualche noja eziandio, la corda in ferro sostituita al cingolo d'acciajo funzionò e seguitò a funzionare nella maniera la più soddisfacente.

L'importanza speciale della propria invenzione non isfuggì al sagace ingegnere, che, guidato dalla teoria e dall'esperimento, recò ben presto il suo sistema a tale perfezione, che l'Alsazia tutta e tutta la Germania si trovarono in brev'ora coperte di tali trasmissioni.

Con un disinteresse pari al suo ingegno, Hirn non si procurò pella sua invenzione brevetto di sorta; anzi, non pago di avere per mezzo di ripetuti scritti divulgate le principali regole che l'esperienza gli aveva suggerito, non riflutò mai di dare a chiunque, che il richiedesse, su qualunque cosa, le più minute informazioni. Non regnava su di lui che il filantropico desiderio di largire all'industria « cette merveilleuse faculté de franchir l'espace sans perte notable de force » (1).

Esposta così, in poche parole, l'origine della telodinamia, prima di intraprendere lo studio tecnico e la descrizione di questo importantissimo sistema di trasmissione della forza a distanza, dobbiamo far notare alcune differenze essenziali fra le trasmissioni telodinamiche, a funi metalliche, e le trasmissioni per cingoli ordinarie (cioè con cinghie piatte di cuojo, caucciù o altro, o con

funi di canapa, di cotone, ecc.).

Apparentemente, le trasmissioni telodinamiche non sono che un'estensione del metodo di trasmissione per cingoli, applicato al caso di grandi distanze, e con sostituzione di una fune metallica ai cingoli ordinari. - Tra l'uno e l'altro sistema passa invece una capitale differenza per ciò che riguarda il modo di funzionare. Mentre nelle trasmissioni per cingoli ordinari, per es. di cuojo, la correggia, distesa in due tratti pressochè rettilinei, ha una tensione prodotta artificialmente, nelle trasmissioni telodinamiche, invece, la tensione necessaria perchè avvenga la trasmissione del movimento (per impedire cioè lo scorrimento del cingolo sulla puleggia), è tutta prodotta dal peso stesso della fune. - In altri termini: nelle trasmissioni telodinamiche la tensione è ottenuta disponendo liberamente sulle due puleggie la fune senza fine, di una lunghezza calcolata, e tale che la medesima si disponga lungo un arco di grande saetta, determinata in guisa che il peso stesso della fune produca l'aderenza richiesta. Per ciò si suol dire comunemente che le trasmissioni telodinamiche agiscono essenzialmente

Nelle trasmissioni ordinarie si può sempre, per mezzo di apposite rotelle, far variare la tensione del cingolo; nelle trasmissioni telodinamiche, invece, la tensione è completamente determinata dalla distanza delle due puleggie e dalla saetta della curva descritta dalla fune, nè le puleggie di tensione vi sono applicabili che in pochi

casi, e con disposizioni speciali.

Nelle prime la distanza delle due puleggie non ha che un limite superiore; nelle seconde, invece, tale distanza ha eziandio un limite inferiore: cioè quella distanza per cui il peso della fune (quando a questa non vogliasi dare

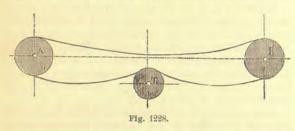
<sup>(4)</sup> Galileo Ferraris, Delle trasmissioni telodinamiche di Hira. Tesi di laurea, settembre 4869.

una soverchia saetta, come si pratica in alcuni casi speciali) non è più sufficiente a produrre la voluta tensione.

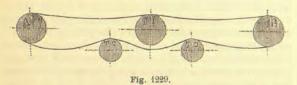
Finalmente, mentre una trasmissione con correggie, o con funi di fibre vegetali, si stabilisce con eguale facilità e convenienza fra puleggie collocate ad altezze relative qualunque, le trasmissioni telodinamiche rispondono tanto meglio al loro scopo quanto più la retta che congiunge i centri delle due puleggie si avvicinerà all'orizzontale. Una troppo grande inclinazione di questa retta sull'orizzonte farebbe sì che, mentre la puleggia superiore sopporterebbe da sè sola la massima parte del peso della corda, l'inferiore scivolerebbe entro la fune per mancanza di aderenza.

Disposizioni generali delle puleggie e delle funi nelle trasmissioni telodinamiche e classificazione delle medesime.

Si dicono trasmissioni semplici quelle in cui non si hanno che due puleggie: la motrice e la condotta; diconsi invece composte, o combinate, quelle nelle quali il moto passa dalla puleggia motrice principale alla condotta principale coll'intermezzo di puleggie mosse e motrici ad un tempo. — Le trasmissioni composte constano adunque di due o più tratte o sezioni.



Diconsi poi orizzontali quelle trasmissioni semplici, o quelle tratte di trasmissioni composte, in cui gli assi delle due puleggie sono sopra di uno stesso piano orizzontale; e diconsi oblique o inclinate le trasmissioni stabilite fra due puleggie i cui assi non giaciono sullo stesso piano orizzontale.



Quando le due puleggie di una trasmissione funicolare sono molto distanti tra loro, e si trovano ad un'altezza insufficiente al disopra del terreno, è indispensabile sostenere la fune in punti intermedii, per mezzo di altre puleggie intermedie. In alcuni casi può essere sufficiente sostenere in un punto il tratto condotto (V. fig. 1228) mentre il tratto conduttore rimane libero. — Quando poi entrambi i tratti hanno bisogno di essere sostenuti, si adotta bene spesso una disposizione consistente nel dare al tratto conduttore un numero di appoggi eguale alla metà di quello degli appoggi del tratto condotto (V. fig. 1229). Le puleggie che si impiegano in questi casi servono semplicemente a sostenere la fune, e non a darle una direzione; perciò esse vengono chiamate puleggie di sostegno, o puleggie-sopporti.

Dovunque una fune è sostenuta, dicesi che vi ha una stazione; e le stazioni portanti semplici puleggie di sostegno diconsi stazioni di sostegno.

Nel distribuire le stazioni di sostegno lungo una trasmissione telodinamica si può anche seguire un metodo alquanto diverso da quello rappresentato nella fig. 1229 e che consiste nel far servire ciascuna stazione di sostegno ai due tratti di fune ad un tempo, come è indicato schematicamente nella fig. 1230. Ogni stazione porta allora due puleggie, l'una sovrapposta all'altra. — Non mancò chi volle semplificare questo sistema collocando le due puleggie di sostegno l'una accanto all'altra, ma con grave danno, poichè le funi, pel fortissimo fregamento contro gli orli della gola, presto si logorarono e si spezzarono.

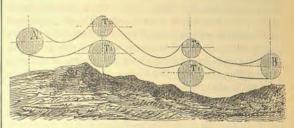
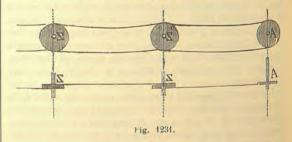


Fig. 1230.

L'impiego delle stazioni di sostegno va sempre più diminuendo, e le medesime vengono per lo più sostituite dalle stazioni di ricambio, immaginate ed applicate su vasta scala dallo Ziegler. Le stazioni di ricambio, in luogo di una semplice puleggia di sostegno, portano una puleggia, detta intermedia, a doppia gola (V. fig. 1231). Si ha allora una trasmissione combinata nel vero senso della parola; ad una fune unica sono sostituite tante funi senza fine quante sono le tratte di cui è composta la trasmissione; ad ogni tratta o sezione corrisponde, in realtà, una trasmissione.

Le trasmissioni composte hanno sulle altre molti vantaggi, quali sono: quello di richiedere funi meno lunghe, epperò più facili a mettersi in opera, e di più facili e meno costose riparazioni; quello di potere a volontà essere prolungate od accorciate coll'aggiunta di altre stazioni, o colla soppressione di alcune di queste;

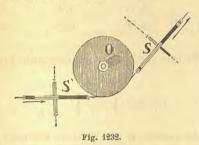


quello di permettere di spiccare da ciascuna stazione delle diramazioni di forza motrice; quello di permettere l'uso dell'apparecchio differenziale dello Ziegler, di cui daremo più innanzi la descrizione, ecc. I primi di questi vantaggi si otterranno tanto più se le distanze fra le stazioni saranno tutte fra loro eguali; questa condizione adunque devesi sempre, quando sia possibile, cercar di realizzare. — Una sola fune di riserva può allora servire a rimpiazzare immediatamente la fune di qualunque tratto, la quale venga a rompersi.

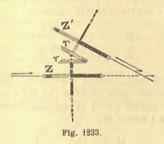
In generale si procura sempre di ottenere che una trasmissione telodinamica abbia per projezione orizzontale una linea retta e che tutte le puleggie consecutive siano disposte in un medesimo piano. Ma qualche volta le accidentalità del terreno o la posizione relativa

dei vari stabilimenti che devono ricevere la forza motrice dalla trasmissione telodinamica, si oppongono assolutamente alla realizzazione di questa condizione di cose, che pure è la più desiderabile. Allora è necessario spezzare la trasmissione, ossia deviarne la projezione orizzontale, intercalando una o più stazioni d'angolo, dette anche stazioni di deviazione, o di cambiamento di direzione. Queste risvolte si possono fare in due modi.

Il primo, suggerito dall'Hirn, consiste nell'impiegare, a tale scopo, per ciascun tratto di fune una puleggia orizzontale posta fra due puleggie ordinarie di sostegno (V. fig. 1232), vale a dire in tutto sei puleggie per i due tratti. L'altro modo, segulto dallo Ziegler, è alquanto più semplice, e consiste nell'impiego di due puleggie d'estremità, rese fra loro dipendenti mediante un ingranaggio conico (V. fig. 1233).



Il primo sistema evidentemente è il più conveniente per le trasmissioni con puleggie di sostegno; l'altro è preferibile per le trasmissioni combinate, non essendo, in sostanza, una trasmissione d'angolo, in questo sistema, altro se non che una stazione di ricambio nella quale ad una puleggia a due gole si sono sostituite due puleggie a semplice gola.



Si vuole da taluni che una semplice puleggia, posta in un piano inclinato, possa bastare per ottenere una risvolta, e lo stesso Reuleaux non crede impossibile questo sistema. Ma è da osservarsi che la puleggia si dovrà trovare nel piano delle tangenti ai due tratti della fune che si appoggia contro di essa, condotte nei punti ove questa fune si distacca dalla medesima; e che queste tangenti saranno tanto più inclinate all'orizzonte quanto meno la fune sarà tesa. Onde si deduce che: l° questo sistema non permette di trasmettere colla fune lavori variabili; 2º anche quando colla fune si voglia trasmettere quel lavoro che conviene all'inclinazione della puleggia, questa non lavorera in buone condizioni se non quando il regime sarà stabilito, e, sì in principio che alla fine del movimento, essa non potra a meno che logorare la fune cogli orli della sua gola, sui quali verrà ad esercitarsi una componente della tensione della medesima.

In alcuni casi può darsi che, ad una data stazione, si debba cedere lateralmente una parte della forza motrice, ossia fare, come si dice, una diramazione di forza. La stazione prende allora il nome di stazione di diramazione o partitore.

Le diramazioni si fanno sempre nelle stazioni di ricambio, o nelle stazioni estreme stesse. Riservando i lunghi alberi orizzontali pelle diramazioni più brevi e di minor forza, esse si fanno in generale con funi minori avvolte su minori puleggie, delle quali ultime l'una riceverà il moto dalla puleggia intermedia od estrema del tronco principale della condotta di lavoro, per mezzo di un ingranaggio conico. E qui faremo notare un altro merito delle trasmissioni combinate del sistema Ziegler, che consiste nell'uniformità di tutte le sue stazioni; in esse infatti una stazione di diramazione non differisce gran fatto da una stazione ordinaria, come si vide non differirne una stazione d'angolo.

#### Calcolo della fune.

Pel calcolo dell'area da assegnarsi alla sezione trasversale della fune bisogna conoscere lo sforzo di trazione a cui essa si trova soggetta.

Ora noi sappiamo dalla meccanica (vedi l'articolo MECCANICA APPLICATA) che, se si rappresentano con:

P, lo sforzo periferico, o tangenziale, a trasmettere mediante una puleggia,

R, il raggio della medesima,

 α, l'arco abbracciato dal cingolo sulla puleggia, in frazione di circonferenza,

 μ, il coefficiente d'attrito (di scorrimento) fra la superficie del cingolo e quella della corona della puleggia,

d, il diametro (nel caso di funi) o lo spessore (per cinghie piatte) del cingolo,

β, il coefficiente di rigidità del cingolo (V. l'articolo MECCANICA APPLICATA),

D, il diametro dei perni,

μη, il coefficiente d'attrito (di rotazione) nei perni,

e, la base dei logaritmi neperiani (e = 2,71828....),

la tensione T nel tratto conduttore del cingolo è data dalla formola:

$$T = \frac{e^{\mu \alpha}}{e^{\mu \alpha} (1-m) - (1+m)} P$$

mentre la tensione nel tratto condotto è:

$$t = \frac{T}{e^{\mu x}} = \frac{1}{e^{\mu x}(1-m)-(1+m)} P;$$

nelle quali formole si è rappresentato, per brevità di espressione, colla lettera m la quantità:

$$m = \beta \frac{d^2}{R} + \mu_1 \frac{D}{2R}.$$

Il valore di T è maggiore di quello di t; quindi il calcolo della fune si dovrà fare in base alla tensione T. Sostituendo, nell'espressione di m, a  $\beta$ ,  $\mu_1$ , d, D ed R i valori medi ordinari della pratica, e calcolando il valore di m, si trova che esso è relativamente assai piccolo. Si può quindi, con più che sufficiente approssimazione per la pratica, sostituire alla suddetta formola

$$T = \frac{e^{\mu \alpha}}{e^{\mu \alpha} - 1} P$$

che dà il valore di T quest'altra più semplice :

che molti Autori danno senz'altro come esatta, trascurando la rigidità del cingolo e l'attrito nei perni. Il valore numerico del rapporto fra T e P, ossia della quantità

 $e^{\mu x} - 1$ 

dipende adunque essenzialmente dai valori di  $\mu$  e di  $\alpha$ . Pel calcolo spedito di detto rapporto può tornare assai utile la seguente tabella che dà i valori di  $e^{u\alpha}$  per diversi valori di  $\mu$  e di  $\alpha$ .

Arco abbracciato dal cingolo sulla puleggia in frazioni	VALORI DI e. PER I SEGUENTI VALORI DI μ.:											
di circonferenza	$\mu = 0.15$	µ == 0,20	μ. == 0,25	$\mu = 0.30$	μ. == 0,35	p. == 0,40	$\mu = 0,50$					
0,30	1,32	1,46	1,60	1,74	1,94	2, 11	2, 57					
0,40	1,46	1,66	1,87	2, 13	2, 41	2,70	3,51					
0,50	1,59	1,85	2,19	2,53	3,00	3,50	4,81					
0,60	1,74	2,13	2,56	3,01	3,71	4, 47	6,59					
0,70	1,93	2,40	3,00	3,65	4, 66	5,81	9,00					

Ordinariamente l'arco abbracciato dalla fune è, con molta approssimazione, una mezza circonferenza:

$$(\alpha = 0,50);$$

ed il valore di  $\mu$  si può, nelle condizioni ordinarie della pratica, ritenere eguale a 0,25. Allora, secondo la tabella,  $e^{\mu x} = 2,19$ , e quindi:

$$T = \frac{2,19}{2,19-1}P = \frac{2,19}{1,19}P.$$

Con approssimazione più che sufficiente per la pratica si può ritenere, come fanno tutti i Costruttori:

$$T = 2P$$
.

Analogamente risulta la tensione del tratto condotto:

$$t = P$$
.

Noto T, si può dunque calcolare l'area della sezione trasversale che si deve dare alla fune. Generalmente si fissa il numero i dei fili con cui si vuol comporre la fune, e se ne calcola il diametro, che indicheremo con  $\delta$ .

Applicando l'equazione di stabilità relativa alla resistenza alla trazione (V. l'articolo Resistenza dei MATERIALI), si ha:

$$T = 2P = i \frac{\pi \delta^2}{4} k$$

dove k è la forza elastica di trazione provocata nel tratto conduttore della fune.

Risolvendo quest'equazione rispetto a  $\delta$ , si ricava il diametro dei fili in funzione dello sforzo periferico a trasmettersi:

$$\delta = 1.6 \sqrt{\frac{1}{i}} \sqrt{\frac{P}{k}}.$$
 (1)

Questa formola dà il valore di δ in millimetri, se P si esprime in chilogrammi, e k in chilogrammi per millimetro quadrato.

Ordinariamente non è noto direttamente P, ma il numero dei cavalli-vapore a trasmettersi, C, ed il numero dei giri n, che deve fare la puleggia di raggio R. Per ricavare allora un'altra formola che dia subito il diametro  $\delta$  dei fili metallici, basta sostituire nella (1) a P il suo valore in funzione di C e di n, che, come si sa dalla meccanica, è, in cifre tonde:

$$P = 716200 \frac{C}{nR}$$
.

Facendo tale sostituzione, ed eseguendo i calcoli, si ottiene:

$$\delta = 1350 \sqrt{\frac{1}{i}} \sqrt{\frac{C}{kmB}}.$$
 (2)

In modo analogo si può ricavare una terza formola che dà  $\delta$  in funzione del numero dei cavalli C e della velocità v della fune:

$$\delta = 13.9 \sqrt{\frac{1}{i}} \sqrt{\frac{C}{kv}}.$$
 (3)

La tabella a pagina seguente, calcolata a mezzo delle formole (1), (2) e (3), contiene, per diversi valori di  $\delta$  e di i, i corrispondenti valori di:

$$\frac{P}{k}$$
,  $\frac{C}{knR}$  e  $\frac{C}{kv}$ .

L'utilità di detta tabella è evidente. Essa risparmia i calcoli indicati nelle formole (1), (2) e (3). Data una fune (e noti perciò i e 3), si ricavano immediatamente dalla tabella i valori di:

$$\frac{P}{k}$$
,  $\frac{C}{knR}$ ,  $\frac{C}{kv}$ 

ed allora, fissato convenientemente il valore di k (colle avvertenze che esporremo più sottò), si trovano subito, mediante un calcolo semplicissimo, lo sforzo P che può trasmettere la fune, od il numero dei cavalli C (con una data velocità v della fune stessa, od un dato numero n di giri della puleggia di raggio R). Viceversa, conoscendo lo sforzo P a trasmettersi, oppure il numero dei cavalli C, e fissando il numero n dei giri della puleggia, o, ciò che fa lo stesso, la velocità v della fune, ed il valore di k, se ne deduce subito il valore di:

$$\frac{P}{k}$$
, o di  $\frac{C}{knR}$ , o di  $\frac{C}{kv}$ ,

ed allora la tabella dà immediatamente il valore di  $\delta$  per un determinato tipo di fune.

Noti  $i \in \delta$ , si può dedurre il diametro che avrà la fune costrutta, in base ai risultati d'esperienza (V. il paragrafo Costruzione delle funi metalliche, a pag. 697).

Tabella	dei	valori	di	$\frac{P}{k}$	$\frac{C}{knR}$	$e \frac{C}{kv}$	
---------	-----	--------	----	---------------	-----------------	------------------	--

Service Services	DIAMETR	O DEL FIL	0, δ, PER 1	UN NUMERO	DI FILI		P	0	O
i = 36	i = 42	i = 48	i = 60	i = 72	i = 84	i = 98	k	k n R	kv
		1999				- 1 - 1			
0,50	0, 46	0, 43	-	7 III 1	m -mind	1 1 may 1	3, 52	0,000 005	0,047
0,60	0,55	0,52	0,46		-	-	5,06	0,000 007	0,068
0,70	0,65	0,61	0,54	0, 49	0,46	-	6, 89	0,000010	0,092
0,80	0,74	0,69	0,62	0,57	0,52	0,48	9,00	0,000013	0, 121
0,90	0,83	0,78	0,70	0, 64	0,59	0,54	11,39	0,000016	0, 153
1,00	0,92	0,87	0,77	0,71	0,65	0,60	14,06	0,000 020	0,188
1,20	1,11	1,04	0,93	0,85	0,78	0,72	20, 25	0,000 028	0,279
1, 40	1, 29	1,21	1,08	0,99	0,91	0,84	27, 56	0,000039	0,369
1,60	1,48	1,39	1,24	1, 13	1,04	0,96	36,00	0,000 051	0,482
1,80	1,66	1,56	1,39	1, 27	1, 17	1,08	45, 56	0,000064	0,610
2,00	1,85	1,73	1,55	1,41	1,30	1,21	56, 25	0,000 079	0,753
2,20	2,03	1,91	1,70	1,56	1,43	1,33	68, 06	0,000 096	0,912
2, 40	2,22	2, 08	1,86	1,70	1,57	1,45	81,00	0,000 114	1,085
2,60	2, 40	2, 25	2,01	1,84	1,70	1,57	95,06	0,000 134	1,273
2,80	2,59	2, 42	2, 17	1,98	1, 83	1,69	110, 25	0,000 155	1,477

Valori da attribuirsi a k. Influenza del raggio delle puleggie. — Nell'equazione da cui siamo partiti:

$$T = i \frac{\pi \delta^2}{4} k$$
,

k è la forza elastica provocata dalla tensione T che si deve dare al tratto conduttore della fune per ottenere la trasmissione del movimento. Ma, nel punto in cui il tratto conduttore abbandona la puleggia si produce, per effetto della flessione a cui la corda è quivi soggetta, una tensione k' che va a sommarsi alla tensione k, ed il cui valore è, tanto per un filo di ferro quanto per uno di acciajo:

$$k' = 10\,000\,\frac{\delta}{\mathrm{R}}\tag{4}$$

di guisa che la forza elastica K a cui effettivamente si trova soggetta la fune in tal punto è: K = k + k'.

L'esperienza ha dimostrato che si possono ritenere, come limiti superiori perfettamente ammissibili, i seguenti valori di K:

per il ferro . . . . . 
$$K = h + h' = 18 \text{ Kg. per mm}^2$$
  
per l'acciajo di la qualità  $K = h + h' = 36 \text{ }$ 

Quanto più piccolo si farà h, tanto più grande si potra fare h', e quindi tanto minore riuscirà il raggio R delle puleggie (e tanto maggiore sarà invece la saetta della fune).

Se dunque si suppone che la fune sia sottoposta alle tensioni massime K = k + h' di Kg. 18 (per il ferro) e 36 (per l'acciajo), si deduce dalla formola (4) la seguente tabella, che serve a fissare il rapporto  $\frac{R}{\delta}$  per diversi valori di h:

		FILO DI	FERR	0	inelitio (E)	FILO DI ACCIAJO							
k ·	k!	R 8	k	k!	R S	k	k*	8	k	k*	R S		
0,5	17,5	571	9	9	1111	1	35	286	18	18	551		
1	17	583	10	8	1250	2	34	294	20	16	625		
2	16	627	11	7	1429	4	32	313	22	14	715		
3	15	667	12	6	1667	6	30	334	24	12	834		
4	14	714	. 13	5	2000	8	28	357	26	10	1000		
5	13	769	14	4	2500	10	26	385	28	8	1250		
6	12	833	15	3	3333	12	24	417	30	6	1667		
7	11	909	16	2	5000	14	22	455	32	4	2500		
8	10	1000	17	1	10000	16	20	500	34	2	3000		

La forza elastica sviluppata nella fune, calcolata con una delle formole (1), (2), (3), discende al disotto dei limiti fissati (18 Kg. per il ferro, 36 per l'acciajo), quando, per un dato valore di k, si prende il rapporto  $\frac{R}{k}$  su-

periore a quello dato dalla tabella.

Per un dato valore della somma k + k' si ottengono i minimi raggi di puleggie quando si fa  $k = \frac{1}{2}k'$ , ossia (per K = k + k' = 18 pel ferro, = 36 per l'acciajo) ponendo:

per il ferro . . . . 
$$k=6$$
  $k'=12$  per l'acciajo . . .  $k=12$   $k'=24$ .

Si ha allora, rispettivamente (V. la tabella precedente):

pel ferro . . . 
$$\frac{R}{\delta} = 883$$
 per l'acciajo . .  $\frac{R}{\delta} = 417$ 

le quali formole permettono di fissare il raggio delle puleggie.

Secondo la casa Stein è bene fare:

il che equivale, secondo la suddetta tabella, a fare k=8,

k'=10 (pel ferro).

Velocità della fune. Suoi limiti. — Per piccole forze a trasmettersi (fino a 15-20 cav.-vap.) si assume per lo più una velocità della fune di 10 a 12 metri al secondo; per forze superio: i a 15 cavalli si fissa ordinariamente v colle seguenti regole:

Non conviene, in nessun caso, superare questa ultima velocità di 32 m. al secondo, perchè allora le oscillazioni della fune, e l'azione della forza centrifuga, potrebbero produrre lo scarrucolamento della fune, e la rottura delle puleggie.

Pel calcolo del diametro  $\delta$  dei fili si usano anche due altre formole in cui entra il rapporto  $\frac{h'}{h}$ , e che si ricavano nel seguente modo:

Sia q l'area della sezione trasversale della fune, espressa in mm². Allora si può scrivere: q k = T = 2 P, da cui si ricava:

$$q=2\frac{P}{k}$$
.

Dividendo, membro a membro, quest'equazione per la (4), si ottiene:

$$q = \frac{1}{5000} \operatorname{PR} \frac{k'}{k} \frac{1}{\delta}.$$

Sostituendo  $q=i\,rac{\pi\,\delta^2}{4}$  in questa formola, e risolvendo rispetto a  $\delta$ , si ricava:

$$\delta = 0.0634 \sqrt[3]{\frac{1}{i}} \sqrt[3]{\frac{k'}{k}} PR$$
 (5)

oppure, introducendo il numero dei cavalli C, ed il numero dei giri n:

$$\delta = 5.67 \sqrt[3]{\frac{1}{i}} \sqrt[3]{\frac{k'}{k}} \frac{C}{n}$$
 (6)

relazione che solo apparentemente è indipendente da R, poichè il rapporto  $\frac{k'}{k}$  dipende precisamente dal raggio delle puleggie.

Effetto specifico. Altro modo di calcolare la fune.

— Ricordiamo che in una trasmissione con cingoli, per impedire che il cingolo scorra sulla puleggia, si deve

dare al tratto conduttore una tensione:

$$T = \tau P$$
.

dove : è un coefficiente maggiore dell'unità, il cui valore dipende dall'ampiezza dell'arco abbracciato dal cingolo sulla puleggia, e dal coefficiente d'attrito fra puleggia e cingolo:

$$\left(\tau = \frac{e^{\mu x}}{e^{\mu x} - 1}\right).$$

Questo coefficiente - dicesi modulo di tensione; ed abbiamo visto che per le trasmissioni telodinamiche si può ritenere prossimamente eguale a 2.

Conoscendo T, abbiamo visto come si possa senz'altro calcolare l'area della sezione trasversale del cingolo, che indicheremo con  $\Omega\left(\Omega=i\frac{\pi\delta^2}{4}\right)$ , mediante la relazione

da cui si ricava:

$$P = \frac{\Omega k}{r}.$$

D'altra parte, se si indica con v la velocità del cingolo, in m. al 1', e con C il numero dei cavalli-vapore che esso trasmette, si ha:

$$C = \frac{Pv}{75}$$

ossia, sostituendo il suddetto valore di P:

$$C = \frac{\Omega k v}{75 \pi}.$$

Per ottenere dei valori numerici più comodi, supporremo che Ω sia espresso in centimetri quadrati; allora si dovrà scrivere:

$$C = \frac{100 \Omega k v}{75 \tau} = \frac{4}{3} \frac{\Omega k v}{\tau}.$$

Questa formola ci dà il numero dei cavalli che si possono trasmettere con un cingolo di sezione  $\Omega$  (cm. q.), con una velocità v (m. al 1"). Stante la sua semplicità, essa è di assai facile impiego, ma lo diviene ancor più se si dividono i suoi due membri per  $\Omega v$ .

Si ottiene allora:

$$\frac{C}{\Omega v} = \frac{4}{3} \frac{k}{\tau}.$$

Il quoziente  $\frac{C}{\Omega v}$  rappresenta evidentemente il numero

di cavalli-vapore che il cingolo trasmette per ogni centimetro quadrato della sua sezione trasversale, e per ogni metro di velocità. Questo rapporto dipende unicamente da k e da  $\tau$ , i quali alla loro volta dipendono: k dalla materia di cui è costituito il cingolo, e  $\tau$  dall'angolo  $\alpha$  abbracciato dal cingolo sulla puleggia, e dal coefficiente  $\mu$ , vale a dire dalla natura delle superficie in contatto, della puleggia e del cingolo. Ne risulta che, per uno stesso angolo  $\alpha$ , la quantità  $\frac{C}{\Omega v}$  è una funzione delle proprietà puramente materiali del cingolo e della

puleggia; perciò il Reuleaux ha dato a questa quantità il nome di effetto specifico. Rappresentando questo effetto specifico colla lettera Co, si ha dunque, in generale:

$$C_0 = \frac{4}{3} \frac{k}{\tau}.$$
 (7)

È chiaro che la conoscenza dell'effetto specifico inerente ad un cingolo di una data specie permette di determinare immediatamente, colla massima facilità, il numero dei cavalli che un determinato cingolo può trasmettere, con una data velocità (basta perciò moltiplicare l'effetto specifico per la sua sezione trasversale, espressa in cm. q., e poi moltiplicare ancora per la velocità espressa in m. al secondo); o, viceversa, di calcolare, con tutta facilità, la sezione che deve avere il cingolo per trasmettere un numero C di cavalli, con

una data velocità v, poichè dalla relazione  $\mathrm{C_o} = \frac{\mathrm{C}}{\Omega v}$ 

si deduce :

$$\Omega = \frac{C}{C_0 v}$$
.

Le trasmissioni per funi metalliche hanno un effetto specifico assai superiore a quello di ogni altra specie di cingolo, specialmente perchè k ha un valore molto più elevato pel ferro che non pel cuojo, per la canapa, ecc., ed anche perchè + è alquanto minore per le funi metalliche che per le altre specie di cingoli.

Abbiamo visto come, per le funi metalliche, si possa ritenere il modulo di tensione == 2; perciò l'effetto specifico delle medesime sarà rappresentato dalla formola semplicissima:

$$C_0 = \frac{4}{3} \frac{k}{2} = \frac{2}{3} k. \tag{7'}$$

Facendo k = 8, per il ferro, e k = 15 per l'acciajo, si avrebbe che l'effetto specifico è, in cifre tonde:

$$C_0 = 5$$
 per il ferro  $C_0 = 10$  per l'acciajo,

mentre per le altre specie di cingoli Co supera difficilmente il valore di 1/5.

Questi numeri spiegano l'importanza che hanno le funi metalliche nella trasmissione della forza a distanza. Con funi di dimensioni relativamente piccole si possono trasmettere forze assai considerevoli.

Esempio. - Si vuol trasmettere un lavoro di 120 cav.-vap. con una fune in filo di acciajo, la cui velocità si fissa in 20 metri al secondo.

Si fissa k = 12; allora:

$$\frac{C}{hv} = \frac{120}{12 \times 20} = 0,5.$$

Dalla tabella a pag. 695 deduco immediatamente che, se la fune deve avere, per esempio 60 fili, il diametro  $\delta$ dei medesimi deve essere, in cifre tonde,  $\delta = 1,26$  mm.

Non avendo sotto mano la detta tabella si ricorre all'effetto specifico. Ricordando che:

$$C_0=\frac{2}{3}h$$

ed avendo fissato k=12, l'effetto specifico sarà, in questo caso:

$$C_0 = \frac{2}{3} 12 = 8$$
.

Perciò la sezione della fune dovrà essere:

$$\Omega = \frac{C}{C_0 v} = \frac{120}{8.20} = 0,75 \text{ cm}^2 = 75 \text{ mm}^2.$$

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 88.

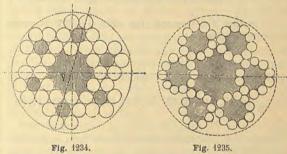
E poichè essa è composta di 60 fili, ogni filo avrà una sezione  $=\frac{75}{60}=$  1,25 mm<sup>2</sup>, che corrisponde precisamente a  $\delta = 1,26$  mm.

Effetto della forza centrifuga. - La forza centrifuga ha per risultato di aumentare il modulo di tensione τ, e perciò di diminuire l'effetto specifico dei cingoli; la sua influenza però è sensibile soltanto per le grandi velocità e quando il cingolo è sottoposto a tensioni non molto forti (come avviene nei cingoli di cuojo, di canapa, ecc.). Per le funi metalliche tale influenza è quasi sempre trascurabile.

Supponendo, per esempio, che la fune abbia la velocità limite di 30 metri, e ritenendo, per il ferro, k=6, si trova che, per effetto della forza centrifuga, l'effetto specifico del cingolo discende a  $\frac{10}{11}$  del valore dato dalla formola (7'). Bisognerebbe adunque, per tener conto della forza centrifuga, aumentare la sezione trasversale della fune nel rapporto di 1,1 a 1. Pei valori medii ordinari di v, compresi fra 10 e 20 m., la differenza sarebbe ancor meno sensibile, e perciò affatto trascurabile, special-

tensioni assai elevate. Costruzione delle funi metalliche per le trasmissioni telodinamiche. - Le funi che vengono usate nelle trasmissioni telodinamiche constano generalmente di un'anima centrale di canapa incatramata, di prima qualità, attorno a cui s'avvolgono ad elica diversi cordoni,

mente colle funi d'acciajo che si possono sottoporre a



o trefoli, o legnuoli, formati, alla loro volta, da fili di ferro o di acciajo avvolti secondo eliche attorno ad una piccola anima, o funicella di canapa incatramata. Queste anime, oltre a contribuire a dare una maggior flessibilità alla fune, hanno una grande importanza dal punto di vista della loro conservazione.

Il numero dei trefoli che compongono la fune si assumeva sempre, fino a pochi anni fa, e si assume pei casi ordinari ancora oggidì, eguale a 6. Il numero poi dei fili metallici componenti un medesimo legnuolo non è mai (per le funi a 6 legnuoli) minore di 6, e raramente è maggiore di 12. Dimodochè le ordinarie funi telodinamiche, a 6 trefoli, hanno per numero dei fili metallici che le compongono uno dei seguenti:

Nelle figure 1234 e 1235 sono disegnate le sezioni di due funi, una di 36 fili, l'altra di 60. La parte tratteggiata è canapa.

Le funi di 42 fili ordinariamente non si fanno con 6 legnuoli di 7 fili ciascuno, ma con 6 legnuoli di 6 fili soltanto, ed allora si sostituisce alla semplice anima di canapa un settimo legnuolo identico ai precedenti, formato cioè, come essi, di un'animella centrale di canapa coperta da 6 fili di ferro avvolti ad elica.

È manifesta la ragione di queste disposizioni; l'anima ed i cordoni che la avvolgono assumono delle sezioni prossime ad esagoni regolari, epperò meglio che in qualunque altra disposizione si adattano l'uno contro l'altro.

Col rapido propagarsi delle trasmissioni telodinamiche essendosi sentito il bisogno di avere funi più resistenti, si costrussero e si costruiscono oggidì funi metalliche con un numero di legnuoli maggiore di 6 (7, 8, 10, 12 e più). Così nell'importante impianto di Sciaffusa vi sono funi di 80 fili, disposti in 10 trefoli.

La rinomata casa costruttrice Felten e Guilleaume fabbrica correntemente funi per trasmissioni telodinamiche aventi fino a 96 fili (V. le tabelle a pag. 698-699).

Qanto al numero dei fili che compongono un legnuolo si trovano, nella fabbricazione odierna, delle differenze considerevoli. Pei legnuoli con anima di canapa i numeri più usati sono i seguenti:

mentre nei trefoli senza anima di canapa (meno usati per la formazione di funi per trasmissioni telodinamiche) si trovano:

e fino a 19 fili.

Il diametro dei fili metallici, nelle funi per trasmissioni telodinamiche, non si fa mai superiore a 2 mm. per avere una flessibilità conveniente, e difficilmente discende al disotto di 1 millimetro. Dato il diametro  $\delta$  dei fili che compongono una fune ed il loro numero i, si può dedurre il diametro della fune d, quando sia nota la disposizione dei fili.

Per le funi a 6 legnuoli (fig. 1234 e 1235) si suole ritenere dai pratici:

Questo dè il diametro esterno della fune, vale a dire quello del circolo circoscritto alla sezione della fune. Quando una fune metallica è nuova i fili non aderiscono tanto fortemente gli uni contro gli altri, essendo mantenuti ad una certa distanza dalle anime di canapa, e perciò si constata, in questo caso, che d ha un valore notevolmente superiore a quello dato dalla precedente tabella (dal 10 al 25 %). Ma, dopo che la corda ha funzionato per un certo tempo, si verificano precisamente i valori suindicati.

Nella costruzione delle funi per trasmissioni telodinamiche si deve impiegare materiale sceltissimo: acciajo dolce, o ferro della miglior qualità (è eccellente il filo di ferro svedese, che si mostra sopra ogni altro tenacissimo e durevole). È importante, poi, che i fili siano della massima lunghezza possibile, acciocchè non si rendano necessarie troppo frequenti legature.

Per unire i due capi di una fune, e farne un cingolo continuo, si impiega una specie di legatura simile in tutto a quella che si usa comunemente per le grandi corde di canapa, e che dicesi legatura od impiombatura lunga (épissure longue). La si fa storcendo i due capi della fune per un tratto di 30 a 40 centimetri, e legando, con il metodo ordinario della lunga legatura, fra loro i due capi dell'anima principale di canapa. Allora si avvolge successivamente ciascun cordone sull'anima, resa così senza fine, e si lega col capo del corrispondente cordone dell'altro capo della fune. Questa legatura poi

di un cordone col suo corrispondente si fa analogamente storcendo i due estremi da unirsi, legando fra loro i capi delle animelle ed avvolgendo in seguito successivamente ciascun filo dell'un capo nel sito che era occupato dal filo corrispondente sull'altro estremo del legnuolo, e saldando le due estremità di questo filo in modo che le unioni dei diversi fili non si trovino sopra una medesima sezione della fune, ma bensì uniformemente distribuiti su tutta la lunghezza per cui i capi della fune si sono disfatti ed intrecciati (lunghezza della legatura).

A fine di proteggere le funi contro la ruggine, Hirn suggeriva di spalmarle, una o due volte al mese, con un

miscuglio di olio e catrame.

Peso delle funi metalliche. — Un gruppo di i fili, di ferro o di acciajo, disposti rettilineamente in un fascio, pesa per ogni metro lineare (ritenendo il peso specifico del metallo eguale a 7,8):

Kg. 
$$1000 i \frac{\pi \delta^2}{4} \times 0,0000078$$

essendo  $\delta$  espresso in mm. Ammettendo che il peso della fune, per l'aggiunta delle anime, e per l'avvolgimento a spirale dei fili e dei trefoli, cresca di  $^{1}/_{6}$ , si ha, come peso al metro corrente delle funi metalliche:

G = 0,0091 
$$i \frac{\pi \delta^2}{4}$$
 = 0,0072  $i \delta^2$ .

Le tabelle che seguono danno il peso ed i principali dati costruttivi delle funi per trasmissioni telodinamiche messe in commercio dalla rinomata casa Felten e Guilleaume, a Mülheim sul Reno.

Funi metalliche per trasmissioni telodinamiche della fabbrica Felten e Guilleaume (a Mülheim sul Reno).

DI		I NOR		P	DI P	DIAM	
Diametro della fune	Numero dei fili	Diametro dei fili	Peso approssimativo di 100 m.	Diametro della fune	Numero dei fili	Diametro dei fili	Peso approssimativo di 100 m.
mm.	N.	mm.	Kg.	mm.	N.	mm.	Kg.
9	36	1,0	26	11	48	1,0	36
10	42	1,0	31	12	54	1,0	40
11	36	1,2	38	13	60	1,0	45
12	42	1,2	45	14	64	1,0	48
13	36	1,4	51	15	72	1,0	55
14	42	1, 4	61	16	64	1,2	69
15	48	1,4	70	18	72	1,2	79
16	42	1,6	79	20	80	1,2	88
18	48	1,6	91	22	80	1,4	120
20	48	1,8	115	24	88	1,4	133
22	54	1,8	130	26	80	1,6	156
24	60		146	28	88	1,6	173
		1,8		30	80	1,8	198
26	60	2,0	180		88	1,8	219
28	66	2,0	200	32			241
30	72	2,0	220	34	96	1,8	297
-	-	-	-	37	96	2,0	291

Funi metalliche per trasmissioni telodinamiche con trefoli senza anima di canapa (adatte solo per grandi distanze e grandi diametri di puleggie).

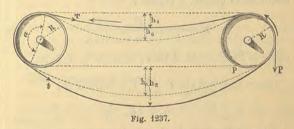
Minimo diametro ammessibile delle puleggie mm.	Diametro dei fili mm.	Diametro della fune	Numero dei fili	Peso approssimativo di 400 m. di fune		
				approssimative di 400 m. di fune		
1000				Kg.		
1000		7	24	18		
1000	1,0	9	42	32		
1	-,	11	49	38		
		12	56	42		
		7,5	24	22		
	1.1	10	42	38		
1100	1,1	12	49	45		
		13	56	51		
		8,5	24	26		
1000	1.0	11	42	46		
1200	1,2	13	49	54		
		14	56	60		
1000		11	24	46		
Day of the last		15	42	81		
1600	1,6	17	49	96		
		19	56	108		
100		12	24	52		
		16	42	92		
1700	1,7	18	49	108		
		20	56	121		
		9	24	30		
		12	42	54		
1300	1,3	14	49	63		
		15	56	71		
		10	24	35		
1400		13	42	62		
1400	1,4	15	49	74		
		17	56	82		
		10,5	24	41		
1500	18511	14	42	71		
1500	1,5	16	49	84		
		18	56	95		
200		13	24	58		
1000		17	42	103		
1800	1,8	19	49	122		
		21	56	136		
		14	24	72		
0000		19	42	127		
2000	2,0	21	49	150		
		Man - 1		The second second		
		23	56	168		

Saette d'inflessione nei due tratti di fune di una trasmissione. — Nel progettare una trasmissione telodinamica è indispensabile determinare con tutta l'esattezza possibile le saette massime d'inflessione che assumeranno in opera i due tratti di ciascuna fune, e disegnare la curva secondo cui essi si disporranno, innanzi tutto per potere calcolare esattamente la lunghezza della fune da ordinarsi alla casa costruttrice, ed in secondo luogo per dedurne l'altezza minima a cui si possono porre i centri delle puleggie sul terreno, secondo le condizioni locali richieste in ogni singolo caso: che la fune non tocchi il terreno, che sia libero il passaggio dei veicoli sotto di essa, ecc. (A questo proposito giova



osservare che quando una trasmissione telodinamica passa sopra una strada pubblica o privata, è il più delle volte necessario, ed anche prescritto dalle Autorità locali, non solo di tenere il punto più basso della fune ad una determinata altezza al disopra della strada, ma inoltre di disporre sotto alla fune un apparecchio di protezione destinato a sostenere la fune medesima nel caso che avvenisse una rottura. Tra le varie disposizioni adottate per raggiungere tale scopo, una delle più semplici è quella dovuta al Rieter, la quale presenta la forma di un'amaca. Da una parte e dall'altra della fune mobile S (fig. 1236), parallelamente ad essa e di poco al disotto della medesima, sono tese orizzontalmente due funi fisse H, H, che sostengono una serie di sbarre di ferro disposte normalmente alle funi, ad una distanza di 3 metri le une dalle altre, ed a m. 0,50 circa al disotto della fune mobile. Su di queste sbarre viene ad adagiarsi la fune, in caso di rottura).

Per determinare le saette d'inflessione dei due tratti della fune, conviene distinguere due casi, cioè quello in cui i centri delle due puleggie si trovano ad uno stesso livello (trasmissione orizzontale), e quello in cui essi sono a livelli differenti (trasmissione inclinata).



1° Caso. Trasmissione orizzontale (fig. 1237). — E evidente che le freccie dei due tratti di una fune tesa fra due puleggie dipendono dalle tensioni dei tratti stessi, e, viceversa, che queste dipendono da quelle. Quanto più una fune è tesa, tanto minore è la sua saetta d'inflessione. Affinchè, adunque, in una trasmissione telodinamica le tensioni dei due tratti della fune, conduttore e condotto, abbiano i valori convenienti, ossia i valori T e t (V. pag. 694) necessari perchè avvenga la trasmissione del movimento, le freccie di ciascun tratto debbono avere grandezze determinate, che chiameremo  $h_1$  (pel tratto conduttore), ed  $h_2$  (pel tratto condotto). Poichè il tratto conduttore è il più teso, sarà  $h_1 < h_2$ .

La curva secondo cui si dispone l'asse geometrico della fune è compresa fra la catenaria e la curva elastica, ma si avvicina pure assai ad una parabola, e può in pratica essere considerata come tale, con sufficiente

approssimazione.

Se si indica con l la distanza dei punti di sospensione della fune espressa, come le saette h, ed ha, in metri, e con p il peso della fune in Kg. per m. corrente, si hanno fra le quantità h, h, T t l e p le seguenti semplicissime

$$T = \frac{p l^2}{8 h_1}, \quad t = \frac{p l^2}{8 h_2}$$

da cui si deduce:

$$h_1 = \frac{p l^2}{8T}, \quad h_2 = \frac{p l^2}{8t}.$$
 (a)

Ricordando che

$$T = 2P$$
, e  $t = P$  (V. pag. 694)

le relazioni (a) sopra scritte si prestano perfettamente a calcolare colla massima facilità le freccie h, ed h, della fune di una tratta qualunque di una trasmissione telodinamica orizzontale, senza dover ricorrere alle formole molto complicate che dànno quasi tutti gli Autori.

Il peso p della fune metallica è sempre noto; ma, volendo invece di esso introdurre nelle formole che dànno  $h_1$  ed  $h_2$  la resistenza elastica k, che è pure un'altra quantità nota, basterà osservare che, ammettendo, come si fa ordinariamente, che per avere il peso della fune si deve moltiplicare per  $\frac{7}{6}$  il peso dei soli fili metallici supposti collocati parallelamente in un fascio (il coefficiente 7 tien conto della torsione dei fili, e del peso delle anime di canapa), si ha:

$$p = \frac{7}{6} \Omega.7800.$$

D'altra parte T =  $1\,000\,000\,\Omega\,k$  (essendo  $\Omega$  espresso in m. q. e k riferito al mm. q.).

Sostituendo questi valori nell'espressione di  $h_1$ , ed eseguendo i calcoli, si ottiene:

$$h_1 = 0,00114 \frac{l^2}{h} = \frac{l^2}{879 h} \tag{b}$$

che è la formola che si trova in molti prontuarii.

Osservando poi che  $t=\frac{1}{2}$  T, si deduce che

Più esattamente il valore di h, è dato dalla seguente formola:

$$h_1 = 55 k - \sqrt{(55 k)^2 - \frac{1^2}{8}}$$
 (c)

ma la differenza dei risultati che si ottengono colle due formole è così piccola che si può, senza inconvenienti, adoperare invece della (c) la (b), che è molto più semplice.

Esempio. — Sia l = 80 m., k = 6 Kg. per mm<sup>2</sup>. Con questi valori medii ordinari la formola più esatta (c)

$$h_1 = 330 - \sqrt{330^2 - 6400 : 8} = \text{m. 1,21.}$$

La formola (b) approssimata darebbe:

$$h_1 = 0,00114 \times \frac{6400}{6} = \text{m. 1,216.}$$

Come si vede, adunque, l'approssimazione è più che

Per trovare rapidamente la freccia h, è assai utile la seguente tabella del Reuleaux (V. pag. 701), la quale è stata calcolata partendo da quest'altra formola, che si trova in alcuni prontuari (e che non è altro che la (c) scritta sotto altra forma):

$$\frac{h}{l} = 0.3535 \left[ 160 \frac{k}{l} - \sqrt{\left( 160 \frac{k}{L} \right)^2 - 1} \right]$$
 (d)

da cui si deduce pure quest'altra:

$$\frac{k}{l} = 0,00877 \left(\frac{h}{l} + \frac{l}{8h}\right).$$

Si calcola anzitutto il quoziente  $\frac{l}{k}$ , ed allora nella

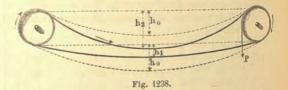
tabella si trova il corrispondente valore di  $\frac{h}{l}$ , da cui si deduce immediatamente il valore di h.

Quanto alla freccia ho della fune allo stato di riposo, si deve notare che essa non è precisamente eguale alla media aritmetica delle due freccie h, ed h, come dicono alcuni prontuari; il valore di ho si calcola, con sufficiente approssimazione per la pratica, per mezzo della formola:

$$h_0 = \frac{\sqrt{h_1^2 + h_2^2}}{2} \tag{e}$$

oppure:

$$h_0 = 0.67 h_2 + 0.28 h_1.$$
 (e')



Nella fig. 1237 si è supposto che il tratto di fune maggiormente teso (conduttore) fosse il superiore. Ciò però non è obbligatorio; anzi, in generale, vi sarà vantaggio a porlo inferiormente, come è indicato nella fig. 1238. Così facendo, infatti, si ottengono questi due vantaggi:

l° i tratti di maggior saetta essendo collocati in alto, ne verrà diminuita l'altezza dei pilastri delle varie stazioni occorrente per tenere la fune alla voluta altezza sopra il terreno;

2º la fune abbraccierà le puleggie per un arco di maggior ampiezza, e la trasmissione del moto sarà perciò

tanto più assicurata.

Però una simile disposizione non è conveniente quando la minima distanza che in tal modo viene a risultare fra le due curve discende al disotto di 40 a 50 centimetri; perchè allora, sotto l'azione del traballamento della fune, occasionato da brusche variazioni della resistenza o dai forti venti, i due tratti potrebbero venire a confricarsi a vicenda.

2º Caso. Trasmissione inclinata. - Le curve secondo cui si dispongono i due tratti della fune sono, in questo caso, disimmetriche, ed il calcolo delle freccie riesce alquanto più complicato.

Tabella per calcolare le freccie delle funi delle trasmissioni telodinamiche.

$\frac{h}{l}$	$\frac{l}{k}$	$\frac{h}{l}$	$\frac{l}{k}$	<u>h</u>	$\frac{l}{k}$	$\frac{h}{l}$	$\frac{l}{k}$	$-\frac{h}{l}$	l k	$\frac{h}{l}$	l k
0.002	2.74	0,023	20,89	0,043	38,67	0,063	55, 69	0,083	71.47	0, 105	88, 05
0,003	3, 65	0,024	21,77	0, 044	39, 51	0,064	56, 52	0,084	72, 51	0,110	91,51
0,005	4,56	0,025	22, 69	0,045	40, 39	0,065	57, 34	0,085	73, 28	0, 115	94, 85
0,006	5, 47	0,026	23,59	0,046	41,28	0,066	58, 17	0,086	74,05	0, 120	98, 13
0,007	6, 38	0,027	24, 48	0,047	42, 12	0,067	58, 99	0,087	74,81	0, 125	101,36
0,008	7, 29	0,028	25, 37	0,048	42, 98	0,068	59,80	0,088	75, 57	0,130	104, 42
0,009	8, 20	0,029	26, 27	0,049	43,85	0,069	60,62	0,089	76, 33	0, 135	107,47
0,010	9, 12	0,030	27, 16	0,050	44,71	0,070	61,43	0,090	77,08	0, 140	110, 38
0,011	10,02	0,031	28,06	0,051	45, 56	0,071	62, 24	0,091	77,84	0, 145	113, 23
0,012	10,93	0,032	28, 95	0,052	46, 42	0,072	63, 05	0,092	78,58	0, 150	116,00
0,013	11,86	0,033	29,84	0,053	47, 27	0,073	63,85	0,093	79, 33	0, 155	118,65
0,014	12,75	0,034	30,72	0,054	48, 13	0,074	64, 66	0, 094	80,07	0, 160	121, 17
0,015	13,66	0,035	31,61	0,055	48, 97	0,075	65, 45	0,095	80,81	0, 165	123.53
0,016	14,56	0,036	32, 49	0,056	49,82	0,076	66, 25	0,096	81,54	0.170	126,00
0,017	15, 47	0,037	33, 38	0,057	50,67	0,077	67,04	0,097	82, 27	0, 175	128, 27
0,018	16, 37	0,038	34, 26	0,058	51,53	0,078	67,83	0,098	83,09	0, 180	130, 47
0,019	17, 28	0,039	35, 14	0,059	52, 35	0,079	68, 62	0,099	83,72	0, 185	132, 43
0,020	18, 18	0,040	36, 02	0,060	53, 19	0,080	69, 41	0, 100	84, 44	0, 190	134, 46
0,021	19,08	0,041	36, 91	0,061	54,02	0,081	70, 19	0,101	85, 16	0, 195	136, 46
0,022	19,99	0,042	37,79	0,062	54, 86	0,082	70,97	0, 102	85, 88	0,200	138, 21

Sia DCB (fig. 1239) uno qualunque dei due tratti della fune di una trasmissione semplice inclinata, e si indichi con:

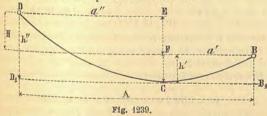
A, la distanza orizzontale dei suoi estremi D e B (praticamente la distanza orizzontale delle due puleggie);

H, la loro differenza di livello;

h' ed h'' le saette misurate rispettivamente a partire da B ed a partire da D, ossiano le differenze di livello tra il punto più basso della curva, C, ed il punto B, e fra C e D;

a' ed a", le distanze orizzontali del vertice C della

curva dagli estremi B e D;  $k_1$  e  $k_2$ , le tensioni unitarie (forze elastiche) provocate rispettivamente all'estremo inferiore ed all'estremo superiore della fune.



Si immagini il corrispondente tratto di fune di una trasmissione semplice orizzontale nella quale le puleggie abbiano la stessa distanza orizzontale A, e la quale trasmetta lo stesso lavoro che è trasmesso dalla data fune obliqua, colla stessa velocità. Dicansi, per questa trasmissione ideale:

h, la saetta del tratto di fune considerato, calcolata con una delle formole (a), (b), (c), (d);

k, la tensione unitaria ai suoi estremi.

Orbene, ecco come si può calcolare la trasmissione obliqua.

Fissato k (generalmente k=6 Kg. per il ferro) si calcolino, colle anzidette formole (a), (b), (c), (d), (e), le saette  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_0$  del tratto più teso, del tratto meno teso, e della fune in riposo per la detta trasmissione ideale.

Allora il valore di h' è dato (con un'approssimazione sufficiente per la pratica) dalla formola:

$$h' = h \left( 1 + \frac{1}{16} \frac{H^2}{h^2} \right) - \frac{H}{2}$$
 (f)

dove ad h si sostituiranno rispettivamente i valori di  $h_1$ , di  $h_2$  o di  $h_0$ , secondochè si tratta di calcolare la freccia h' pel tratto conduttore, pel condotto, o per la fune in riposo.

Evidentemente si ha poi:

$$h'' = \mathbf{H} + h'. \tag{f'}$$

L'ordinata a' del vertice della curva è data dalla formola:

$$a' = \frac{\mathbf{A}}{2} \left( 1 - \frac{1}{4} \frac{\mathbf{H}}{h} \right) \tag{g}$$

dove ad h si applica la stessa osservazione sopra notata ed, evidentemente:

$$a'' = \mathbf{A} - a'. \tag{g'}$$

Si calcolano allora le due tensioni  $k_1$  e  $k_2$  per mezzo delle formole:

$$k_{1} = k - \frac{h - h'}{114}$$

$$k_{2} = k + \frac{h'' - h}{114}$$
(h)

Evidentemente  $h_2$  è maggiore di  $h_1$ ; col valore di  $h_2$  trovato per il tratto conduttore della fune (sostituendo cioè ad h il valore h,), si calcoli h' per mezzo della solita formola

$$k_2 + k' = 18 \text{ Kg.}$$

e quindi colle formole (2) e (4) si calcolino δ ed R.

È da osservarsi che, mentre in una trasmissione orizzontale i vertici delle curve descritte dai due tratti di fune si trovano entrambi sulla stessa verticale, nelle trasmissioni oblique ciò non succede che quando la fune è in riposo. Cominciando il movimento, i vertici dei due tratti di fune si sposteranno finchè non avranno assunta la posizione determinata dalla (g), la quale mostra come la loro distanza orizzontale da un estremo della fune dipenda implicitamente dalla tensione (poichè dipende da h), e quindi non possa essere la stessa pei due tratti.

La formola (g) può dare per a' un valore negativo; ed allora il vertice della curva cadrà fuori dello spazio compreso fra le due puleggie. La formola mostra come ciò cominci a succedere quando H supera il valore

$$H=4h$$
.

Se nella formola (b), che, arrotondando il coefficiente numerico, e sostituendo A ad l, si può anche scrivere così:

$$\frac{h}{A} = \frac{1}{900} \frac{A}{h} \tag{b}$$

si fa k=6, e nell'eguaglianza H=4h si sostituisce ad h il suo valore che si ricaverebbe così dalla (b) stessa, la si trasforma nella seguente:

$$\frac{H}{A} = \frac{A}{1350}$$

la quale ci dà il limite oltre al quale deve crescere la  $pendenza = \frac{H}{A}$  della trasmissione perchè il vertice della

curva cada fuori dello spazio compreso fra le due puleggie. E si vede come questo limite cresca con A. Per A = 100 m. esso sarebbe:

$$\frac{H}{A} = \frac{1}{13,50}$$
 onde  $H = 7,40$ .

Egli è evidente che, quando sia possibile, non converrà mai oltrepassare questo limite, se si vuole che la fune graviti bene sulla puleggia inferiore, senza pesar troppo sulla superiore.

La tensione k2 non differisce, in generale, gran che da k, specialmente se la pendenza non è esagerata. La differenza k2 - k diventa considerevole solo quando si abbiano parecchi tronchi di trasmissione, l'uno in seguito all'altro, tutti obliqui e separati da semplici stazioni di sostegno. - Di qui emerge un altro vantaggio delle trasmissioni combinate di Ziegler, con stazioni di ricambio, sopra le trasmissioni con semplici puleggie di sostegno.

E finalmente degno di essere osservato il fatto che la differenza fra le tensioni estreme  $k_1$  e  $k_2$  dipende unicamente dalla differenza di livello delle due stazioni; infatti sottraendo la la delle (h) dalla 2ª si ottiene:

$$k_2 - k_1 = \frac{H}{114}$$
 (h')

A maggiore schiarimento di quanto precede, indicheremo con due esempi come si faccia il calcolo di una trasmissione inclinata.

1º Esempio. - Sia A = 100 m. H = 5 m. (V. fig. 1240). - Se la trasmissione fosse orizzontale (H = 0), fissando k = 6 Kg. si avrebbe, dalla formola (b):

$$h_1 = 0,00114 \times \frac{10000}{6} = 1,899$$

o, in cifre tonde  $h_1 = m$ . 1,9

Pel tratto condotto  $h_2 = m. 3,80$ .

Se H = 5 si ha, secondo la formola (f), per il tratto

$$h' = 1.9 \left( 1 + \frac{1}{16} \frac{25}{3.61} \right) - 2.5 = \text{m. } 0.22; \ h'' = \text{m. } 5.22.$$

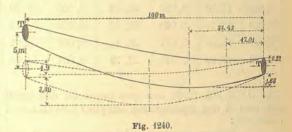
$$h' = 3.8 \left(1 + \frac{1}{16} \frac{25}{14,44}\right) - 2.5 = \text{m. } 1.68.$$

Le distanze orizzontali del vertice della curva dallo estremo inferiore della fune sono, secondo la formola (g), per il tratto conduttore:

$$a' = 50 \times \left(1 - \frac{1}{4} \frac{5}{1,9}\right) = m. 17,01$$

e per il tratto condotto a' = m. 33,43 (V. la fig. 1240).

Le tensioni della fune differiscono poco o nulla da quelle che si avrebbero nel caso della trasmissione orizzontale, come è facile verificare colle formole (h).



2º Esempio. - Sia ancora A = 100 m., ma H = 50 m. (V. la fig. 1241). Fissando ancora k = 6 Kg. si avrebbe, secondo la (f):

per il tratto conduttore:

per il tratto conduttore:  

$$h' = 1.9 \left( 1 + \frac{1}{16} \frac{2500}{3,61} \right) - 25 = \text{m. } 58,79,$$

mentre colle formole date dal Reuleaux (che sono assai più complicate) si troverebbe h'= m. 52,94, come è indicato nella fig. 1241;

per il tratto condotto:  

$$h' = 3.8 \left(1 + \frac{1}{16} \frac{2500}{14,44}\right) - 25 = \text{m. } 19,84,$$

e secondo il Reuleaux h'= m. 20,08.

L'ordinata a', in questo caso, risulta negativa per i due tratti della fune.

Pel tratto conduttore:

$$a' = 50 \left( 1 - \frac{1}{4} \frac{50}{1,9} \right) = - \text{ m. 279}$$

(secondo il Reuleaux a' = m. 253,53);

pel tratto condotto a' = m. 114,50, e secondo il Reuleaux = m. 115,18 (V. fig. 1241).

Si noti che, se le formole del Reuleaux danno, per il tratto conduttore, un valore di a' notevolmente inferiore a quello dato dalla nostra formola (g), danno pure un valore di h' proporzionatamente inferiore; provando a tracciare le parabole nei due modi, i tratti utili della

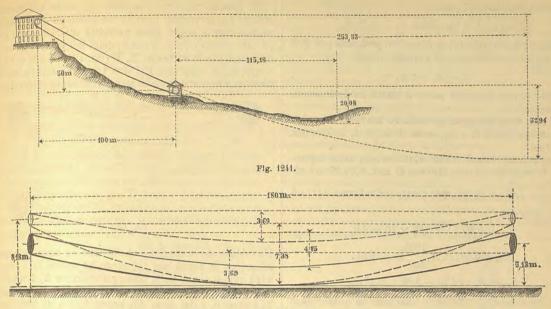


Fig. 1242.

curva non differiscono di molto. - Del resto il caso considerato si può dire, rispetto alla pendenza, un caso limite; e nei casi più comuni della pratica le nostre formole dànno risultati pochissimo diversi da quelli forniti dalle formole del Reuleaux, che, come dicemmo, sono assai più complicate.

Casi speciali. Funi sopratese. Trasmissioni con grosse funi per piccole distanze. Trasmissioni molto inclinate. - Nell' impianto di trasmissioni telodinamiche sono da considerarsi in modo speciale i tre casi

lo si ha una grande distanza fra le due puleggie principali, e non è possibile, o non si vuole, porre fra di esse alcuna stazione:

2º la distanza fra le due puleggie di forza è molto

3º la differenza di livello da considerarsi è molto considerevole.

1º Caso. - Quando la distanza fra le due puleggie di una sezione è molto grande, se si calcolasse la fune colle regole ordinarie, essa assumerebbe nel tratto meno teso una saetta tale da rendere necessaria od un'esagerata altezza dei pilastri, od uno scavo nel terreno. Si possono evitare l'una e l'altro coll'impiego di una così detta fune sopratesa, la quale non è altro che una fune la cui tensione è maggiore (e quindi la saetta è minore) di quella strettamente necessaria per impedire che essa scivoli sulle puleggie, calcolata però in modo[che per il suo tratto più teso la massima tensione unitaria sia quella stessa a cui si assoggetterebbe una fune ordinaria. Una tal fune si dice anche ingrossata.

Si indichino, come al solito, con le lettere T, t, k, e  $\delta$ , rispettivamente la tensione estrema del tratto conduttore, quella del tratto condotto, la forza elastica unitaria per il primo dei due tratti, ed il diametro dei fili, per una fune calcolata colle regole ordinarie, e destinata a vincere la resistenza P applicata alla periferia delle puleggie; e si contrassegnino coll'indice s le quantità analoghe corrispondenti ad una fune sopratesa, destinata a vincere la medesima resistenza. Siasi fatto:

$$T_s = mT$$

essendo m un numero qualunque maggiore di l.

Per l'equilibrio della puleggia cui è applicata la resistenza deve essere (trascurando gli attriti):

$$t_s = T_s - P = mT - P;$$
  
ma  $P = T - t$ , e  $T = 2t$ , dunque  $t_s = (2m - 1)t$ ,

e quindi ancora:

$$\frac{t_s}{T_s} = \frac{2m-1}{m} \frac{t}{T}$$

ossia, essendo 
$$\frac{t}{\mathrm{T}} = \frac{1}{2}$$
: 
$$\frac{t_s}{\mathrm{T}_s} = \frac{2m-1}{2m}.$$

Se allora si dice k, la tensione unitaria nel tratto conduttore, e  $k_2$  quella nel tratto condotto, e si fa  $k_{1s} = k_1$ si ha:

$$k_{2s} = k_1 \frac{2m-1}{2m}.$$
 (1)

Il diametro 8 dei fili si deve fare

$$\delta_s = \delta V \overline{m}. \tag{m}$$

se  $\delta$  è stato calcolato con una delle formole (1), (2) e (3);

si deve invece fare  $\delta_s = \delta V m$  se  $\delta$  è stato calcolato colla (5) o colla (6).

Le trasmissioni a fune sopratesa convengono specialmente quando si tratta di trasmettere forze poco considerevoli a grandi distanze.

La fig. 1242 rappresenta un esempio (tolto dal Reuleaux) di trasmissione a fune sopratesa.

Si tratta di trasmettere una forza di 5,5 cav.-vap., con un numero di giri delle puleggie n = 100, ad una distanza di 180 m., senza stazioni intermedie. Facendo k = 10 e k' = 8, si ha:

$$\frac{k'}{k} \frac{C}{n} = 0.8 \times 0.055 = 0.044;$$

e per i = 36 la formola (6) dà:

$$\delta = 5.67 \cdot \sqrt[3]{0.044 : 36} = 0.6 \text{ mm}.$$

La formola (b) ci dà poi

$$h_1 = \text{m. 3,69}$$
; e quindi  $h_2 = \text{m. 7,38}$ .

Secondo la formola (4) si dovrebbe prendere per R il valore 1250  $\delta = 750$  mm. Si avrebbe quindi

$$h_2 - h_1 > 2 R$$

e perciò non si potrebbe porre il tratto condotto superiormente.

Gli assi delle puleggie dovrebbero trovarsi ad un'altezza maggiore di  $R + h_2$ , ossia di m. 8,13, al disopra del suolo.

Supponiamo ora di voler adottare una fune ingrossata, facendo  $\delta = 1$  mm. (invece di mm. 0,6). Si ha allora  $\frac{\delta_s}{\delta} = 1,67$ ; e quindi, per mezzo delle formole (l) ed (m) si ricava:

$$k_{2s} = 0.89 \ k_1 = 0.89 \times 10 = 8.9,$$

da cui  $h_{2s} = 0,00114 \times \frac{180^2}{8.9} = 4,15 \text{ m.},$ 

ed 
$$h_{2s} - h_1 = 4,15 - 3,69 = 0,46 \text{ m}.$$

Inoltre si ha  $R = 1250 \, \delta s = 1250 \, \text{mm}$ . In questo caso adunque si può disporre il tratto condotto superiormente.

La saetta più grande corrisponde allo stato di riposo, pel quale, secondo la formola (e') si ha  $h_{0s}=3,88$  m., valore che conduce, per la posizione degli assi delle puleggie, ad un'altezza di poco superiore a

$$m.3,88 + 1,25 = 5,13,$$

vale a dire 3 metri di meno che nel caso precedente.

La fig. 1242 rappresenta i rapporti delle altezze per i due casi, in una scala tripla di quella delle lunghezze.

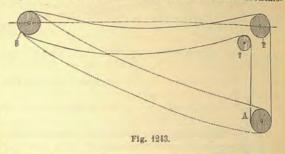
2º Caso. — Il secondo caso su cui abbiamo detto doverci fermare è quello in cui la distanza fra le due puleggie di forza è molto piccola. In questo caso si deve dare alla fune una saetta molto grande acciocchè: 1º essa meglio si adagi sulle puleggie, abbracciandone un arco α conveniente; 2º non siavi il pericolo di un troppo considerevole aumento di tensione quando occorra di raccorciare la fune.

Si può calcolare una tale trasmissione nel modo ordinario, scegliendo solo per k un valore piuttosto piccolo, e facendo in guisa che la saetta della fune prenda il valore che si desidera; ma si farà meglio così: a seconda della configurazione del terreno, dell'altezza che meglio conviene ai pilastri, e di tutte le altre circostanze locali, si determinerà quale saetta sarebbe la più conveniente; si prenda questa saetta come un dato del problema, si calcoli k, e se ne deduca δ e R al modo solito.

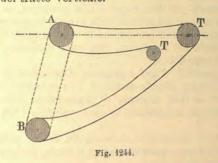
L'esperienza ha dimostrato che, quando la resistenza da vincere non sia troppo grande, si possono con questo artifizio applicare con vantaggio le funi metalliche a piccolissime distanze, quali sono quelle da 20 a 30 metri.

3º Caso. — Quando i centri delle due puleggie di una trasmissione semplice, o di due puleggie intermedie (di ricambio) di una trasmissione composta, sono posti ad altezze molto differenti, una fune che nel modo ordinario abbracciasse semplicemente due puleggie, mentre farebbe sopportare tutto il suo peso dalla puleggia superiore e renderebbe necessario, per la sua grande tensione al suo estremo più elevato, un gran diametro dei fili ed un raggio forse impraticabile della puleggia, mal si aggiusterebbe attorno alla puleggia inferiore, la quale correrebbe rischio di girare a vuoto entro la fune.

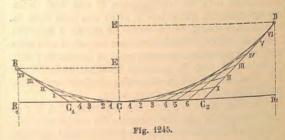
Si possono togliere, o almeno diminuire moltissimo, siffatti inconvenienti quando sia possibile di collocare verticalmente sopra della puleggia inferiore, o quasi, ed allo stesso livello, o quasi, della puleggia superiore, due puleggie di sostegno T, T (fig. 1243) fra le quali e la puleggia superiore B i due tratti di fune possano disporsi e tendersi come in una trasmissione orizzontale.



È evidente che la tensione che la fune ha nella puleggia superiore B verrà per tal modo ad aversi in T; la si avrà quindi anche nella puleggia inferiore A, diminuita solo della resistenza d'attrito sui perni delle puleggie di sostegno, e del peso del breve tratto di fune verticale. Una tale trasmissione si calcolerà come una trasmissione orizzontale, senza che sia necessario tener conto del tratto verticale.



Con l'applicazione di sifatto sistema è possibile stabilire una trasmissione composta sopra un terreno avente una pendenza qualsiasi. Basterà, a questo scopo, stabilire le stazioni talmente vicine fra loro che sia possibile in una qualunque di esse piazzare, oltre alla puleggia di ricambio, due puleggie di sostegno al livello della puleggia di ricambio della stazione immediatamente superiore, senza che ciò renda necessario sostegni troppo elevati e costosi.



Con lo stesso artifizio, leggermente modificato, si potrebbe mandare il lavoro da un albero B ad un altro A posto verticalmente, o quasi, al disopra di esso (fig. 1244). Questa disposizione però è poco adoperata.

Tracciamento delle curve di inflessione paraboliche (fig. 1245). — Essendo B e D i punti di sospensione della fune, si determina, coll'ajuto delle formole date, la

posizione del vertice C della curva. Si conduce l'orizzontale B, CD, limitandola colle verticali BB, DD, Si dividono i segmenti B, C e CD, per metà, coi punti C, e  $C_2$  e si tirano le rette  $BC_1$  e  $DC_2$ ; sono queste le tangenti estreme alla curva. Si divide  $CC_1$  e  $C_1$  B in un egual numero di parti eguali, mediante i punti 1, 2, 3, 4 ed I, II, III, IV. Si conducono le rette 1I, 2II, 3III, 4IV; queste inviluppano la curva cercata, nel tratto a sinistra di C. Lo stesso si farà per avere l'arco CD.

#### Costruzione delle puleggie per trasmissioni telodinamiche (1).

Quando Hirn impiantò a Logelbach la prima trasmissione telodinamica, egli adottò due puleggie di legno. Il grande peso che, in causa del considerevole diametro, avrebbero avuto le puleggie di ferro o di ghisa, la morbidezza e compressibilità del legno, per cui la fune meno facilmente sarebbesi logorata, ed anche l'economia, ne lo consigliarono.

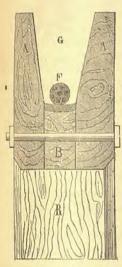


Fig. 1246.

Ed è per ciò che, dovunque, le puleggie di legno furono le prime ad essere adottate. Una gola chiusa tra due orli A, A alti da 4 a 5 centimetri ed aventi le loro faccie interne più o meno inclinate, riceveva la fune; ed ora questa appoggiavasi direttamente sul nudo legno, ora fra questo e quella era interposta una fettuccia di cuojo o di guttaperca, distesa e fissata come rivestimento sulla gola. Le razze R di così fatte puleggie erano esse pure di legno; avevano sezione rettangolare, generalmente smussata agli angoli, ed erano grosse, nel senso dell'asse della ruota, quanto la ciambella. Questa poi

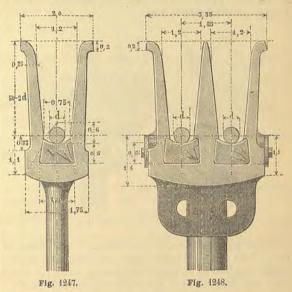
formavasi generalmente con tre corone circolari conassiche e sovrapposte, di cui quella di mezzo B era più stretta e formava colla sua superficie cilindrica esterna il fondo della gola, su cui posava il rivestimento, e le altre due, più larghe, A, A ne formavano gli orli. Le tre corone erano strette insieme con chiavarde di ferro (fig. 1246). Per adattare al fondo della gola il nastro di cuojo o di guttaperca, non facevasi che distendervelo sopra, ed introdottene poi le estremità in un apposito buco praticato sul fondo della gola stessa, vi si fermavano con un cuneo.

Benchè i gravi difetti di codesto sistema si facessero sentire fin dai primi tempi, ed Hirn stesso ricorresse alle puleggie di ghisa, rivestite di guttaperca, si continuò tuttavia per molti anni ad impiantare qua e là trasmissioni telodinamiche con puleggie di legno. Ed ancora nel 1862 stabilivasi presso Lesjöfors, in Svezia, una trasmissione destinata a portare ad una distanza di 180 m. la forza di una turbina di 5 cavalli-vapore, in cui adottavansi puleggie con gavetti di legno e con gola non rivestita. Ma il non uniforme consumarsi del legno sul fondo della gola, aggiunto alle influenze continue del secco ed umido, fecero sì che in breve quelle puleggie non fossero più rotonde, onde un ballare ed un vibrare dannosissimo della fune. Perciò nel 1864 esse si dovettero rimpiazzare con altre di ghisa, con la gola rivestita di guttaperca. Gli inconvenienti succeduti nella trasmissione di Lesjöfors si ripeterono in più luoghi; e dovunque oggidì le ruote metalliche hanno sostituito quelle di legno.

La figura 1247 rappresenta la sezione della ciambella o corona di una puleggia di ghisa d'estremità, a semplice gola, e la figura 1248 la sezione della ciambella di una puleggia a doppia gola od intermedia, quali erano comunemente usate alcuni anni or sono.

Il rivestimento che dapprima si applicò alle gole di queste puleggie era di guttaperca. Consisteva in una striscia a guisa di bastone, fatta con questa sostanza, la quale, introdotta a forza in una scanalatura a coda di

rondine praticata sul fondo della gola, vi si espandeva e modellava naturalmente (figura 1247). La superficie esterna di questo bastoncino, la quale doveva formare



il fondo della gola definitiva, veniva poi lavorata al tornio e ridotta leggermente concava, come dimostra la figura. Il signor Hirn, inventore di questa specie di rivestimento, se ne procacció presso parecchie nazioni la privativa.

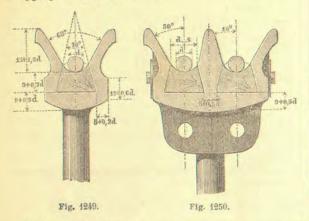
Ma neppure la guttaperca si mostrò esente da inconvenienti. Nei climi non freddi, quando la trasmissione lavori per lungo tempo e con grandi pressioni, la guttaperca, pel ripetuto comprimersi e dilatarsi che vi determina la pressione che la fune va ad ogni giro della ruota esercitando successivamente sui diversi punti della sua periferia, si riscalda, si rammollisce, aderisce alla fune ed in breve si distrugge o riesce inservibile. Nei climi freddi invece la guttaperca diventa fragile, perde ogni elasticità e si rompe. Successe questo fatto a Kenntniss, dove sotto ad una temperatura di più che 30° sotto allo zero si rese per questa causa inservibile una trasmissione destinata a muovere le macchine elevatrici lavoranti in una miniera. L'essersi per altro siffatti fenomeni fin qui presentati quasi esclusivamente in trasmissioni il cui movimento, per la natura grossolana delle macchine condotte, come appunto era nella miniera di Kenntniss, era molto irregolare, dimostrò potersi la guttaperca usare con profitto, purchè con grandi riguardi, nei più de' casi.

<sup>(1)</sup> GALILEO FERRARIS, Op. cit. e F. REULEAUX, Op. cit.

Agli inconvenienti suddetti si sperò di ovviare sostituendo alla guttaperca del legno dolce, per esempio di salice. La puleggia rappresentata nella figura 1248 ha il rivestimento di legno. Lo si eseguisce tagliando il legno in forma di piccole doghe, le quali, introdotte per mezzo di un'apertura laterale praticata su di una faccia della ciambella, e che dopo si chiuderà, in una scanalatura a coda di rondine praticata sul fondo della gola, vengono, battendole, adattate l'una contro l'altra. Riempiuta così totalmente la scanalatura in modo che le doghe stieno ben ferme, e chiuse le aperture per cui esse si fecero entrare, si lavora il fondo della gola definitivamente al tornio. La scanalatura destinata a ricevere un rivestimento di legno differisce da quella che si fa pel rivestimento di guttaperca solo per essere superiormente un po' più larga della gola definitiva, epperò terminata da una leggiera risega (V. fig. 1247 e 1248).

I rivestimenti in legno hanno fatto buona prova, e sono usati quanto quelli di guttaperca, benchè si attribuisca loro il grave difetto di logorare, pella loro durezza,

troppo prontamente le funi.



Oggidl però si usano, di preferenza, i rivestimenti in cuojo, fatti con tanti piccoli pezzi di vecchie cinghie, ben grasse, tagliati in forma di trapezio, in guisa da adattarsi esattamente nella scanalatura a coda di rondine della corona, e serrati uno accanto all'altro, tutto all'ingiro, perpendicolarmente al piano della puleggia.

Quando non si hanno a disposizione vecchie correggie per ritagliarne i pezzi della guarnizione, e si è obbligati ad usare del cuojo nuovo, si ha cura di renderlo grasso, facendolo bollire nell'olio di pesce. I trapezi di cuojo vengono fortemente serrati l'uno contro l'altro per mezzo di un battitojo in legno; il vuoto che resta da ultimo, e nel quale il battitojo non può più introdursi, viene riempito con della guttaperca; finalmente non resta più che a tornire la guarnizione così preparata.

Si usano anche i rivestimenti in aloe; e nell'America sono in voga le guarnizioni di caucciù vulcanizzato, che hanno fatto buona prova.

La forma della sezione trasversale della corona delle puleggie per trasmissioni telodinamiche, ad una e a due gole, quali si usavano fino a pochi anni fa, risulta dalle fig. 1247 e 1248. Oggidi si fanno generalmente le gole meno profonde, ed a fianchi più inclinati; le fig. 1249 e 1250 rappresentano la nuova forma secondo il Reuleaux.

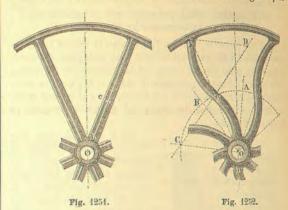
Le dimensioni sono tutte in funzione del diametro della fune,  $d_{\bullet}$ 

Le faccie della gola semplice sono inclinate entrambe a 30° sul piano medio della puleggia.

Trattandosi di una doppia gola, una tale inclinazione porterebbe ad una grossezza eccessiva della nervatura mediana; perciò si dà alle faccie di questa una inclinazione minore, che generalmente è di 15° (V. fig. 1250).

La forma a coda di rondine della scanalatura destinata a ricevere la guarnizione ha per iscopo di impedire che la forza centrifuga possa projettare all'infuori gli elementi che la compongono.

Le puleggie intieramente in ghisa o hanno razze diritte con sezione a croce (fig. 1251) (nel qual caso, per evitare rotture all'atto della solidificazione del getto, il



mozzo viene fuso in due o più pezzi e poi fasciato con anelli di ferro a caldo), o razze curvate ad S, a sezione elittica (fig. 1252). Le puleggie di ghisa di grandi dimensioni si fondono in due pezzi, in vista specialmente di renderne più agevole il trasporto.

Il numero A delle razze in ghisa si fa, secondo il Reuleaux:

$$A = 4 + \frac{1}{40} \frac{R}{d}$$

dove ricordiamo che R è il raggio della puleggia, d il diametro della fune (si badi ad esprimere R e d nella stessa unità di lunghezza, per esempio in millimetri).

Quanto alle dimensioni della sezione trasversale delle razze, se queste sono a sezione ellittica si fa la larghezza a (nel piano della puleggia) presso il

$$a=4d+\frac{1}{4}\frac{R}{A}(R \text{ in mm.}).$$

Le razze si rastremano andando verso la corona, in guisa da avere quivi una larghezza:

$$a'=\frac{2}{3}a$$
.

Lo spessore è, in ogni punto, eguale alla metà della larghezza, come nelle puleggie ordinarie.

Per razze con sezione a croce si fa ancora la larghezza a del braccio maggiore della croce (nel piano della puleggia)

$$a=4d+\frac{1}{4}\frac{R}{A}$$

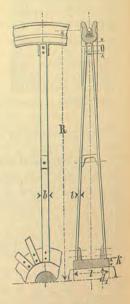


Fig 4253.

con uno spessore  $c=rac{1}{5}a$ , e la larghezza del braccio

minore: 
$$d = 0.65 a$$
, con uno spessore  $e = \frac{1}{7} a$ .

Le puleggie portanti delle stazioni intermedie hanno soventi le razze in ferro fucinato, le quali vengono incastrate nel mozzo e nella corona nell'atto della fusione. Si ritiene che colle razze in ferro si possa diminuire di circa 1/4 il peso della puleggia.

Le razze in ferro a sezione rettangolare semplice si fanno generalmente in numero doppio di quelle di ghisa (2A), colle seguenti dimensioni: larghezza m=0.75~a;

spessore  $n = \frac{1}{5} m$ .

Per puleggie di diametri molto grandi si possono adottare razze in ferro composte, colla disposizione indicata nella fig. 1253.

Quanto al mozzo, il quale è sempre in ghisa, si può dargli uno spessore

$$S = 0.4 d_1$$

(se  $d_1$  è il diametro dell'albero su cui è calettata la puleggia), ed una lunghezza alquanto maggiore della larghezza della corona.

Il peso delle puleggie per trasmissioni telodinamiche varia, per un dato raggio, fra limiti assai estesi, secondo la costruzione, di guisa che non si può dare una formola generale pel calcolo di questo peso. I numeri contenuti nella seguente tabella si possono ritenere come medie generali.

Peso delle puleggie per trasmissioni telodinamiche (con razze in ghisa).

		PU	LEGGI	PULEGGIE IN DUE PEZZI								
Diametro della puleg- giamm.	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750
Peso della puleggia ad una gola Kg.	106	135	160	215	270	330	400	575	1015	1200	1410	1600
Peso della puleggia a due gole Kg.	170	210	255	315	395	510	645	825	1270	1580	1950	2300

La Berlin Anhaltische Maschinenbau Actiengesellschaft mette in commercio delle puleggie di sostegno, a razze in ferro, i cui pesi sono indicati nel seguente specchietto:

Diametro della puleggia mm.	1000 1200	1400 1600	1800	2000	2500	3000	3500
Peso	80 96	112 128 a 140 a 155	1 11 1 100	144 a 230	240 a 285	340	400

### Stazioni. Costruzione delle pile.

Nelle piccole trasmissioni telodinamiche, come nelle prime che in Alsazia si costruirono ad imitazione di quelle della casa Hausmann a Logelbach, le pile delle diverse stazioni erano altra volta semplicemente costrutte in legno, come di legno erano le puleggie. Consistevano esse in due robusti cavalletti fatti con travi fermate saldamente al terreno e fra loro consolidate, sopportanti i cuscinetti sui quali doveva prendere appoggio la puleggia. Questo sistema oggidì è affatto abbandonato, anche per le trasmissioni minori.

Attualmente le pile delle trasmissioni telodinamiche si fanno in muratura od in ferro.

La fig. 1254 rappresenta un tipo di pila in muratura per una stazione intermedia per piccole altezze e per puleggia a doppia gola; una costruzione analoga, con qualche leggiera semplificazione, è stata adottata per le pile della trasmissione d'Oberursel.

La fig. 1255 rappresenta una pila di una stazione intermedia della trasmissione telodinamica installata dalla casa costruttrice J. Rieter e C. di Winterthur, sotto la direzione del proprio ingegnere Davide Ziegler, al servizio della Société des appareils hydrauliques di Sciaf-

fusa. Detta forma di pila può essere considerata come un buon tipo di costruzioni di tal genere. La pila sostiene due puleggie, poste una di fianco all'altra. Per evitare che la fune avesse ad essere projettata fuori della gola della puleggia, si fissò sopra i montanti dei sopporti un pezzo di protezione che copre la gola radendo l'estremità superiore della puleggia. Questa disposizione venne però nelle altre costruzioni di tal genere soppressa, siccome inutile.

Un altro tipo di pila in muratura, per grandi altezze, è quello rappresentato nella fig. 1256; è la costruzione adottata nell'impianto eseguito dalla stessa casa J. Rieter e C., per conto della Société générale Suisse des eaux et forêts di Friburgo. La pila porta due puleggie, disposte una sopra l'altra; la puleggia inferiore è quella che sostiene il tratto conduttore della fune.

Finalmente le fig. 1257 e 1258 rappresentano, in elevazione ed in pianta, una pila in muratura per stazione di deviazione, appartenente alla stessa trasmissione telodinamica ultima citata.

Le pile in muratura, specialmente quelle delle stazioni di deviazione, debbono poggiare sopra una robusta fondazione, la quale può essere di pietre, di laterizi o di calcestruzzo, ma deve essere stabilita in terreno incom-

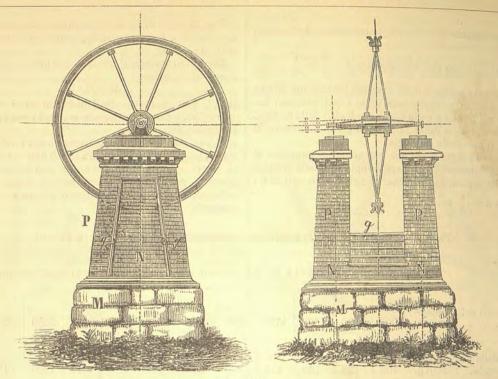


Fig. 1254.

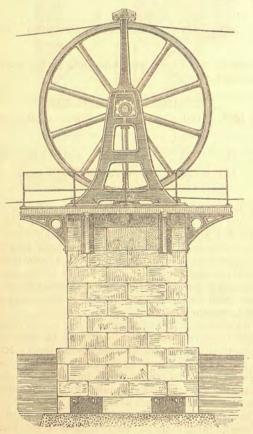


Fig. 1255.

pressibile e sodo, ed avere dimensioni tali da escludere qualsiasi pericolo di cedimento, o di rovesciamento della pila soprastante. Evidentemente il bisogno di grandi massi di fondazione è massimo per le stazioni estreme e per le stazioni di deviazione, minimo per quelle di sostegno. Le piastre di fondazione dei sopporti delle puleggie sono fissate al pilastro con due lunghe chiavarde od ancore, che si affondano fino al massiccio della fondazione e vi si aggrappano. Così il pilastro non si può rovesciare senza trascinare seco l'intera fondazione.

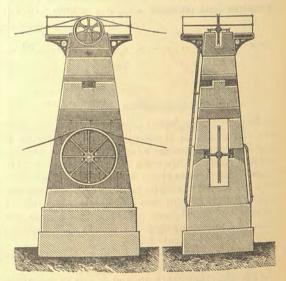


Fig. 1256.

Quando le pile debbono avere grandi altezze, conviene farle in ferro, anzichè in muratura.

La fig. 1259 rappresenta una forma semplicissima di pila metallica, per puleggia a doppia gola, costituita da un cavalletto fatto con ferri sagomati. — Altre disposizioni, anche più semplici, di pile in ferro per puleggie leggiere ed altezze limitate, verranno indicate quando

si parlerà del sistema di trasmissione a fune ciclica ideato dal professore Reuleaux.

Diamo, per ultimo, nella fig. 1260, lo schizzo di una grande pila metallica, per stazione di distribuzione,

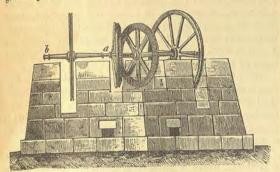


Fig. 1257.

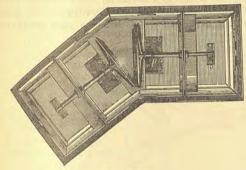


Fig. 1258.

appartenente alla trasmissione eseguita dalla Società Escher Wyss e C., per conto del municipio di Zurigo, per utilizzare la forza motrice della Limmat.

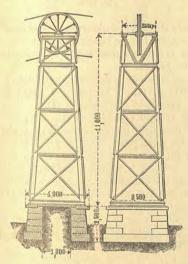
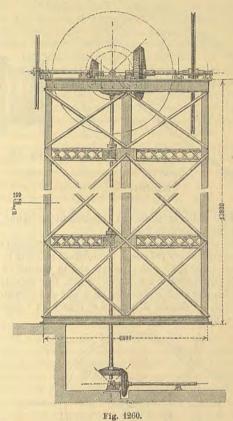


Fig. 1259.

Distanza fra le stazioni. - Il limite inferiore, al disotto del quale la fune, per la sua non assoluta flessibilità, mal si adagierebbe sulle puleggie, e non produrrebbe col suo peso le volute tensioni, è, come l'esperienza ha dimostrato, compreso fra 15 e 20 metri. Il limite superiore è determinato da quella distanza per cui, senza impraticabili altezze dei pilastri, la fune striscierebbe sul terreno. È facile vedere che questo limite varierà secondo le circostanze; si può però dire che, salvo in circostanze speciali, la distanza di 150 a 180 metri non potrà essere superata.

Nel progettare il tracciato generale di una trasmissione telodinamica composta di più tratte, è bene procurare, per quanto si può, di porre le stazioni successive tutte ad egual distanza, in modo da avere tante tratte eguali. Con una sola fune di ricambio si può allora immediatamente rimpiazzare la fune di una tratta qualsiasi, quando essa venga a rompersi.



Posa delle funi; loro durata e manutenzione.

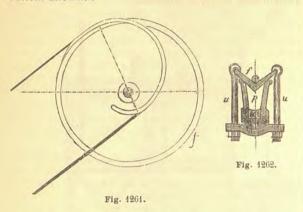
Per collocare una fune in opera, come per smontarla dalle puleggie, si usa un'apposita taglia, alla quale la fune viene legata con forti cordicelle attorcigliate; colla medesima si può facilmente portare la tensione della fune in riposo alla voluta misura, in guisa che essa presenti la freccia calcolata, che si sarà segnata sopra un regolo graduato.

Per facilitare quest'operazione l'ing. Ziegler si serve, con molto vantaggio, di un apparecchio semplicissimo, che presenta una grande analogia col monta-correggie di Herland, e si può, per cosi dire, improvvisare. Questo apparecchio, rappresentato nella fig. 1261, consiste in un ferro d'angolo ripiegato secondo un arco di spirale, od anche secondo un arco di cerchio, di raggio molto minore di quello della puleggia su cui la fune dev'essere collocata. Lo si adatta alla puleggia nella posizione indicata dalla fig. 1261, fermandolo contro la gola con uncini di ferro (la fig. 1262 mostra con una sezione come sia fatta questa unione), e vi si colloca sopra assai facilmente la fune, la quale si trova così avvolta sopra un cerchio di debole raggio; l'esperienza però ha dimostrato

che questo incurvamento eccezionale della fune non ha sulla medesima alcuna azione nociva.

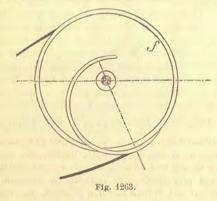
Collocata adunque la fune come mostra la fig. 1261, basterà far dare alla puleggia un mezzo giro e portarla nella posizione indicata nella fig. 1263, perchè la fune si porti a sito. Dopo ciò si toglierà il ferro d'angolo, e l'operazione sarà finita.

La fig. 1264 mostra un altro modo d'applicazione dello stesso apparecchio, il quale in questo caso è solidamente fissato ad una delle razze della puleggia per mezzo di bulloni uncinati.



Le funi delle trasmissioni telodinamiche hanno una durata relativamente limitata.

Trattandosi di impianti bene studiati ed eseguiti nelle migliori condizioni (al che si oppongono talvolta le circostanze locali), si può ritenere che la durata di una fune di ferro sarà di 2 a 3 anni al più. Per piccole distanze fra due stazioni successive, e per grandi velocità della fune, la durata di questa si riduce ad l'anno, ed anche a meno.



Le funi di acciajo hanno, in generale, una durata assai maggiore. Sostituendo ad una fune di ferro un'altra di acciajo dello stesso diametro, il che equivale a far lavorare l'acciajo allo stesso sforzo che il ferro, si può contare sopra una durata della fune più che doppia. Naturalmente aumentando la tensione unitaria totale K della fune se ne diminuisce la durata. In ultima analisi, adunque, il vantaggio delle funi di acciajo su quelle di ferro si riduce ad una maggior durata a parità di diametro e quindi di peso; oppure si può adottare una fune più piccola, e perciò più leggiera, contentandosi d'avere la stessa durata.

Nella trasmissione telodinamica di Zurigo, trasmettendo 100 cavalli-vapore con funi di 18 mm. di diametro, con una velocità di 20 metri e con una distanza fra le stazioni di ricambio di 100 metri, si aveva (alcuni anni or sono) una durata massima delle funi di 500 giorni; la durata media era di soli 300 giorni. Le funi impiegate erano ora di ferro, ora di acciajo; queste ultime però non presentavano la maggior durata che se ne sarebbe potuto aspettare, data la bontà del materiale. Oggidl però si usano esclusivamente funi di acciajo, le quali hanno una durata notevolmente maggiore (alcune funi di filo di ferro dopo 5 mesi di funzionamento si trovarono fuori di servizio).

Nella trasmissione di Sciaffusa la durata media delle funi è di 15 mesi; ricordiamo che in questa trasmissione la distanza fra le stazioni è di 117 metri, e che si trasmettono 450 cavalli-vapore per mezzo di due funi di 28 mm. di diametro, con una velocità di 24 m. al secondo, e con un diametro delle puleggie di m. 4,900.

Le funi di filo di ferro della fabbrica Stein (Mulhouse e Belfort), usate a Zurigo, presentano, quando si trovano poste fuori di servizio, un allungamento del 2º/o circa (vale a dire di 4 metri su una lunghezza di fune di 200 m.). Secondo la Casa costruttrice, esse possono essere accorciate 10 volte (di 40 cm. ogni volta) prima di divenire inservibili.



Alla durata delle funi delle trasmissioni telodinamiche contribuisce assai la loro buona manutenzione, la quale del resto si riduce ad una buona lubrificazione, fatta ogni quindici giorni.

Il lubrificante non deve essere troppo fluido, altrimenti viene projettato via, per la massima parte, dalla forza centrifuga, lasciando ben tosto la fune all'asciutto; nè deve essere troppo spesso e consistente, altrimenti si attacca alla gola delle puleggie, che ne vengono riempite, e se ne stacca poi a pezzi, sotto la pressione della fune.

Un buon lubrificante si ottiene, secondo il Meissner, mescolando assieme le seguenti sostanze: 30 litri di catrame di legno (e non catrame di carbon fossile); 1-2 Kg. di colofonia; 3-4 Kg. di olio (olio di lino od avanzi degli olii lubrificanti delle macchine).

Nell'inverno converrà accrescere la dose dell'olio e diminuire quella della colofonia; il contrario si farà in estate, durante i grandi calori.

Si ottiene pure un buon lubrificante mescolando assieme del sego e del catrame.

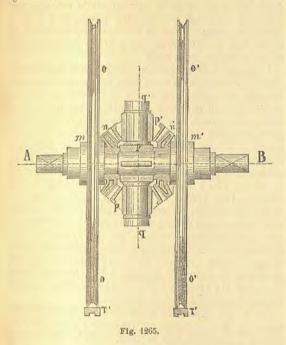
Come dicemmo, è bene fare la lubrificazione ogni due settimane. Non è però necessario usare ogni volta le miscele a base di catrame; anzi conviene alternare una tale lubrificazione con una semplice spalmatura di olio di lino cotto, fatta una volta al mese.

Alcuni usano, per lubrificare le funi delle trasmissioni telodinamiche, una miscela di <sup>2</sup>/<sub>3</sub> di catrame ed <sup>1</sup>/<sub>3</sub> di pece, a cui si è addizionato un poco di sego.

## Apparecchio differenziale di Ziegler.

Nelle trasmissioni telodinamiche di grande potenza è spesso indispensabile, sempre utile, non affidare tutto il lavoro da trasmettersi ad un'unica fune, ma sì a due contigue, fra loro parallele. Oltre al poter applicare la telodinamia a trasmettere lavori molto più ragguardevoli, si ottengono per tal guisa due altri vantaggi, cioè: 1º molto maggior facilità nel collocare a sito la corda; 2º possibilità di non interrompere totalmente il lavoro quando in un punto della trasmissione si guastasse ma fune.

Ma, acciocchè una tale disposizione raggiunga completamente il suo scopo, è necessario far sì che le due funi si dividano sempre tra loro in parti eguali lo sforzo da trasmettere, ossia che esse siano in ogni istante egualmente tese.



La risoluzione di questo problema, la quale segnò uno dei più grandi progressi della telodinamia, fu trovata, ed attuata in modo assai semplice ed ingegnoso, dall'ingegnere Ziegler verso il 1864, coll'apparecchio da lui detto differenziale (differentialgetriebe), di cui la casa J. Rieter di Winterthur assunse la costruzione (1).

L'apparecchio differenziale di Ziegler è rappresentato nella figura 1265. A B può essere tanto l'albero conduttore quanto l'albero condotto; sul medesimo sono folli due ruote coniche n, n', i cui mozzi prolungati sopportano le due grandi puleggie o, o' che devono ricevere le funi. Queste adunque sono solidali colle anzidette ruote coniche. Le due ruote n, n' sono poste tra loro in comunicazione per mezzo di due altre ruote coniche p, p' che con loro ingranano, e le quali possono liberamente girare attorno ai due perni q e q', uniti ad angolo retto e solidali coll'albero A B, col quale formano come una croce.

Due di questi apparecchi identici, posti l'uno fra le due puleggie motrici, l'altro fra le due puleggie condotte, costituiscono il sistema differenziale dell'ing. Ziegler.

Riesce anzitutto evidente che, se le due funi sono egualmente tese, la trasmissione del moto con questo sistema avviene non altrimenti che se le quattro puleggie fossero direttamente calettate nel modo ordinario sui loro alberi; poichè, se la differenza delle tensioni nei due tratti della fune è la stessa per tutte e due le puleggie, sarà anche la stessa la forza tangenziale che le fa girare, e non v'è ragione perchè le medesime debbano girare con velocità differenti; perciò le ruote coniche p e p', essendo egualmente sollecitate, dalle due parti, dalle ruote n ed n', non roteranno attorno ai rispettivi perni, ma si muoveranno, in un colle puleggie e coll'albero A B attorno all'asse di quest'ultimo, come se tutti gli organi dell'apparecchio fossero fra loro solidali. In tal caso, adunque, l'apparecchio propriamente non funziona.

Ma vediamo che cosa succeda nel caso in cui una delle funi sia più tesa che l'altra, o meglio nel caso in cui la differenza fra le tensioni dei due tratti di una fune sia diversa dalla differenza delle tensioni dei due tratti dell'altra fune.

Supponiamo dapprima che la fig. 1265 rappresenti l'apparecchio conduttore, ed ammettiamo, per un istante, che la differenza delle tensioni dei due tratti della fune sia maggiore per la puleggia o che per la o'. Evidentemente le ruote p e p' avendo dalla parte di o' una minor resistenza da vincere che dalla parte di o, prenderanno a girare in guisa che la puleggia o' ne riceverà un moto più veloce che la o. L'albero A B girerà con una velocità angolare media fra le due velocità angolari di o e di o'.

Se, per l'opposto, supponiamo che l'apparecchio rappresentato in figura sia quello dell'albero condotto, avverrà che le ruote p e p' riceveranno dalla parte di o una pressione maggiore che dalla parte di o', epperciò prenderanno a girare in modo che o avrà una velocità maggiore che non o'; ed anche qui la velocità angolare dell'albero AB sarà la media di quella delle due ruote. Ma le velocità angolari dei due alberi, conduttore e condotto, devono evidentemente essere uguali; dunque pella fune più tesa, che per ipotesi è quella che si appoggia alle due puleggie o, la puleggia motrice si muoverà più lentamente, e la puleggia condotta più rapidamente, e perciò la fune si allenterà; viceversa, per la fune che abbraccia le due puleggie o', avrà un moto più veloce la puleggia conduttrice, e meno veloce la condotta, e perciò la fune dovrà necessariamente tendersi. E così seguiterà la fune più tesa a rallentarsi, e la meno tesa a tendersi, fintantochè le loro tensioni non siano perfettamente eguali; è bensì vero che praticamente, a motivo della resistenza d'attrito, non è possibile ottenere una tale perfetta eguaglianza, ma la differenza fra le due tensioni si manterrà sempre inferiore ad un certo limite, sufficiente per la pratica.

Per far si che inizialmente le due funi abbiano la stessa tensione, non si ha che a dare a queste la stessa lunghezza; e per verificare se questa eguaglianza di tensione iniziale esista, basta riconoscere se le saette delle due funi siano eguali. In tal caso, quando il sistema sarà in moto, l'eguaglianza delle saette sarà ancora una prova che l'apparecchio funziona soddisfacentemente.

nella quale è detto non aver esso mai parlato nè avuto a che fare col signor Brown per ciò che riguarda la trasmissione telodinamica di Sciaffusa, ove fu applicato per la prima volta l'apparecchio in discorso, Questa dichiarazione porta la data di Winterthur, 8 luglio 1867 (G. FERRARIS, Op. cit.).

<sup>(1)</sup> Il numero del 22 febbrajo 4867 del giornale The Engineer dice che la prima idea dell'implego del sistema differenziale nelle trasmissioni con funi metalliche appartiene all'inglese Charles Brown; ma nel 5º fascicolo del 42º volume (anno 4867) dello Schweizerische polylechnische Zeitschrift trovasi una dichiarazione dell'ingegnere Ziegler

Venendosi a rompere una delle funi, la trasmissione può continuare a funzionare coll'altra. E ciò quand'anche ciascuna delle funi non fosse capace di trasmettere che metà del lavoro che si sviluppa quando le puleggie hanno la velocità angolare dei due alberi motore e condotto. Basterà, a questo fine, impedire in un modo qualunque di ruotare alle puleggie su cui si avvolgeva la fune che si è rotta, poichè allora, in grazia dell'apparecchio differenziale, le altre due puleggie prenderanno a girare con velocità angolare doppia di quella degli alberi, epperò tutto il lavoro potrà essere trasmesso con una tensione della fune eguale alla metà della tensione primitiva.

#### Dati relativi ad alcune fra le più importanti trasmissioni telodinamiche esistenti.

Allo scopo di mettere meglio in evidenza l'importanza della trasmissione a distanza per mezzo di funi metalliche, faremo un breve cenno di alcune fra le principali trasmissioni di tal genere che vennero impiantate in diverse località.

Una delle più grandiose trasmissioni telodinamiche è quella di Sciaffusa, installata fin dal 1866 per la « Società dei lavori idraulici di Sciaffusa » (Schaffhausener Wasserwerks) dalla casa costruttrice J. J. Rieter e C. di Winterthur, la quale è assai favorevolmente conosciuta per i diversi impianti di questo genere, eseguiti tutti sotto la direzione del suo ingegnere Davide Ziegler, da noi più volte citato nel corso di questo scritto. Sono 760 cavalli di forza che, forniti dalle acque del Reno. vengono, con circa 1500 m. di trasmissione, portati in città e distribuiti a prezzo bassissimo agli industriali; il flume è per ben quattro volte attraversato da altrettante diramazioni della trasmissione principale, ed è sul fiume stesso che si elevano quelle maestose stazioni da cui la forza si diparte per diramarsi in tutti i sensi, e percorrere in tutti versi le vie della popolosa città.

L'idea di applicare la trasmissione con funi metalliche all'utilizzazione delle forze dei fiumi, e particolarmente del Reno, era nata all'Hirn stesso, che, mentre produceva la sua invenzione a Londra nel 1862, già immaginava di creare in vicinanza del Reno vaste manifatture che ivi avrebbero potuto avere a disposizione molta forza motrice a basso prezzo; e fin d'allora si trattò di creare una « Società per l'utilizzazione della forza del Reno ». la quale, non riuscita a costituirsi, ricomparve poi per iniziativa di H. Moser sotto il nome di Wasserwerks-Gesellschaft in Schaffausen. L'opera a cui intendeva questa Società venne brillantemente condotta a termine per modo che, all'Esposizione di Parigi del 1867, bastò l'insegna del grande lavoro per procacciare all'ingegnere Ziegler, che ne diresse l'esecuzione, la medaglia d'oro.

Faremo una descrizione sommaria di questo grandioso impianto, dolenti che non ci sia permesso di illustrarla e completarla con disegni. Il lettore desideroso di più ampii particolari può ricorrere al periodico « Schweizerische polytechnische Zeitschrift », che nel vol. XII (fascicoli 1, 2, 3, 5 e 6) dà una dettagliata descrizione dei lavori.

Per mezzo di una diga, della larghezza di circa 200 m., stabilita attraverso al fiume Reno, si creò un grande salto d'acqua, con una caduta di m. 4,20 nei tempi di piena, e di m. 4,80 in tempo di magre. (È notevole la costruzione di questa diga, in legno, ferro e ghisa, e senza fondazioni). La forza complessiva così creata, di 760 cavalli-vapore effettivi, viene raccolta su tre turbine, della forza di 200, 260 e 300 cavalli rispettivamente.

Queste turbine sono del tipo Jonval e sono doppie, cioè hanno due ordini di canaletti direttori, distribuiti su due circonferenze concentriche, e due ordini di palette motrici. L'edifizio delle turbine costituisce una delle parti più notevoli dell'opera; un'ampia descrizione di questo impianto, corredata da disegni, si trova nel libro di G. Meissner « Theorie und Bau der Turbinen und Wasserräder » (pag. 573-580). Un elegante sistema di colonne di ghisa sostiene le turbine, ed un ingegnoso insieme di saracinesche ne regola il lavoro. Dalla turbina posta più a valle del fiume vengono derivati direttamente 200 cavalli-vapore per mezzo di un albero di trasmissione in ferro fucinato, di 160 mm. di diametro. il quale trasmette il lavoro ad un secondo albero di acciajo, inclinato, del diametro di 120 mm. e lungo 170 metri, destinato a fornire la forza motrice ad un'officina posta in alto (la Mechanische Bindfadenfabrik). Altri 30 cavalli vengono derivati dalla medesima turbina per mezzo di una piccola trasmissione a funi di ferro che costeggia per un tratto la sponda sinistra del fiume, indi lo attraversa, per portare la forza motrice ad un sobborgo della città.

L'eccesso di forza motrice sviluppato da detta turbina viene riversato, in un colla forza complessivamente sviluppata dalle altre due, sopra un unico albero di ferro orizzontale che sovrasta alle turbine, per mezzo di tre ingranaggi conici. Questo albero si appoggia su 5 sopporti sostenuti da robuste travi di ferro, ed ha un diametro di 20 cm.; esso porta una puleggia destinata a condurre un moderatore della velocità, e due grandi puleggie di ghisa del diametro di m. 4,50, distanti fra di loro m. 1,50 e mosse da interposto apparecchio differenziale (fig. 1265). Da queste puleggie si dipartono le due funi che, attraversando il fiume, vanno a dar moto alla trasmissione principale. Queste funi, che trasmettono complessivamente un po' più di 500 cavalli, ad una distanza di m. 117,60, sono composte ciascuna di 8 trefoli, ed ogni trefolo è fatto di 10 fili del diametro di mm. 1,85, avvolti su un'anima di canapa; il diametro della fune è di 27 mm.; la velocità è di m. 18,84 al secondo. La saetta del tratto conduttore è di m. 1,80 circa.

Dette funi, dopo aver attraversato alquanto obliquamente il fiume, vanno ad avvolgersi sopra due altre puleggie identiche alle motrici, installate nella prima stazione K, destinata a deviare la trasmissione press'a poco ad angolo retto, per avviarla lungo la sponda destra del fiume. L'albero di queste due ultime puleggie, mediante un ingranaggio conico, imprime un movimento egualmente veloce all'albero di due altre puleggie poste in piani ad un dipresso perpendicolari a quelli delle prime. Una seconda stazione K1 di ricambio e di diramazione sostiene due puleggie a doppia gola poste nei piani delle precedenti, e che ne ricevono le funi. Altre due funi, che si avvolgono sulle ruote medesime, ma nelle altre gole, vanno similmente a mettere capo in una terza stazione K<sub>2</sub>. Da questa alla quarta stazione, K<sub>3</sub>, succede lo stesso. Quest'ultima, oltre ad essere una stazione di diramazione, è pure una stazione d'angolo, dovendo deviare leggermente la trasmissione principale per mantenerla presso la sponda del fiume. Essa ha perciò 4 puleggie, due a due su un medesimo albero; ed un ingranaggio conico collega i due alberi. Da questa stazione alla successiva, K, si hanno ancora due funi; dalla K, all'ultima, K, si ha una fune sola.

Da ciascuna delle anzidette stazioni si dipartono le diramazioni, fatte ora con alberi, ora con funi minori, a seconda della distanza. Dalle stazioni  $K_3$ ,  $K_4$  e  $K_5$  se ne dipartono, fra le altre, tre, le quali riattraversano il

fiume, per distribuire la forza motrice sulla sponda sinistra. Quella che si distacca dalla stazione  $K_2$  percorre per una lunghezza superiore ai 500 m. una delle vie della città, ed alimenta ben nove diramazioni secondarie.

La distanza fra le puleggie motrici e la prima stazione Kè, come già dicemmo, di m. 117,60; quella della stazione K alla K<sub>3</sub> è di 450 m.; e quella dalla K<sub>3</sub> al termine della trasmissione principale è di altri 450 m. Cosicchè la totale lunghezza della trasmissione principale (non comprese le diramazioni) è di m. 1017 circa.

Il prezzo della forza motrice somministrata da questa trasmissione, oscilla fra 150 e 200 lire per cavallo e

per anno

Un'altra trasmissione di grande importanza è quella di Bellegarde, eseguita per conto della Compagnie générale de Bellegarde dalla stessa casa costruttrice J. Rieter e C., sotto la direzione dell'ing. Ziegler. Detta Compagnia, fondatasi nel 1872, aveva per iscopo di utilizzare i 12000 cavalli-vapore che potrebbero fornire complessivamente il Rodano e la Valserine. A tal fine venne anzi tutto progettato un impianto di 5 turbine Jonval, ognuna delle quali, con una caduta massima di m, 13,01 ed una portata minima di m3 5,188, o con una caduta minima di m. 11,08 ed una portata massima di m3 6,092, somministra una forza motrice di 630 cav.vap. (con un rendimento del 70 %). Una completa de-scrizione di questo impianto di turbine si può leggere nell'opera del Meissner sopra citata. La forza motrice viene trasmessa, per mezzo di funi metalliche, sull'altipiano di Bellegarde, e distribuita ad un prezzo variabile fra 200 e 300 lire per cavallo e per anno. Ecco alcuni dati su una delle trasmissioni, la quale prende dalla relativa turbina una forza di 300 a 400 cavalli, per portarla ad una fabbrica di fosfati. La lunghezza complessiva della trasmissione principale è di m. 906,8; la distanza massima fra due stazioni successive è di m. 193,30. Le funi hanno un diametro di 32 mm. e sono composte di 8 trefoli, ciascuna di 9 fili del diametro di mm. 2,2; la velocità della fune è di m. 20,15 al secondo; il diametro delle puleggie di m. 5,50. Queste puleggie fanno 70 giri al minuto.

La Compagnia avendo fatto cattivi affari, l'esecuzione del grandioso progetto si limitò all'utilizzazione di una piccola frazione della forza disponibile.

La Société générale suisse des eaux et forêts di Friburgo ha fatto eseguire sulla Sarine, sempre dalla stessa casa J. Rieter e C., un impianto di turbine colle quali si ricava da questo torrente una forza di 600 cav.vap., di cui 300 circa sono trasportati, per mezzo di una trasmissione per funi, a diversi stabilimenti industriali posti ad una grande distanza dall'impianto idraulico (1). La prima parte della trasmissione, divisa in 5 tratti, ciascuno di 153 m. di lunghezza, si innalza anzitutto di metri 81,84 per far capo ad una segheria. La fig. 1256 rappresenta una pila di una stazione intermedia di questa prima parte, la quale ha una grande altezza, e porta due puleggie di sostegno. In questa trasmissione la seconda stazione si trova collocata in una galleria eseguitasi appositamente per il passaggio della fune. Questa è costituita di 10 legnuoli, di 9 fili ciascuno; il diametro dei fili è di mm. 1,8; il raggio delle puleggie è dim. 2,250, il numero dei giri è di 81 per minuto, quindi la velocità della fune è di 19 m. Al di là della segheria,

la forza che rimane ancora disponibile si trasmette, per mezzo di stazioni di divisione, ad una serie di altri stabilimenti (fabbriche di veicoli ferroviari, di ingrassi, fonderie, ecc.). La lunghezza totale della trasmissione è di 2010 metri.

Merita pure di essere ricordata l'installazione di turbine e di trasmissioni telodinamiche che il municipio di Zurigo fece eseguire dalla ditta Escher-Wyss e C. per l'utilizzazione della forza motrice della Limmat. In questa trasmissione le pile, per le circostanze locali, dovevano essere molto elevate, e perciò furono costrutte in ferro. La fig. 1257 rappresenta appunto una stazione di ripartizione di questa trasmissione. La trasmissione passa dalla sponda destra del flume, presso la quale sono impiantate le turbine, alla sponda sinistra, sulla quale scorre per una lunghezza di circa un chilometro. Il primo impianto forniva 150 cavalli-vapore, di cui 80 sono distribuiti lateralmente, per mezzo di stazioni di divisione, a diversi stabilimenti.

Attualmente le turbine che funzionano sono in numero di otto; e la forza totale che esse possono raccogliere dalla corrente della Limmat è di 900 cav.-vap., di cui 750 servono all'alimentazione idraulica della città, pei bisogni domestici e industriali.

La trasmissione di Oberursel, presso Francoforte sul Meno, della quale abbiamo dato, nella fig. 1254, il disegno di una delle stazioni di ricambio, trasmette 104 cav.-vap. ad una filatura situata alla distanza di 966 metri. Questa trasmissione è divisa in 8 tratte.

Citiamo ancora la trasmissione telodinamica costrutta dall'ing. Wischnegradski nelle vicinanze di Pietroburgo, colla quale si trasmettono da 180 a 200 cav.-vap. pel servizio del polverificio imperiale. Da ciascuna delle dieci stazioni, che comprende la trasmissione, si diparte un albero di trasmissione che fornisce la forza motrice ai varii reparti dell'officina.

E terminiamo questi brevi cenni con alcuni dati sulla Trasmissione telodinamica alla R. Fabbrica d'armi di Torino, tolti da una Memoria dell'ing. R. Brayda.

La R. Fabbrica d'armi situata in Valdocco, avendo bisogno di una nuova forza motrice per ampliare le sue officine, il municipio si offerse di procurargliela, approfittando della forza del canale della Ceronda.

L'Uffizio d'Arte studiò il tracciato, la disposizione delle turbine, da cui avere la forza, i sostegni delle puleggie; la casa Socin e Wick di Basilea provvide tutto il materiale occorrente alla trasmissione: turbine, ingranaggi e puleggie; e la ditta Martin Stein e C. di Mulhouse fornì la fune metallica.

Sul ramo destro del canale della Ceronda, nel Borgo San Donato (via Bonzanigo) è sito il casotto della turbina, la quale è posta in moto dal detto canale, con una caduta di metri 4,25 ed una portata di 1700 a 1900 litri. La forza motrice viene trasmessa alla Fabbrica d'armi, mediante una trasmissione rettilinea della lunghezza complessiva di m. 650,75, con quattro stazioni di ricambio, che dividono l'intera trasmissione in cinque tratte o sezioni di cui le prime quattro sono di eguale lunghezza (134 metri), e l'ultima è alquanto più corta (m. 114,75).

A 134 metri di distanza dalla puleggia motrice si innalza la prima stazione, costituita da una torre del-

<sup>(1)</sup> Vi era pure il progetto di trasportare sull'altipiano di Pérolles, per mezzo di quattro distinte trasmissioni telodinamiche, una forza

di 2100 cav -vap. forniti dalla cascata della Sarine. Non sappiamo se il progetto sia stato attuato.

l'altezza complessiva di m. 21,60. Questa torre è più elevata delle altre, affinchè la fune non possa recar disturbo, nel caso di prolungamento della via Bonzanigo, che corre ad un livello superiore a quello dei terreni circostanti. Gli assi delle puleggie delle torri successive sono ad un'altezza compresa tra gli 11 ed i 12 metri sopra il livello del terreno.

Queste torri sono in muratura ed hanno la forma cilindrica. Ad ogni piano una risega ne restringe il diametro, ed internamente la forma è di un tronco di cono. La muratura è fatta di pietrame, con doppie cinture di mattoni alla distanza di 1 metro l'una dall'altra; la fondazione ha dimensioni tali da rendere impossibile

qualunque rovesciamento.

La casa Stein, onde ottenere la forza di 75 cavalli che la Città si proponeva di trasmettere, stabilì la velocità della fune di 25 m. al secondo, e di 17 mm. il suo diametro. Questa fune consta di un'anima centrale di canapa incatramata, attorno alla quale si avvolgono secondo eliche sei trefoli, formati ciascuno da 10 fili di ferro, del diametro di mm. 1,328, avvolti essi pure ad elica attorno ad una piccola anima di canapa. Il raggio delle puleggie venne fissato colla regola della casa Stein (R = 1000d) in metri 1.75.

Il tratto conduttore delle funi fu disposto inferiormente, affine di poter fare le torri di sostegno relativamente basse senza che il tratto condotto strisciasse sul

Il costo totale della trasmissione fu di circa 75000 lire, ripartite come segue:

Opere di struttura murale . . . . L. 22 000 Alla casa Socin e Wick pel materiale della trasmissione, di cui: per la turbina. . . . . L. 7500 per puleggie ed ingranaggi. . » 23 100 Aggio, dogana e trasporto » 7650 Totale L. 38 250 Alla casa Martin Stein per le funi metalliche . . . . . . . . . . . L. 5 000

7 900 Totale L. 75 000

Questo costo è assai elevato, ma deve attribuirsi alle difficili condizioni dell'impianto, e specialmente all'aver dovuto assegnare alle torri di sostegno una grande altezza, la quale permettesse di sollevare le funi in guisa da non incagliare il transito nei terreni sottostanti.

Nella seguente tabella sono raccolti i dati principali che si riferiscono alle trasmissioni telodinamiche da noi descritte, e ad alcune altre.

IMPIANTO	Forza motrice in cavvap.	Distanza delle stazioni	, Diametro della fune	Diametro delle puleggie	Numero dei giri al minuto	Velocità della fune al secondo	Tensione h in Kg. per mm¹	Tensione k' (dovuta all'inflessione) in Kg. per mm²	OSSERVAZIONI
Società dei lavori idraulici di Sciaffusa	450	m.	mm.	m. 4, 900	93, 3	m. 24	8, 2	7,5	2 funi, ciascuna calcolata per l'intero lavoro.
Impianto idraulico della città di Zurigo	100	100	18	3,500	_	20	5,8	8,5	Tensione totale: K=14,3 Kg. per mm <sup>2</sup> .
Id., trasmissione principale	200	100	25	5,000	_	20	6,0	5,0	K=11 »
Emmendingen	12	56	13	3,760	78	15	_	_	_
Freienstein, presso Zurigo	17	60	12	$\frac{3,000}{1,740}$	75	11,77	_	-	_
Bellegarde	630	130	34	5,500	70	20, 20	10	5,0	K=15 Kg. per mm <sup>2</sup> .
Oberursel (Francoforte s/M.).	100	98, 40	15	3,750	114	22	8, 1	8,5	K=16,6 »
Impianto idraulico di Friburgo	300	150	30	4,500	85	24	-	-	-

## Disposizioni per grandi trasmissioni telodinamiche.

Sistema del prof. Reuleaux. - Gli esempi citati precedentemente bastano per dare un'idea dei servizi segnalati che può rendere la trasmissione per funi metalliche, e per mettere in evidenza il posto importante che, in poco tempo, essa è giunta ad occupare nelle grandi installazioni per trasporto di forza motrice. Le applicazioni di questo sistema di trasmissione, fra le quali alcune sono veramente grandiose, attestano la praticità del medesimo dal punto di vista della costruzione, e costituiscono soluzioni soddisfacenti del problema stabilito in ogni caso particolare. Tuttavia sembra ancora possibile di arrecare dei perfezionamenti alla disposizione generale, specialmente quando si tratta di trasmettere una forza considerevole ad una grande distanza, e che per conseguenza la trasmissione per funi deve essere divisa in un gran numero di tratte. In questo caso

il sistema dello Ziegler, colle puleggie intermedie, riesce incontestabilmente utile, ed è anzi, si può dire, il solo impiegato; esso però non è scevro da inconvenienti fra i quali citeremo i seguenti:

a) La grande altezza che si è sovente obbligati di dare ai sostegni, all'elevazione dei quali contribuisce ancora il diametro notevole necessario per le puleggie.

b) La larghezza che è indispensabile di dare ad ogni sostegno, non solo perchè questo deve essere abbastanza elevato affinchè il ramo inferiore della fune sia ad un'altezza sufficiente al disopra delle strade, ma ancora perchè, nel caso di una sola fune, deve essere capace di resistere al grande sforzo di trazione a cui trovasi sottoposto, e che tende a produrne il rovesciamento.

c) La necessità di costrurre molto solidamente i sostegni delle stazioni di divisione o di diramazione, in causa degli ingranaggi che vi si trovano collocati sopra.

d) Le perdite di forza causate dalla rigidezza della fune, perdite delle quali fino al giorno d'oggi non si tenne conto, o che si considerarono attribuendo però alle medesime valori troppo piccoli, stante la mancanza di dati attendibili sulla rigidezza delle funi metalliche.

e) Le interruzioni che porta nel servizio la necessità di ritendere la fune allorquando essa diviene troppo

allentata.

f) La necessità di dare alla fune una tensione sufficiente in estate, nella quale stagione, stante l'elevata temperatura, la fune subisce il suo massimo allungamento; conseguentemente poi, durante la stagione fredda, essa si trova ad avere inutilmente un eccesso di tensione.

g) Il fatto che le puleggie di trasmissione stabilite all'esterno, presso le pareti del fabbricato dello stabilimento, lanciano tutt'attorno le materie lubrificanti la fune, ed insudiciano il fabbricato, nonchè tutto lo spazio

sottostante alle pulegge.

h) La necessità di dare alle pulegge intermedie una grande resistenza e quindi un peso assai considerevole in causa delle forti tensioni delle funi, il che ha per conseguenza di aumentare il consumo di forza per

l'attrito che si sviluppa nei perni.

Da tutto ciò appare evidente che sarebbe assai vantaggioso il poter giungere a disposizioni che permettessero l'impiego di sostegni poco elevati e leggieri, e di poter tendere facilmente le funi, possibilmente in modo automatico. Sarebbe pure conveniente il poter diminuire il numero delle aperture nei muri dei fabbricati, collocare le puleggie motrici nell'interno del fabbricato dell'officina, dove per mezzo di involucri sarebbe facile porsi al riparo dalla projezione delle materie lubrificanti, ed infine impiegare delle pulegge molto leggiere.

Tutti questi vantaggi, secondo il prof. Reuleaux, possono essere ottenuti, in modo molto soddisfacente,

colle seguenti disposizioni da lui ideate (1).

In primo luogo conviene che, in una trasmissione per funi, l'organo trasmettitore della forza sia costituito da una fune unica, senza fine, dalla puleggia conduttrice alla puleggia condotta, e ciò affinche nel maggior numero possibile le pulegge abbiano ad agire come pulegge portanti, e possano per conseguenza essere di costruzione leggera. In secondo luogo sarebbe conveniente che i due rami della fune fossero alla medesima altezza sul suolo, essendo quest'altezza la minore che si possa ammettere compatibilmente colle circostanze locali.

A tale scopo, nel locale della forza motrice, che noi chiameremo col nome di stazione della forza motrice, calettiamo la prima puleggia di trasmissione  $T_1$  (fig. 1266) direttamente sull'albero della macchina motrice o sopra un albero collegato al primo per mezzo di ingranaggi; facciamo in seguito passare il ramo conduttore, che è il maggiormente teso, sopra una puleggia di guida L1, rotante sopra sopporti fissi e posta nell'interno della sala delle macchine; al di là di questa puleggia il ramo

avrà una direzione orizzontale od inclinata.

Portiamo poi il ramo condotto a passare dalla puleggia  $T_1$  sopra una puleggia di tensione L' girevole sopra sopporti fissi ad un carrello che può scorrere sopra rotaje orizzontali parallele al piano della prima tratta o sezione della trasmissione, e che è tirato all'indietro dall'azione di un peso di poco superiore al doppio della tensione t. Distaccandosi da questa puleggia di tensione che lo porterà alla stessa altezza del ramo

conduttore, il ramo condotto uscirà dal fabbricato per correre, come il primo, per tutta la lunghezza della prima tratta della trasmissione. Il carrello di tensione e le rotaje su cui esso può scorrere sono qui riparati dal tetto del fabbricato della stazione della forza motrice; ciò suppone che i locali vicini, e quelli che si trovano al disotto, possano essere utilizzati per altri scopi, cioè per magazzino, officina, appartamento pel guardiano, ecc.; in caso contrario l'apparecchio tenditore potrebbe essere collocato all'aria libera.

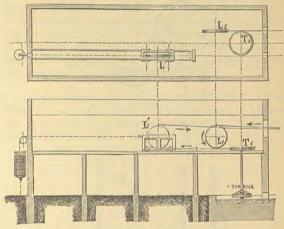


Fig. 1266.

Le stazioni per i due rami si riducono a semplici stazioni di sopporto, alla condizione però che sopra tutto il percorso non occorra alcuna distribuzione di forza, Se la trasmissione è, come si dice, una trasmissione normale, bisogna, affinchè i due rami abbiano la medesima freccia, che la distanza dei sostegni per il ramo condotto sia la metà solamente di quella dei sostegni pel ramo conduttore (fig. 1267); le stazioni semplici si trovano, in tal caso, alternate colle stazioni doppie, cioè a due puleggie.

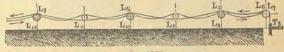


Fig. 1267.

Nel caso in cui non è necessario nessun cambiamento di direzione, i due rami della fune scorrono sino al fabbricato dell'officina, a cui la trasmissione è destinata, restando in piani paralleli, la cui distanza è precisamente eguale al diametro della puleggia motrice T1; penetrando poi nel fabbricato dell'officina, o in un corpo avanzato essi passano sopra due puleggie di guida verticali L6, L7, e da esse sopra la puleggia di trasmissione T<sub>2</sub>, collocata in un piano verticale perpendicolare a quelli delle puleggie-guide.

Quando la macchina motrice si ferma, il ramo condotto della fune tende a tirare il carrello di tensione verso la motrice stessa, perchè allora i due rami pren-

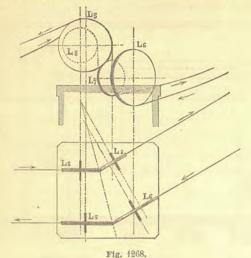
dono la medesima tensione  $\frac{1}{2}(T + t)$ . Per precauzione si possono collocare all'estremità della via che deve per-

correre il carrello dei respintori a molla.

Si potrebbero pure collocare i sopporti della prima puleggia-guida L, del ramo conduttore contro i respintori a molla, ciò che permetterebbe di fare comodamente delle esperienze dinamometriche.

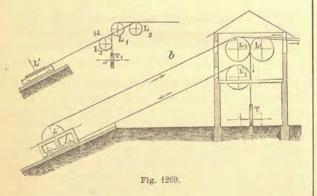
<sup>(</sup>i) F. REULEAUX, Le Constructeur, troisième édition française par A. Debize. Paris, F. Savy, 1890.

Quando poi la trasmissione passa dallo stato di riposo a quello di movimento, il carrello tenditore L' prende a retrocedere lentamente, e finisce per dare al ramo condotto la tensione conveniente t. Quanto più la fune al principio del suo impiego si allunga, tanto più il carrello di tensione si porta indietro; i respintori a molla possono però, in ogni caso, venirgli accostati convenientemente, in modo da lasciargli una medesima lunghezza di corsa. Ma quando, in causa di questo allungamento,



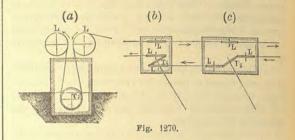
il carrello retrocedendo arriva alla sua posizione limite, allora diviene indispensabile il tagliare la fune per raccorciarla, riunendone i due capi con saldatura o con altro mezzo di giunzione. Giova osservare intanto che l'allungamento della fune nuova avviene, in questo sistema, in un grado minore di quello che si ha nel caso di una trasmissione con puleggie intermedie di ricambio, eciò perchè sono meno numerosi gli avvolgimenti sulla metà della circonferenza delle puleggie.

Per lo stesso motivo il consumo della fune viene ad essere di molto diminuito.



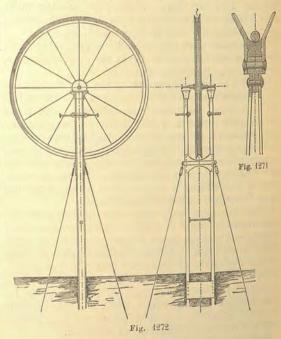
Allorquando è necessario stabilire delle stazioni di risvolto, ossia di cambiamento di direzione, si può adottare la disposizione di puleggie rappresentata nella figura 1268; con questa disposizione ogni ramo della fune esige due sole puleggie, e sono evitate le ruote dentate, il cui impiego è sempre causa di una perdita considerevole di forza.

Se nel fabbricato della stazione della forza motrice la prima puleggia di trasmissione T<sub>1</sub>, anzichè essere orizzontale, è verticale, si può adottare la disposizione indicata nella fig. 1269, colla quale però è necessaria una puleggia-guida di più che nella disposizione precedente. La fig. 1269 a indica ad un tempo come si debbano disporre le cose quando è possibile dare una certa inclinazione alla via su cui scorre il carrello tenditore, nel qual caso il peso stesso del carrello, convenientemente caricato, esercita lo sforzo di trazione necessario. La fig. 1269 b indica la disposizione che si deve adottare quando si vuole che il piano della puleggia di tensione sia parallelo al piano inclinato su cui si muove il carrello.



Se la puleggia condotta T<sub>2</sub>, situata nel fabbricato del· l'officina a cui la trasmissione è destinata, è collocata nel piano verticale di uno dei due rami della fune, per condurre l'altro ramo sulla medesima puleggia basta stabilire una semplice stazione di risvolto.

Se la trasmissione è molto lunga, e perciò sia necessario un gran numero di stazioni di sostegno, la facilità colla quale si possono stabilire delle stazioni di risvolto (fig. 1268) permette di avvicinare i due rami della fune fra di loro tanto quanto si giudichi conveniente.



Le stazioni di diramazione o di divisione si stabiliscono pure, con questo sistema, in un modo tutt'affatto differente da quello finora usato. In primo luogo, in queste stazioni si possono evitare completamente le ruote dentate; in secondo luogo è facile trovare, in ogni caso, disposizioni convenienti per condurre le funi in differenti direzioni.

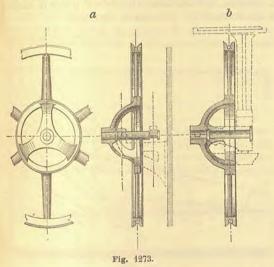
La fig. 1270 indica una di queste disposizioni per il caso in cui l'albero della puleggia da porsi in movimento è ad una certa profondità; (a) corrisponde al caso in cui questo albero è normale ai piani verticali dei due rami della fune; (b) e (c) corrispondono ai casi in cui l'albero suddetto è inclinato per rispetto ai medesimi piani.

Stante i piccoli sforzi ai quali si trovano sottoposte le puleggie portanti nel sistema ora esposto, queste puleggie possono essere costrutte assai leggiere, e perciò in ferro, anzichè in ghisa. La fig. 1271 rappresenta, in sezione trasversale, la forma della gola di una simile puleggia in ferro secondo la costruzione indicata dal Reuleaux.

Anche le pile di sostegno delle stazioni intermedie si

potrebbero costrurre assai leggiere.

Un modo di costruzione assai conveniente di queste pile di sostegno è, per esempio, quello rappresentato nella fig. 1272. Due montanti verticali, formati da ferri ad U, sono incastrati alla loro base in una fondazione murale, e sono rinforzati da tiranti ancorati a blocchi di pietra sotterrati nel terreno; questi montanti portano superiormente i sopporti articolati dei perni delle puleggie. Su ogni montante, al disotto del sopporto, è fissata una sbarra trasversale destinata a servire d'appoggio per una scala. In molti casi la costruzione di una simile pila in ferro riuscirebbe più facile e meno costosa che quella di una pila in muratura.



Del resto le puleggie portanti e quelle intermedie possono pure essere costrutte in ghisa e con una forma molto vantaggiosa; questa forma è indicata nella fig. 1273 a. Il mozzo della puleggia cade al di fuori dell'intervallo compreso tra i due perni, ma il piano mediano della puleggia è ancora, come nelle puleggie usate finora, fra i piani medii dei perni stessi. Le razze sono unite al mozzo per mezzo di una parte curva avente la forma di campana; questa forma, immaginata dal prof. Reuleaux, presenta il vantaggio che, pel suo modo di calettamento sull'albero, la puleggia resta libera sul fianco, senza caricare inegualmente i perni e in direzioni opposte. La fig. 1273 b rappresenta un'altra forma della puleggiacampana. In questa disposizione la campana propriamente detta è costrutta separatamente, e sull'anello che la limita se ne adatta un'altra unita alla corona della puleggia per mezzo di razze diritte. Si ha così il vantaggio di utilizzare un solo modello della campana per puleggie di differenti diametri, mentre che ad un tempo si ha la possibilità di impiegare il ferro per la parte della puleggia che si adatta sulla campana. I due perni poi dell'albero possono essere riuniti in un perno unico collocato in un semplice sopporto rigido; le parti punteggiate delle figure rappresentano due forme differenti

di sopporti.

Colle puleggie ora descritte, i sostegni, siano essi ad una o a due puleggie, diventano molto semplici. La figura 1274 rappresenta un sostegno ad una puleggia, con palo o colonna in legno, avente alla parte superiore il sopporto dei perni che penetra nell'interno della campana della puleggia. La figura 1275 rappresenta un sostegno a doppia puleggia colla colonna di ghisa. La linea punteggiata in D rappresenta un piccolo cappello destinato a proteggere i sopporti.

Il confronto di questo genere di sopporti coll'antico dimostra chiaramente la semplificazione che permette di realizzare l'impiego delle pulegge a campana, ed in generale l'applicazione del sistema di trasmissione che

noi abbiamo ora spiegato.

Una quistione sulla quale occorre richiamare l'attenzione è quella delle variazioni che provano le tensioni nel ramo conduttore della fune allorquando questo ramo ha attraversato una o più stazioni di divisione. Se in

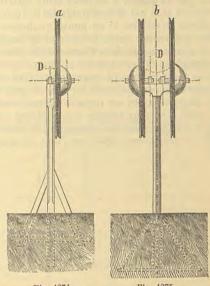
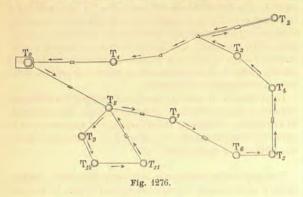


Fig. 1274.

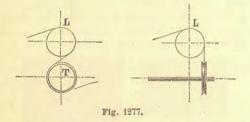
Fig. 1275.

stazioni di questo genere il ramo conduttore cede successivamente delle forze  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ ,  $P_4$ , ecc., misurate queste forze alle periferie delle puleggie, la sua tensione primitiva T si trova diminuita dei valori di queste forze; conviene pertanto tener conto di tali diminuzioni per la determinazione delle frecce da una parte e dall'altra di ogni stazione di divisione. Ogni derivazione di forza che si compia in una stazione di divisione si traduce adunque in una modificazione della tensione della fune; ma la somma di tutte le forze P deve continuare ad essere considerata nella determinazione della tensione t del ramo condotto sulla puleggia conduttrice, dove l'altro ramo possiede la tensione T: ne segue che il calcolo di T e di t si deve fare come precedentemente per mezzo dell'equazione  $T-t=\Sigma P$ . Da ciò si possono dedurre delle conclusioni di una certa importanza.

Se infatti noi stabiliamo come principio la cessione di forza nelle stazioni di divisione, possiamo ripartire la forza totale di una trasmissione per funi fra stazioni di tal genere, ed ottenere così una trasmissione, nella quale una fune unica percorre il circuito intiero, come lo indica in modo schematico la fig. 1276. La fune nel suo percorso abbandona della forza nei punti indicati con T1, T2, T3, T4, .... T11. Essa esce dal fabbricato della stazione della forza motrice sotto un angolo qualunque e collatensione t, e dopo avere descritto il suo ciclo, rientra nel medesimo fabbricato colla tensione  $T = \Sigma P + t$ .



Tutte le tensioni nei differenti tratti della fune si regolano di per se stesse, a seconda della distribuzione della forza che si fa nei diversi punti. Ed in vero quando anche la forza da cedersi in un punto qualunque diminuisca fino a diventar nulla, il carrello di tensione, in seguito ai cambiamenti delle freccie della fune, verrà sempre a portarsi di per se stesso in una posizione tale che sia  $T - t = \Sigma P$ , dove t è una costante. Una trasmissione di questo genere, la quale serve una serie di stabilimenti disposti sopra un circuito chiuso, costituisce ciò che il prof. Reuleaux chiama trasmissione per fune ad anelli o cerchi, e che noi riteniamo più conveniente denominare trasmissione ciclica per fune. Nella fig. 1276



le stazioni di sopporto sono indicate con piccoli rettangoli o con triangoletti, a seconda che la fune conserva, oppure cambia la sua direzione; le stazioni di divisione sono rappresentate con piccoli circoli. In  $T_8$  si vede come si possa unire alla trasmissione principale una trasmissione secondaria pure a circolo chiaso; la quale si può chiamare trasmissione ciclica di secondo ordine. Le stazioni si possono stabilire tutte in modo molto semplice.

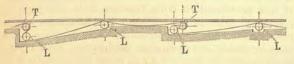


Fig. 1278.

Quelle di sopporto sono ad una sola puleggia nei tratti rettilinei, ed a due puleggie quando havvi cambiamento di direzione. Le stazioni di divisione possono essere stabilite nella maggior parte dei casi con due puleggie tanto pei tratti rettilinei, quanto per quelli ad angolo (fig. 1277) e talvolta anche con una sola, purchè l'arco abbracciato dalla fune sulla puleggia sia sufficiente ad

impedire lo scorrimento; se questa condizione non è soddisfatta, allora sono indispensabili tre puleggie.

Occorre, qualche volta, di avere da stabilire dei tratti

di fune sotterranei (fig. 1278).

In tal caso conviene verificare se in ogni puleggia l'arco a abbracciato dalla fune sulla medesima è sufficiente per la trasmissione del movimento, il che si fa assai facilmente, ricordando la formola:

$$\mathbf{T} = \frac{e^{\mu \alpha}}{e^{\mu \alpha} - 1} \, \mathbf{P}$$

da cui si ricava lo sforzo periferico P

$$P = \frac{e^{\nu \cdot \alpha} - 1}{e^{\nu \cdot \alpha}} T$$

che si può trasmettere con una data tensione della fune T, e con un dato angolo d'abbracciamento α. (Pei valori di  $e^{\mu\alpha}$  vedi la tabella a pag. 694).

Al rapporto  $\frac{e^{\mu \alpha}-1}{e^{\mu \alpha}}$  , che è il reciproco del modulo

di tensione 7, il Reuleaux ha dato il nome di modulo di derivazione (V. REULEAUX, Op. cit.).

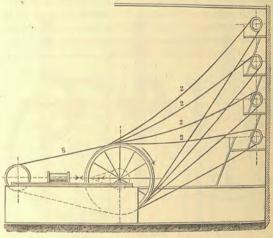
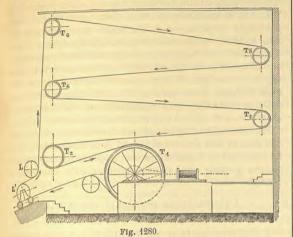


Fig. 1279.

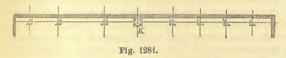
Per quanto abbiamo esposto, siamo ora in grado di applicare la trasmissione ciclica, per funi metalliche, a porre in movimento le macchine di uno stabilimento, e sostituirla con vantaggio alla trasmissione per funi di canapa, grandemente usate fino al giorno d'oggi. La figura 1279 rappresenta una disposizione assai comune di trasmissione con funi di canapa, in una officina a più piani. La macchina a vapore, installata al piano terreno, trasmette la forza motrice, supposta di 256 cavalli-vapore per mezzo di 16 funi di canapa di 50 mm. di diametro. Or bene, alla disposizione della fig. 1279, si può sostituire quella della fig. 1280, impiegando una sola fune in acciajo composta di 60 fili del diametro di mm. 2,15. La fune unica, senza fine, comandata dal volante  $T_1$  della macchina motrice, comunica il movimento di rotazione alle cinque puleggie  $T_2, T_3, \dots T_6$ ; L, L sono puleggieguide, ed L' una puleggia di tensione, che è portata da un carrello di un certo peso, mobile sopra un piano inclinato.

L'impiego della trasmissione ciclica per funi permette in un gran numero di casi, per il comando degli alberi

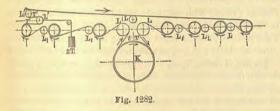
di trasmissione intermedii di uno stabilimento, una disposizione notevolmente più semplice di quella che si poteva ottenere fin'ora coll'impiego delle ruote dentate (che erano generalmente ruote coniche). Ecco alcuni esempi.



La fig. 1281 rappresenta un'installazione di trasmissone per tessitura, come trovasi in molti stabilimenti di tal genere. L'albero principale K comanda con un doppio imbocco conico due alberi longitudinali, i quali



dànno alla loro volta il movimento a sette alberi trasversali per mezzo di ruote dentate d'angolo. La fig. 1282 mostra come gli alberi longitudinali possano essere sostituiti da una fune unica, formante un ciclo chiuso; la



installazione comprende sette puleggie di comando, nove puleggie-guide, ed una puleggia tenditrice L', che è sottoposta ad una trazione eguale a 2T'; le puleggie-guide possono essere costrutte colla forma delle puleggie a campana (V. fig. 1273).

Fig. 1283.

La fig. 1283 rappresenta un'altra soluzione del problema, relativa al caso in cui gli alberi trasversali debbono girare alternativamente a destra ed a sinistra. Delle sette puleggie di comando cinque, risentendo la doppia azione della fune, debbono essere a doppia scanalatura. Se si hanno degli alberi paralleli disposti orizzontalmente gli uni al disotto degli altri, e comandati da un albero principale verticale, si possono pure mettere in movimento, in modo analogo, per mezzo di una trasmissione ciclica per funi.

Se in un'officina esiste una serie di alberi che tutti, o quasi tutti, debbano rotare ora a destra, ora a sinistra, ed ancora passare in certi istanti al riposo, si può benissimo impiegare pel loro comando la trasmissione ciclica, adottando la disposizione rappresentata nella fig. 1284. La fune passa prima sopra una delle serie di puleggie, poi sopra la puleggia di tensione L', e da questa ripassa, in senso inverso, sull'altra serie di puleggie. In  $K_1$  e  $K_2$  si trovano degli innesti a coni di frizione che servono, l'uno per la rotazione in un senso, e l'altro per la rotazione in senso opposto (1).

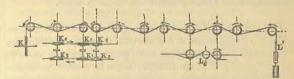
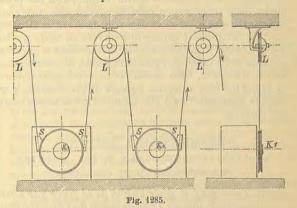


Fig. 1284.

Se due alberi vicini dovessero rotare nel medesimo verso, basterebbe interporre fra di essi una puleggiaguida, che può essere a campana, come è indicato in  $L_1$ . In questa disposizione, come nelle precedenti, le trasmissioni per cinghie che partono dagli alberi intermedii diventano molto semplici.



Vi sono infine dei casi nei quali si può giungere a comandare direttamente, per mezzo di una trasmissione ciclica per fune, un certo numero di macchine operanti con alberi orizzontali, e ciò specialmente quando si debbano impiantare diverse macchine della medesima specie, richiedenti molta forza, le une dopo le altre, come, ad esempio, dei molini a cilindri, macine, ecc.

La fig. 1285 indica la disposizione da adottarsi per la trasmissione del movimento.

Per far lavorare od arrestare le macchine occorre in tal caso aggiungere degli innesti o coni di frizione  $K_1$ ,  $K_1$ ,.... Alle puleggie-guide L, L si può dare la forma a campana, facendo sopportare i loro alberi da piccole sedie fissate al soffitto della sala delle macchine.

(1) Giova notare, per meglio intendere il modo di agire di questa trasmissione, che le due puleggie di un medesimo albero sono folli sull'albero stesso; stando alla disposizione rappresentata in figura, una delle puleggie rota sempre in un verso, e l'altra in verso opposto. Rendendo, per mezzo dei coni di frizione, solidale l'una o l'altra delle due puleggie all'albero, si farà rotare questo, o in un senso, o nel senso opposto.

Conviene poi, per la sicurezza del personale, che la fune in vicinanza delle puleggie motrici sia mascherata per una certa lunghezza da involucri di protezione SS. Questo sistema di comando delle macchine operatrici è particolarmente vantaggioso quando è possibile impiantare al piano superiore una seconda serie di macchine simili a quelle del piano terreno; le puleggie-guide si trovano allora surrogate da puleggie di comando degli apparecchi di questa seconda serie, ed ogni trasmissione intermedia si trova così soppressa.

Le puleggie motrici delle macchine del piano superiore debbono essere installate in condizioni speciali; i loro alberi debbono essere sostenuti da sopporti fissi a montanti affatto indipendenti da quelli delle macchine operatrici, per modo che si possa visitare, riparare ed anche togliere una macchina qualunque senza dover interrompere il funzionamento di tutte le altre.

Giova notare che, per l'impiego della trasmissione ciclica per fune, quale si è descritta, è indispensabile che l'impianto dell'opificio sia fatto precisamente in vista di un tal genere di trasmissione; tutte le macchine-utensili debbono presentare un'orientazione conveniente per la trasmissione ciclica, se si vuole che questa dia tutti i vantaggi di cui è capace. Non è se non in qualche caso particolare che si potrà utilizzare un'installazione esistente, sostituendo ad una trasmissione per alberi una trasmissione ciclica per funi.

Dalle considerazioni sopra esposte, il Reuleaux crede di poter conchiudere che la trasmissione ciclica per funi, la quale dà una soluzione molto vantaggiosa del problema della trasmissione della forza a grande distanza, sopratutto quando si deve ripartire la forza in diversi punti, è ugualmente capace di risolvere in modo molto soddisfacente il problema della trasmissione a piccola distanza nelle officine. Tutte le difficoltà di costruzione, dice il Reuleaux, nella trasmissione ciclica sono minori di quelle inerenti all'antico sistema di trasmissione per funi; la manutenzione è più facile, e l'installazione assai più comoda.

# TRASMISSIONE A DISTANZA B DISTRIBUZIONE DELLA FORZA MOTRICE PER MEZZO DELL'ARIA COMPRESSA

(franc. Transport et distribution de la force par l'air comprimé; inglese Transmission and distribution of power from central stations by compressed air; tedesco Kraftübertragung und Kraftvertheilung mittelst comprimirter Luft).

In qualunque impianto di trasporto e di distribuzione dell'energia a domicilio per mezzo dell'aria compressa si distinguono le tre parti seguenti:

1º I compressori, coi relativi motori, destinati alla produzione dell'aria compressa;

2º Gli aeromotori, ossiano le macchine ricettrici destinate ad utilizzare l'energia dell'aria compressa;

3º La condotta che trasporta e distribuisce l'aria compressa, prodotta dai compressori, agli aeromotori installati a domicilio degli utenti.

La teoria generale delle macchine ad aria compressa, ed in special modo quella dei compressori e degli aeromotori, venne svolta con tutta l'ampiezza possibile nell'articolo Macchine ad aria compressa di questa Enciclopedia, ove il lettore può anche trovare la descrizione dei principali tipi di compressori. Gli aeromotori non vennero ivi descritti.

Noi quindi ometteremo completamente quanto riguarda la produzione dell'aria compressa, e passeremo senz'altro a discorrere della sua utilizzazione, ossia degli aeromotori, considerandone solo le applicazioni pratiche, e rimandando, per la loro teoria, all'articolo citato.

Anche le condotte di aria compressa vennero ampiamente considerate nell'articolo succitato, così dal lato teorico, come dal pratico. Noi potremo quindi dispensarci dal descriverne le particolarità costruttive e dall'esporne la teoria; però crediamo interessante esporre i risultati di alcune nuove esperienze che vennero istituite sulle perdite di carico che si verificano nelle condotte di aria compressa, e che gettano una nuova luce su questo importante argomento.

Esporremo in seguito alcune considerazioni sul rendimento di una trasmissione ad aria compressa; ed in fine daremo la descrizione dell'importante impianto di questo genere che venne recentemente compiuto a Parigi.

## UTILIZZAZIONE DELL'ARIA COMPRESSA. AEROMOTORI (1).

L'aria compressa, come il vapore, può essere impiegata con o senza espansione.

### 1. Aeromotori a piena ammissione.

Per forze molto piccole, ed anche per forze di una certa entità, quando la macchina deve lavorare solo poche ore nella giornata, si preferiscono, a ragione, le macchine più semplici e meno costose alle macchine più perfezionate, le quali consumano meno aria ma sono più complicate, più voluminose e di un costo più elevato.

Si può allora impiegare come aeromotore qualsiasi macchina la cui distribuzione permetta di realizzare la piena ammissione. Si costruiscono pure, all'uopo, dei motori speciali.

La « Compagnie parisienne de l'air comprime » aveva presentato, all'ultima Esposizione Universale di Parigi (1889) una serie di sei macchine rotative, di cui la più piccola non sviluppava che 6 chilogrammetri, vale a dire press'a poco la forza di un uomo, mentre la potenza della più grande ammontava a 2 cavalli-vapore.

La fig. 1 della Tav. I rappresenta la sezione verticale di uno di questi motori. Esso si compone essenzialmente di una scatola cilindrica A, chiusa da due pareti piane, di cui una B forma coperchio, ed è attraversata da un albero portante esternamente un volante ed una puleggia, fusi in un sol pezzo. Questo albero è disposto eccentricamente per rispetto alla scatola, sopra l'asse orizzontale del cilindro, a cui è parallelo. Per mezzo di rotelline a, a" che vi sono fissate, esso è reso solidale con uno stantuffo C di cui le figure 2 e 3 della Tav. l rappresentano la disposizione in scala maggiore. L'aria entra nel cilindro dal condotto b, e si scarica attraverso al condotto b'. È lo stantuffo stesso che, col suo modo di rotazione, scopre e chiude alternativamente le luci di introduzione e di scarica dell'aria. Esso è composto di due pezzi appiattiti, aventi la forma speciale indicata nelle fig. 2 e 3, i quali possono spostarsi l'uno rispetto all'altro, scorrendo su 8 piccoli cilindri, o rulli di frizione, interposti fra le superficie vicine dei due pezzi.

Due piccole molle ad elica cilindrica tendono costantemente ad allontanare le due parti principali dello stantuffo l'una dall'altra, per guisa che in tutte le sue posizioni questo si applica colle sue estremità contro la

<sup>(1)</sup> DECHAMPS, Op. cit.

superficie interna del cilindro. La lunghezza dello stantuffo varia adunque in modo continuo; essa è minima quando lo stantuffo occupa la posizione rappresentata nella fig. 2 della Tav. I, ed è massima quando l'asse dello stantuffo allungato passa contemporaneamente per il centro del cilindro e per quello dell'albero motore (fig. 3).

Oltre gli organi fin qui menzionati, il motore comprende ancora: un regolatore a forza centrifuga, il quale comanda una valvola moderatrice D e riceve il suo movimento dall'albero motore per mezzo di due rnote coniche, di due piccole puleggie e di una correggia; un oliatore E il quale per mezzo di opportuni canaletti manda l'olio alle diverse parti da lubrificare; un serbatojo F che raccoglie l'olio dopo il suo percorso attraverso alla macchina; un contatore di giri G; un tubo di presa, comunicante col serbatojo H, ed un tubo di scarico J.

Il funzionamento della macchina risulta dall'eccentricità dell'albero motore rispetto al cilindro ed allo stantuffo. Per una posizione qualsiasi di quest'ultimo, la coppia di rotazione ha per valore il momento risultante delle pressioni effettive dell'aria sul medesimo rispetto all'asse dell'albero. Questo momento è massimo quando lo stantuffo occupa la posizione indicata dalla fig. 3 della Tav. I; ed è nullo quando la direzione dello stantuffo è perpendicolare a quella del piano che passa per l'asse del cilindro e per quello dell'albero (fig. 2). Questa posizione particolare è adunque il punto morto del motore.

Le macchine a piena ammissione consumano una grande quantità d'aria; infatti il consumo delle macchine rotative della Compagnia di Parigi ammonta, per gli aeromotori di meno di 1/2 cavallo, a 60 e perfino a 70 m3 d'aria (alla pressione atmosferica) per cavallo e per ora.

### 2. Aeromotori ad espansione.

Quando il lavoro a svilupparsi supera i 2-3 cavallivapore, l'economia che si può realizzare coll'impiego dell'espansione può divenire abbastanza importante da far preferire macchine più complicate e costose, ma che danno un migliore rendimento.

Si sa quale è lo scoglio che si incontra quando si vuol fare lavorare l'aria compressa per espansione. Mentre la compressione dell'aria dà luogo ad una produzione di calore, l'espansione invece produce un abbassamento di temperatura dell'aria. Questa, qualunque sia la sua temperatura all'uscire dal compressore, si raffredda durante il suo soggiorno nei serbatoi, ed arriva all'aeromotore con una temperatura T poco diversa da quella dell'ambiente. Dopo di aver subito un'espansione eguale

al rapporto  $\frac{P_1}{P_0}$  della pressione iniziale alla pressione finale, essa esce dall'aeromotore alla temperatura t, che si può calcolare colla formola:

$$\frac{273 + T}{273 + t} = \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}$$

nella quale l'esponente

$$\frac{\gamma - 1}{\gamma} = \frac{0,408}{1,408} = 0,29.$$

(Si suppone che l'aria si espanda adiabaticamente, cioè senza cedere nè ricevere calore. γ rappresenta il rapporto  $\frac{c}{c'}$  del calore specifico c dell'aria a pressione

costante che è 0,2375, al calore specifico dell'aria a volume costante, c' = 0,1686. Si ha dunque

$$\gamma = \frac{c}{c'} = 1,408.$$

Confr. l'articolo Macchine ad Aria compressa).

Se si suppone 
$$T=15^{\circ}$$
 C., si trova che per . . . . . . . .  $\frac{P_1}{P_0}=2$  3 4 la temperatura finale  $t=-37^{\circ},4$   $-63^{\circ},5$   $-80^{\circ},3$  per . . . . . . .  $\frac{P_1}{P_0}=5$  6 7 la temperatura finale  $t=-92^{\circ},4$   $-101^{\circ},7$   $-109^{\circ},2$ .

Se adunque l'aria non viene riscaldata, siccome essa contiene sempre una certa quantità di vapor acqueo, si formerà della neve la quale, accumulandosi nei condotti di distribuzione, non tarderà ad ostruirli, arrestando così il funzionamento della macchina. Può anche arrivare che questa neve, continuamente compressa dallo stantuffo, finisca per ricoprire il fondo del cilindro di uno strato abbastanza duro perchè lo stantuffo, venendolo ad urtare, produca la rottura del fondo, o di uno dei pezzi della macchina.

In generale, adunque, conviene ricorrere al riscaldamento dell'aria prima della sua immissione nell'aeromotore; tuttavia in alcuni casi se ne può fare a meno. Considereremo pertanto i due casi dell'espansione a freddo, e dell'espansione con riscaldamento dell'aria.

Espansione a freddo. - Gli inconvenienti sopra citati, dovuti alla formazione della neve, non sono a temersi che nelle macchine a marcia continua. La quantità di neve che si produce ad ogni corsa o rivoluzione dello stantuffo è, in fatti, estremamente piccola se l'aria è stata convenientemente seccata. Gli è dunque soltanto dopo un certo tempo che può accumularsene un volume tale da divenire un serio ostacolo al funzionamento del motore.

Negli argani delle miniere di carbone, per esempio, la cui marcia è necessariamente intermittente, e che si trovano in un mezzo la cui temperatura è relativamente elevata, il raffreddamento dell'aria non dà luogo ad alcun serio inconveniente, perchè la neve che si è formata ha sempre il tempo di fondere, durante le fermate. Così alle miniere di Lens si possono vedere funzionare degli argani muniti di distribuzione a cassetto con ricoprimento, comandata da un glifo di Stephenson, la quale non ammette l'aria che per la prima metà della corsa.

Del resto, anche per macchine a marcia continua, l'impiego dell'espansione a freddo non è impossibile, e si può realizzare quando si separino i condotti d'ammissione da quelli di scarica, e si dispongano questi ultimi in guisa che la neve venga trascinata ed espulsa dopo ogni colpo di stantuffo. Questa soluzione è vantaggiosa quando si può utilizzare l'aria evacuata come refrigerante.

La già citata Compagnia dell'aria compressa, di Parigi, aveva presentato, all'Esposizione del 1889, un aeromotore di 15 cavalli-vapore, studiato dal signor J. François e costrutto nelle officine di Seraing, nel quale si trovano realizzate le suddette condizioni.

Le fig. 4 e 5 della Tav. I rappresentano, in sezione longitudinale ed in sezione trasversale, il cilindro di questa macchina. La distribuzione dell'aria all'ammissione si fa per mezzo di un cassetto del sistema Trick. -La scarica è regolata da un cassetto speciale che una leva L, disposta esternamente e premuta ad una delle

sue estremità da uno stantuffo P comunicante colla condotta d'aria compressa, mantiene costantemente contro il relativo specchio, appoggiandosi sopra una piastra intermediaria T. — I condotti di scarico sono diritti e poco lunghi, per modo che la neve che si forma viene facilmente espulsa dalla stessa corrente d'aria prodotta dalla scarica.

Nelle esperienze che si sono fatte, una macchina di questo genere ha potuto funzionare senza inconvenienti con un grado d'introduzione di  $\frac{1}{3}$  circa. L'aria era fornita alla pressione di 4,42 atmosfere assolute. Il diametro del cilindro era di m. 0,300; la corsa di m. 0,400.

Quando l'espansione si effettua senza riscaldamento dell'aria, si può ammettere che essa avvenga adiabaticamente. Il massimo di lavoro  $T_1$  che può rendere in tal caso un m³ d'aria preso alla pressione di  $P_1$  atmosfere assolute, è dato dalla formola:

$$T_1 = 10333 \cdot \frac{\gamma}{\gamma-1} \cdot P_1 \frac{4}{\gamma} \left[ P_1 \frac{\gamma-4}{\gamma} - 1 \right] \text{Kgm}.$$

(essendo la pressione finale  $P_0 = 1$  atmosfera). Secondo questa formola si trova che

per 
$$P_1 = 2$$
 3 4 5 6 7 atm.  
 $T_1 = 12997$  29153 47193 66457 86694 107508 Kgm.

Effettivamente, in causa della conduttività delle pareti del cilindro, l'aria riceve, durante la sua espansione, una certa quantità di calore dall'ambiente; ed anche il calore sviluppato dall'attrito dello stantuffo contribuisce, in una certa misura, a combattere il raffreddamento dell'aria. La curva reale dell'espansione passa quindi alquanto al disotto della curva adiabatica.

Dal diagramma rilevato sull'aeromotore François si deduce che il lavoro sviluppato sullo stantuffo da 1 m. c. d'aria, ricevuto alla pressione di 4,42 atmosfere assolute, nell'espandersi fino alla pressione atmosferica è stato di 46,000 Kgm. circa, numero alquanto minore di quello fornito dal calcolo.

Il prof. Radinger, esperimentando a Parigi con un aeromotore il quale consumava aria alla pressione di 6 atmosfere assolute, ammessa alla temperatura di 17° C., ha ottenuto i seguenti risultati:

lavoro indicato: 9,8 cavalli vapore;

consumo d'aria per cavallo-ora: m. c. 31,92 alla pressione atmosferica.

Se ne deduce che 1 m. c. d'aria compressa ha reso:

$$\frac{6 \times 75 \times 3600}{31,92} = 50752 \text{ chilogrammetri,}$$

e questo valore è notevolmente inferiore al risultato che si ottiene col calcolo.

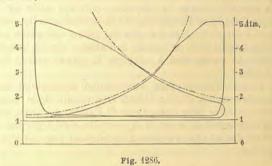
In una serie di esperienze più recenti, il professore Kennedy (1) ha constatato un consumo di 25,284 m. c. d'aria alla pressione atmosferica per cavallo indicato e per ora. L'aria essendo, in queste esperienze, fornita alla pressione assoluta di 5,5 atmosfere, un metro cubo d'aria compressa ha conseguentemente sviluppato:

$$\frac{5,5 \times 75 \times 3600}{25,284} = 58836 \text{ Kgm}.$$

La fig. 1286 dà una riproduzione dei diagrammi rilevati sulle due faccie dello stantuffo. La macchina faceva 125 giri al minuto primo, e sviluppava un lavoro di 9,9 cavalli indicati. Espansione con riscaldamento dell'aria. — Varii mezzi furono proposti per combattere il raffreddamento dell'aria durante la sua espansione nel cilindro del motore. Accenneremo ai principali.

1. Impiego della calce viva. — A solo titolo di curiosità citiamo il mezzo che è stato impiegato al pozzo n. 10 di Grisoeuil della Société des charbonnages belges. Esso consisteva nel circondare i cilindri dell'aeromotore con calce viva, che si innafflava di tempo in tempo, e che si rinnovava tre volte al giorno. Si giunse per tal modo a poter limitare l'ammissione dell'aria ai 2/3 della corsa, e non di più. È questa dunque una soluzione incompleta, e poco pratica, del resto, del problema.

2. Iniezione di acqua polverizzata nel cilindro. — Quindici anni or sono, all'incirca, il sig. Cornet ebbe l'idea di applicare ad una macchina interna delle miniere di carbone del Levant-du-Flénu, a Cuesmes, per impedire il raffreddamento eccessivo dell'aria, lo stesso mezzo che già si usava, con vantaggio, per combattere il riscaldamento prodotto dalla compressione. (V. all'articolo Macchine ad aria compressa la descrizione dei compressori ad iniezione d'acqua polverizzata nel cilindro).



Questo mezzo consiste nell'iniettare nell'interno del cilindro, per mezzo di polverizzatori, dell'acqua filtrata. A tale effetto una pompa spinge l'aria in un serbatojo comunicante colla condotta dell'aria compressa. Un tubo, facente capo ad una camera speciale di distribuzione, pesca nell'acqua contenuta in detto serbatojo. Un cassetto fa comunicare questa camera alternativamente coi polverizzatori collocati alle due estremità del cilindro. In grazia del metodo adottato per produrre l'iniezione, la quantità d'acqua lanciata nel cilindro durante l'espansione aumenta a misura che la pressione dell'aria diminuisce; e siccome ciò è precisamente il contrario di quanto dovrebbe avvenire, così conviene iniettare un volume d'acqua quasi doppio di quello

indicato dal calcolo.

Due piccoli cassetti, disposti nella parte inferiore del cilindro, ed il cui movimento dipende dall'eccentrico che comanda il cassetto di distribuzione dell'aria, permettono l'evacuazione dell'acqua alla fine di ogni corsa.

Impiegando acqua a 20°,5 C. la macchina del Levantdu-Flénu potè funzionare con aria ammessa alla pressione di 3,42 atmosfere assolute, durante un terzo della corsa. La temperatura dell'acqua di scarica era di 5°,5. La macchina faceva 25 giri al minuto.

I diagrammi rilevati coll'indicatore mostrano che l'espansione si effettua, in questo caso, quasi esattamente secondo la legge di Mariotte. Dai dati riportati si deduce che un metro cubo d'aria alla pressione di 3,42 atmosfere assolute ha sviluppato sullo stantufio dell'aeromotore un lavoro di 41 100 chilogrammetri.

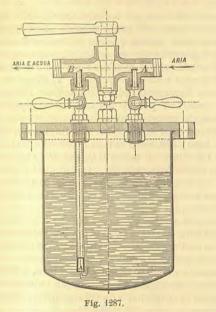
<sup>(1)</sup> Experiments upon the transmission of power by compressed air in Paris (Popp's system). British Assoc., Newcastle meeting, 1880.

Questo lavoro sarebbe stato di 43 450 chilogrammetri se la curva d'espansione avesse esattamente coinciso colla curva isotermica. Un tale risultato si avvicina dunque molto alla perfezione.

Ma la soluzione adottata dal Cornet non è di un'applicabilità generale, perchè essa presuppone che si abbia a disposizione un grande volume d'acqua ad una temperatura relativamente elevata. Oltre a ciò la macchina

del Levant-du-Flénu è assai complicata.

L'iniezione d'acqua ha egualmente dato dei buoni risultati alle miniere di carbone di Lens, ove essa veniva effettuata mediante un apparecchio ingegnoso immaginato dal sig. Naissant, il quale merita che ne diamo una breve descrizione. L'apparecchio è rappresentato nella fig. 1287, e consiste in una cassa chiusa che contiene dell'acqua e che comunica colla condotta d'aria per mezzo di due piccoli tubi, di cui si regola la portata per mezzo di robinetti. Uno di questi tubi si arresta al coperchio della cassa, e l'estremità superiore A che sbocca nella condotta è aperta dalla parte



da cui arriva la corrente dell'aria compressa. L'altro tubo pesca nell'acqua, fino a toccare quasi il fondo della cassa, e l'apertura B dell'estremità superiore è rivolta dalla parte dell'aeromotore. In tali condizioni, la pressione in A è leggermente superiore alla pressione dell'aria nella condotta; davanti all'apertura B si produce invece una leggera depressione; e da questa differenza di pressione nei due tubi risulta un trascinamento continuo dell'acqua, che si mescola coll'aria. Il consumo d'acqua è così regolato automaticamente, dipendendo dalla velocità dell'aria nella condotta. Il vantaggio principale di quest'apparecchio si è quello di evitare l'impiego della pompa d'alimentazione che è soggetta a guastarsi, ed il cui impiego è incompatibile con un funzionamento a grande velocità.

Dai risultati ottenuti al Levant-du-Flénu, il Dechamps conchiude che iniettando, durante l'espansione, una quantità d'aria sufficiente, e, naturalmente, tanto più grande quanto maggiore è la pressione dell'aria e quanto più bassa è la temperatura dell'acqua, si può ottenere un'espansione completa, effettuantesi quasi rigorosamente secondo la legge di Mariotte. Il lavoro T<sub>2</sub> prodotto da l metro cubo d'aria fornita alla pressione P<sub>1</sub> è dato, in questo caso, dalla formola:

 $T_2 = 10333 P_1 \log ip . P_1 Kgm.$ 

(essendo la pressione finale  $P_0 = 1$  atmosfera). Applicando questa formola si trova che:

per P<sub>1</sub> = 2 3 4 5 6 7 T<sub>0</sub> = 14324 34055 57298 83149 111081 140749 Kgm.

Paragonando questi risultati con quelli ottenuti nel caso dell'espansione adiabatica, si vede che il riscaldamento dell'aria non ha solamente per effetto di evitare la congelazione dell'acqua trascinata, ma presenta ancora il vantaggio di aumentare il lavoro prodotto dall'espansione. È bensì vero che l'iniezione dell'acqua esige una certa spesa di lavoro, ma la perdita che ne risulta è affatto insignificante.

3. Aeromotori a due cilindri (Compound). - All'ultima Esposizione di Parigi si notavano, nel compartimento francese del materiale per l'esercizio delle miniere, diversi argani con aeromotori a due cilindri Woolf o compound. La Société des mines de Lens esponeva una piccola macchina a ingranaggi, destinata all'estrazione per mezzo di funi piatte, in acciajo. In questa macchina il bottone di ciascuna delle due manovelle è articolato ad una traversa, collegata in modo rigido ai gambi degli stantuffi di due cilindri Woolf accoppiati ed oscillanti. Vi sono adunque, complessivamente, quattro cilindri. Uno stesso cassetto opera la distribuzione in entrambi i cilindri di ciascuna coppia. Allo scopo di conservare al meccanismo di distribuzione una grande semplicità, si rinunciò al beneficio della compressione, in considerazione del fatto che la perdita che ne risulta è poco importante in una macchina Woolf oscillante, con spazi nocivi molto ridotti.

Nel caso in cui la macchina deve funzionare in modo continuo si inietta dell'acqua per mezzo dell'apparecchio Naissant sopra descritto. L'esperienza ha dimostrato l'inutilità dell'iniezione quando la marcia è intermittente.

Anche la Société des mines d'Anzin esponeva un argano compound, con manovelle calettate ad angolo retto. Aggiungiamo ancora che la Société des mines de Blanzy ha applicato lo stesso principio alla costruzione delle sue nuove macchine ad aria compressa.

Da gran tempo, del resto, il sig. Mallard aveva preconizzato la ripartizione dell'espansione in due cilindri di volumi diversi, con riscaldamento, in un serbatojo intermediario, dell'aria evacuata dal cilindro ad alta

ressione.

Ora, si domanda il Dechamps, la disposizione Woolf o compound, applicata agli aeromotori, presenta dessa vantaggi abbastanza seri da compensare la maggior complicazione, il maggior costo e gli attriti più considerevoli? Si può, senza dubbio, invocare in suo favore l'attenuazione dell'influenza degli spazi nocivi, la diminuzione della variazione dello sforzo sugli stantuffi e dell'importanza delle fughe attraverso agli stantuffi ed agli apparecchi di distribuzione: la facilità di ottenere, colle distribuzioni le più semplici, un grado di introduzione che altrimenti non si potrebbe realizzare se non coll'impiego di cassetti sovrapposti, se la macchina avesse un solo cilindro. Tutte queste proprietà della macchina compound sono indipendenti dalla natura del fluido motore adoperato. Ma questa disposizione ha ancora il vantaggio, quando la macchina consuma del vapor d'acqua, di ridurre l'importanza delle condensazioni nei cilindri, e di permettere di impiegare, con maggior vantaggio che nelle macchine monocilindriche,

le alte pressioni e le grandi espansioni; ed è specialmente questa considerazione che ha procacciato alle macchine a vapore compound il favore di cui godono da lungo tempo nella marina e nell'industria.

Applicata agli aeromotori, la disposizione compound a due cilindri presenta, dal punto di vista dell'impiego dell'espansione, il vantaggio di aumentare l'estensione delle pareti metalliche che vengono riscaldate dall'aria dell'ambiente durante il periodo di espansione, e di accrescere la durata di questo periodo. L'aria può dunque ricevere una quantità di calore superiore a quella che le trasmetterebbero le pareti di un cilindro unico.

Considerando il caso di una macchina Woolf, e designando con D il diametro del grande cilindro, con d quello del cilindro minore, con c la corsa, e con n il grado d'espansione, si trova che quando gli stantuffi hanno percorso un cammino eguale ad a, le pareti che si trovano contemporaneamente in contatto coll'aria espandentesi e coll'aria esterna hanno una superficie eguale a

$$\frac{\pi \, \mathbf{D}^3}{4} + \pi \, \mathbf{D} \, x \, + \frac{\pi \, d^2}{4} + \pi d \, (c - x),$$

mentre detta superficie avrebbe soltanto il valore

$$\frac{\pi \, \mathrm{D}^2}{4} + \pi \, \mathrm{D} \, x$$

in una macchina monocilindrica, supponendo  $x>\frac{c}{n}$ .

D'altra parte, in una macchina monocilindrica la durata dell'espansione è uguale a  $\left(1-\frac{1}{n}\right)t$ , essendo t la durata di una corsa; mentre per la macchina Woolf la durata totale dell'espansione è almeno uguale a quella

della corsa stessa. Si fa ancora valere, in favore della macchina Woolf. questa considerazione che, se l'aggiunta di un secondo cilindro ha per effetto di aumentare gli attriti, questi

per altra parte contribuiscono, col calore che sviluppano, a combattere il raffreddamento dell'aria durante l'espansione e ad aumentare conseguentemente il lavoro restituito sugli stantuffi.

Le fig. 6 e 7 della Tav. I rappresentano i diagrammi rilevati, alle miniere di Lens, sopra un argano a cilindri oscillanti, i cui stantuffi hanno rispettivamente m. 0.130 e m. 0,183 di diametro; la loro corsa è di m. 0,240. L'aria viene ammessa nel piccolo cilindro per tutta la durata della corsa. Il grado d'espansione è quindi appena uguale a 2. L'aria viene fornita alla pressione di 5 atmosfere assolute, ma, in causa della laminazione che essa prova entrando nel cilindro, la sua pressione media durante l'ammissione non supera 4,1 atmosfere.

Teoricamente 1 m. c. d'aria a 4,1 atmosfere può rendere un lavoro di 59 776 chilogrammetri, espandendosi secondo la legge di Mariotte. Ora, dai diagrammi e dai dati sopra riferiti, si deduce che il lavoro sviluppato sugli stantuffi è stato di 40 000 chilogrammetri circa per ogni m. c. di aria compressa. Questo risultato è stato

ottenuto senza iniezione d'acqua.

La disposizione compound, che differisce essenzialmente dalla precedente per l'aggiunta di un serbatojo intermediario fra i due cilindri, pare al Dechamps più raccomandabile. È questa, in principio, la soluzione proposta altra volta dal Mallard. Il riscaldamento dell'aria evacuata dal piccolo cilindro dopo avervi subita una prima espansione può del resto, almeno nelle miniere, essere semplicemente ottenuto mediante il con-

tatto delle pareti del serbatojo coll'aria ambiente, alla condizione di dare a queste ultime un'estensione assai considerevole.

4. Riscaldamento dell'aria a mezzo del vapor d'acqua. - Questo mezzo è stato applicato dal signor Mékarsky alle locomotive dei tramways ad aria compressa. Esso consiste nel far passare l'aria in una piccola caldaja contenente dell'acqua riscaldata alla temperatura di 150° a 160° C. Questa caldaja è formata da un serbatojo cilindrico, verticale od orizzontale, nel quale l'aria penetra mediante un tubo avente la lunghezza del serbatojo e crivellato di fori, in guisa da suddividere l'aria in una moltitudine di piccoli filetti. Questa, per tal modo, si scalda e si satura di vapore. La parte superiore del serbatojo, che serve da camera di magazzinaggio, contiene adunque una miscela di vapore e di aria compressa. L'apparecchio è senza focolare. La caldaja viene riempita d'acqua calda in principio del periodo di lavoro, e la temperatura di quest'acqua viene rialzata di tempo in tempo, per mezzo di un'iniezione di

Questa soluzione può tornare conveniente per il caso speciale in vista del quale dessa è stata immaginata. ma pare poco pratica quando si tratta di aeromotori ordinari, perchè esige un materiale assai complicato.

5. Riscaldamento dell'aria per mezzo di stufe. -Questo mezzo è stato proposto da V. Popp, ed è generalmente impiegato dalla Compagnie Parisienne de l'air comprimé per gli aeromotori ad espansione che essa installa presso i suoi abbonati. Daremo più oltre la descrizione delle stufe a tal fine impiegate, le quali si alimentano ordinariamente con coke o litantrace.

Per i motorini di meno di 1/2 cavallo-vapore, si adoperano preferibilmente dei riscaldatori a gas, consistenti in semplici scatole di ghisa riscaldate internamente e munite esternamente di un condotto per la circolazione dell'aria.

L'aria, in questi riscaldatori, viene portata ad una temperatura di 150° a 200°, la quale è sufficiente perchè alla fine dell'espansione la temperatura sia ancora superiore al punto di congelazione dell'acqua.

Da questo aumento della temperatura, e dalla dilatazione che l'accompagna, ne risulta un aumento notevole del lavoro sviluppato da un volume determinato di aria

compressa.

Per ottenere il lavoro T<sub>3</sub> che può sviluppare, in queste condizioni, un metro cubo di aria compressa, basta moltiplicare i risultati ottenuti precedentemente, nell'ipotesi di un'espansione adiabatica completa dell'aria impiegata a freddo, per il rapporto del volume dopo il riscaldamento al volume primitivo. Supponendo un aumento di temperatura di 153° C., corrispondente ad una dilatazione del 56 %, si ottiene:

per 
$$P_1 = 2$$
 3 4 5 6 7 atm.

 $T_3 = 20275 \ 45478 \ 73621 \ 103672 \ 135242 \ 167712 \ Kgm.$ 

Le esperienze eseguite a Parigi dal prof. Radinger hanno condotto ai seguenti risultati:

temperatura dell'aria al suo ingresso nel riscaldatore: 17° C.;

temperatura dell'aria all'uscita dal riscaldatore: 170º C.;

volume d'aria (alla temperatura dell'ambiente, ed alla pressione atmosferica) speso per cavallo indicato e per ora: 19,3 metri cubi;

pressione assoluta dell'aria all'ammissione: 6 at-

mosfere.

Un metro cubo d'aria compressa a freddo ha dunque sviluppato:

$$\frac{6 \times 75 \times 60 \times 60}{19.3} = 83937 \text{ chilogrammetri.}$$

Si è visto che, senza riscaldamento dell'aria, il professore Radinger aveva ottenuto soli 50 752 chilogrammetri. Questo valore è dunque stato aumentato di:

$$\frac{83937 - 50752}{50752} = 65 \%_0.$$

Il Kennedy ha ottenuto, più recentemente, i seguenti risultati: l'aria, avente la temperatura di 28°,3 all'ingresso nel riscaldatore, e di 157º all'uscita, veniva fornita al motore alla pressione assoluta di 5,5 atmosfere. Il consumo d'aria era di 18,89 metri cubi alla pressione atmosferica, per cavallo indicato e per ora. Un metro cabo d'aria compressa ha dunque sviluppato:

$$\frac{5.5 \times 75 \times 60 \times 60}{18,89} = 78715 \text{ chilogrammetri.}$$

Con aria fredda lo stesso sperimentatore aveva ottenuto, nelle stesse condizioni di pressione e di velocità, 58836 chilogrammetri. L'aumento di lavoro prodotto dal riscaldamento è dunque stato di:

$$\frac{78715 - 58836}{58836} = 34\,^{\circ}/_{\circ};$$

cioè notevolmente inferiore a quello ottenuto dal Radinger. Ma si deve notare che l'aumento di temperatura prodotto col riscaldamento dell'aria fu pure inferiore a quello ottenuto dal Radinger (128°,7 invece di 153° C.).

Il Kennedy consumò, per ottenere i risultati sopra indicati, 0,18 Kg. di coke per cavallo indicato e per ora.

6. Riscaldamento dell'aria con iniezione d'acqua nel riscaldatore. - A Parigi il Popp è giunto ad ottenere risultati più notevoli iniettando una piccola quantità d'acqua nel riscaldatore. Il vapore che si forma si mescola coll'aria, e si condensa poi nel cilindro dell'aeromotore in seguito al raffreddamento prodotto dall'espansione. In questo caso adunque l'aria si scalda a spese del vapore, di cui assorbe il calore latente di vaporizzazione, ed a spese eziandio dell'acqua di condensazione, a cui toglie egualmente una certa quantità di calore. L'abbassamento della temperatura dell'aria durante l'espansione si trova per tal modo considerevolmente ridotto.

Le esperienze fatte dal prof. Radinger nelle officine della Compagnie parisienne de l'air comprimé, con dell'aria riscaldata alla temperatura di 170°, ed avente una pressione iniziale di 6 atmosfere assolute, hanno dato 109 459 chilogrammetri come valore del lavoro sviluppato sullo stantuffo dell'aeromotore da 1 metro cubo d'aria compressa, presa alla temperatura dell'ambiente. Questo valore è assai prossimo a quello che renderebbe 1 metro cubo d'aria fredda impiegata alla stessa pressione, ed espandentesi secondo la legge di Mariotte. L'aumento di rendimento risultante dal riscaldamento dell'aria combinato coll'iniezione d'acqua viene a costare 0,3 Kg. di coke e 4 litri d'acqua per cavallo e per ora.

Da tutto quanto precede risulta che è attualmente possibile ottenere da 1 metro cubo di aria compressa, presa alla temperatura dell'ambiente, un lavoro pressochè uguale al massimo lavoro realizzabile nell'ipotesi dell'espansione isotermica, sia mediante l'iniezione diretta nel cilindro di un volume d'acqua sufficiente, come ha praticato il Cornet al Levant-du-Flénu, nel 1878, sia mediante il riscaldamento dell'aria e l'iniezione di una piccola quantità d'acqua nel riscaldatore, come si pratica nelle installazioni recentemente eseguite a Parigi da V. Popp.

Perdita di pressione, o di altezza di carico, nelle condotte di aria compressa.

Si ammette generalmente che, in una condotta tubulare rettilinea ed orizzontale, la perdita di carico è proporzionale alla densità del gas, alla lunghezza della condotta, al quadrato della velocità, ed è in ragione inversa del diametro.

Il che si esprime colla formola:

$$z = k \, \delta \, \frac{\mathrm{L} \, u^2}{\mathrm{D}} \tag{a}$$

dove z è la perdita di altezza di carico in chilogrammi per metro quadrato;

L e D sono rispettivamente la lunghezza ed il diametro della condotta in metri;

8 è il peso medio di 1 metro cubo del gas nella condotta, in chilogrammi;

u la sua velocità, in metri al secondo:

k è un coefficiente numerico costante da determinarsi per via di esperienze.

Esperimentando sull'aria, animata da deboli velocità e ad una pressione poco differente dall'atmosferica, Navier trovò per valore del coefficiente k:

$$k = 0,00110,$$

e Daubuisson:

$$k = 0,00114.$$

In un lavoro pubblicato fin dal 1880 nella Revue Universelle des Mines (2ª serie, tomo VII), lo Stockalper credette di potere, per analogia colle formole relative al moto dell'acqua nelle condotte tubolari, assegnare al coefficiente k il seguente valore:

$$k = 0,00104 + \frac{0,00002588}{D}.$$

Le esperienze eseguite dallo Stockalper alla galleria del Gottardo (1) su due condotte, l'una del diametro di 20 centimetri e lunga 4600 metri, l'altra di 15 centimetri di diametro e di 522 metri di lunghezza, non confermarono guari l'attendibilità del suddetto coefficiente teorico; le pressioni osservate all'estremità delle condotte differirono assai sensibilmente da quelle che sarebbero risultate dalla formola (a) nella quale si fosse attribuito a k il valore sopra indicato.

Stockalper dedusse dalle succitate esperienze (2) che per calcolare le perdite di carico in una condotta di distribuzione d'aria, basta valutare le perdite stesse supponendo che si tratti di una distribuzione d'acqua alla stessa velocità, e ridurre quindi le perdite di carico trovate per l'acqua nel rapporto della densità dell'aria compressa a quella dell'acqua. Egli basa i suoi calcoli sulla formola di Darcy:

$$J_0 = \frac{2b u^2}{D} L \qquad (a')$$

nella quale Jo è la perdita di carico in metri d'acqua, D il diametro della condotta in metri, L la lunghezza della medesima, pure in metri, u la velocità dell'acqua

<sup>(1)</sup> V. Dingler's Polytechnisches Journal, settembre 1880.

<sup>(2)</sup> V. la Revue Universelle des Mines, serie seconda, t. VII, n 2º.

in metri al secondo, e b un coefficiente i cui valori, pe tubi di ferro o di ghisa aventi diametri compresi fra metri 0,0122 e metri 0,500, possono essere dedotti dalla formola:

$$b = 0,000507 + \frac{0,00001294}{D}$$
.

Secondo lo Stockalper basta, adunque, moltiplicare il valore ottenuto di  $J_0$  per il rapporto  $\frac{\delta}{1000}$ , essendo  $\delta$  il peso di 1 m³ d'aria alla pressione ed alla temperatura

media della condotta, per avere, in metri d'acqua, la perdita di carico in una condotta orizzontale.

In atmosfere, il valore J<sub>1</sub> della perdita di carico sarà dunque espresso dalla formola:

$$J_1 = \frac{2bu^2}{10333D} \times \frac{\delta}{1000} L \tag{b}$$

essendo u la velocità media dell'aria.

Se si indica con P la pressione media assoluta, e con t la temperatura media dell'aria nella condotta, si ha:

$$\delta = \frac{1,293}{1 + 0,00366} P = \pi_t \cdot P$$

designando con  $\pi_t$  il peso di 1 m<sup>3</sup> d'aria alla pressione atmosferica ed alla temperatura t. Se ne deduce:

$$J_1 = \frac{2b}{10333D} \times \pi_t P u^2 L.$$
 (c)

Sieno ora:

si avrà: 
$$J_1 = P_1 - P_2$$
, e  $P = \frac{P_1 + P_2}{2}$ .

Si faccia  $\frac{2b}{10333D} = \alpha$ . Sostituendo questi valori nell'equazione (c) si ottiene:

$$P_1 - P_2 = \alpha \pi_t \frac{P_1 + P_2}{2} u^2 L.$$

E risolvendo quest'equazione rispetto a P2 si trova:

$$P_2 = \frac{1 - \frac{\alpha \pi_l}{2} u^2 L}{1 + \frac{\alpha \pi_l}{2} u^2 L} P_1.$$

Introducendo questo valore nella relazione

$$\mathbf{J}_1 = \mathbf{P}_1 - \mathbf{P}_2,$$

si ottiene l'espressione della perdita di carico in funzione delle quantità date:

$$J_{1} = \frac{\alpha \pi_{t} \ u^{2} L}{1 + \frac{\alpha \pi_{t}}{2} \ u^{2} L} P_{1}. \tag{d}$$

Nel caso di un diametro medio D=m. 0,200 e di una temperatura media  $t=15^{\circ}$  C., l'applicazione di questa formola conduce ai seguenti valori di  $J_1$  per pressioni

assolute di 4 e 7 atmosfere all'origine della condotta, e per velocità medie di 5 e di 8 m. al secondo.

hezza L condotta metri	erdita carico stremità condotta mosfere	P, = 4 atm		$P_i =$	7 atm.
Lunghezza della condo in metri	Perdita di carico all'estremit della condot in atmosfer	u = 5  m.	u = 8  m.	u = 5  m.	u = 8  m.
100	$J_1 =$	0,007	0,017	0,012	0,030
500	» =	0,034	0,086	0,059	0, 150
1 000	» =	0,067	0, 169	0, 117	0, 297
5 000	» =	0, 325	0,782	0,568	1,368
10 000	» =	0,624	1, 424	1,092	2,492
20 000	» =	1,158	2,416	2,026	4, 228

Pochi anni or sono il prof. Riedler ha eseguito a Parigi (1) un gran numero di esperienze sulla rete di condotte d'aria compressa installata in quella città, per la distribuzione della forza motrice a domicilio, dalla società Popp; e da queste sue esperienze sarebbe stato condotto ad attribuire al coefficiente k della formola (a) (ritenuto costante e indipendente dal diametro della condotta) il valore:

$$k = 0,000533$$

cioè la metà circa del coefficiente di Navier.

Ma le condotte Popp presentano, sul loro percorso, un gran numero di gomiti e di strozzamenti dovuti alla esistenza di saracinesche, di serbatoj e di diramazioni; e dessi contribuiscono ad aumentare la perdita di carico che si verifica nella condotta. Vi sono poi delle fughe la cui entità, non ben nota, è certamente considerevole, e la cui influenza sulla perdita di pressione è tutt'altro che trascurabile. Per ciò il coefficiente dato dal Riedler non può inspirare molta confidenza (2).

In presenza di questi risultati contradditorii, l'ingegnere Ledoux, professore alla Scuola superiore delle miniere di Parigi, ha fatto eseguire a Anzin delle numerose ed interessanti esperienze aventi per oggetto di verificare l'esattezza della formola (a) e di determinare il valore del coefficienle k, tanto per l'aria compressa, quanto pel vapor d'acqua, nelle condizioni ordinarie della pratica (3).

Riprendiamo la formola (a):

$$z = k \delta \frac{L u^2}{D}.$$

Chiamiamo  $p_0$ ,  $Q_0$ ,  $T_0$  rispettivamente la pressione in atmosfere, il volume, in metri cubi, che in un secondo passa attraverso alla condotta, e la temperatura assoluta dell'aria, all'origine della condotta; p, Q, T gli stessi elementi in un punto situato alla distanza x dall'origine.

Si ha:

$$\delta = 1,293 p \frac{273}{T} = \frac{353 p}{T},$$

supponendo l'aria secca. In realtà l'aria compressa è sempre più o meno umida; ma l'influenza del vapor acqueo sul valore di  $\delta$  è assai piccola, e può essere trascurata nei calcoli che seguono.

V. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, anno 1891, p. 188.
 Veggasi in proposito la Memoria dell'ing. Hanarte pubblicata nella Revue Universelle des Mines (serie terza, tomo 16).

<sup>(3)</sup> Ledoux, Étude sur les pertes de charge de l'air comprimé et de la vapeur (Annales des Mines, anno 1892, serie nons, tomo II, p. 511),

Si ha poi: 
$$u = \frac{4Q}{\pi D^2}, \qquad Q = Q_0 \frac{p_0 T}{p T_0}$$

donde

$$u = \frac{4 \, \mathrm{Q}_0 \, p_0 \, \mathrm{T}}{\pi \, \mathrm{D}^2 p \, \mathrm{T}_0}.$$

Sostituendo questi valori di 8 e di u nella formola (a) si ha:

$$egin{aligned} z &= k \, \cdot \, rac{353 \, p}{\mathrm{T}} \, \cdot \, rac{16 \, \mathrm{Q_o}^2 \, p_o^2 \, \mathrm{T}^2 \, \mathrm{L}}{\pi^2 \, \mathrm{D}^5 \, p^2 \, \mathrm{T_o}^2} = \ &= rac{16 \, \cdot \, 353 \, k}{\pi^2} \, \cdot \, rac{\mathrm{Q}^2 \, p_o^2 \, \mathrm{T}}{\mathrm{D}^5 \, p \, \mathrm{T_o}^2} \, \mathrm{L}. \end{aligned}$$

Chiamando dp la perdita di pressione, in atmosfere, corrispondente ad un tratto elementare dx di condotta, la perdita di pressione, espressa in chilogrammi per metro quadrato, sarà 10 334 dp; dunque secondo la formola (a) sarà:

$$10334 dp = -\frac{16 \cdot 353 k}{\pi^2} \cdot \frac{Q_0^2 p_0^2 T}{D^5 p T_0^2} dx,$$

donde

$$p\,d\,p = -\,\frac{0,0556\,k\,{\rm Q_0}^2\,p_0^{\,2}\,{\rm T}}{{\rm D}^5\,{\rm T_0}^2}dx$$

Integrando ora fra i limiti po e p e fra 0 e L, ed ammettendo che T sia costante (cosa che si può ritenere vera con molta approssimazione), si deduce:

$$p^{2} = p_{0}^{2} \left( 1 - \frac{0.1112 \, k \, Q_{0}^{2} \, T \, L}{D^{5} \, T_{0}^{2}} \right) \tag{e}$$

È facile verificare che la formola non cambia se p e  $p_0$ sono espressi in chilogrammi per centimetro quadrato:

Le esperienze eseguite ad Anzin avevano appunto per iscopo di verificare l'attendibilità della formola (e) e di determinare il valore del coefficiente k.

Noi non possiamo riferire come vennero condotte queste esperienze, per cura dell'ing. Ledoux e sotto l'abile direzione dell'ing. Barry; chi volesse leggerne la descrizione può consultare la Memoria del Ledoux sopra citata. Riporteremo soltanto le importanti conclusioni a cui condussero le dette esperienze. Le medesime vennero eseguite su tre condotte orizzontali, pressochè rettilinee, composte di tubi di ferro laminato, nuovi, ed aventi rispettivamente:

la la un diametro interno di m. 0,100 ed una lunghezza di m. 294,20; la 2ª un diametro interno di m. 0,071 ed una lunghezza di m. 296,70; la 3ª un diametro interno dim. 0,047 ed una lunghezza di m. 295,20.

Le esperienze furono in numero di 34; ed i valori trovati per h, calcolati colla formola (e), presentarono una concordanza rimarchevole, malgrado le forti variazioni della velocità, che oscillò fra 7 e 83 metri al secondo.

Colla condotta di 10 cm. la media di 9 esperienze diede: k = 0,00087; con quella di 47 mm. la media di 12 esperienze su 13 (1 venne scartata) diede: k=0,00092; e finalmente colla condotta di 71 mm. la media di 9 esperienze su 10 diede: k=0,00094. La media generale è:

$$k = 0,00091$$

e questo valore, secondo il Ledoux, concorda assai bene con quello che si può dedurre dalle esperienze di Stockalper al San Gottardo.

Ecco adunque le conclusioni a cui il Ledoux fu indotto dalle citate esperienze:

1º Si può ritenere come esatta, nei limiti di velocità ordinari della pratica, la formola:

$$z = k\delta \frac{\operatorname{L} u^2}{\operatorname{D}}.$$

2º Il coefficiente k, per condotte rettilinee ed orizzontali, è costante, ed eguale a 0,00091.

3º La formola che dà la pressione p all'estremità di una condotta rettilinea ed orizzontale di lunghezza L, e di diametro interno D, nella quale entra per ogni secondo un volume  $Q_0$  d'aria, alla pressione  $p_0$  ed alla temperatura assoluta  $T_0$ , è:

$$p^2 = p_0^2 \left( 1 - 0.0001012 \frac{Q_0^2 T L}{T_0^2 D^5} \right).$$
 (2)

4º Il diametro di una condotta, in funzione delle pressioni iniziale e finale, del volume iniziale, e della lunghezza, è dato dalla formola:

$$D = 0,1589 \sqrt[5]{\frac{Q_0^2 T L}{T_0^2 \left(1 - \frac{p^2}{p_0^2}\right)}}$$
 (3)

che si deduce dalla (2) risolvendo rispetto a D.

Se si fa  $T_0 = 288$  e T = 293, come è, mediamente, nei casi ordinari, si ha

$$D = 0.05137 \sqrt{\frac{Q_0 L}{1 - \frac{p^2}{p_0^2}}}$$
 (3')

5º In una condotta rettilinea inclinata sull'orizzonte di un angolo α, la pressione all'estremità è, allo stato di

$$p = p_0 e^{0.0341 \operatorname{L sen} \alpha},$$

ed allo stato di movimento

$$p^{2} = \frac{0,001475 Q_{0}^{2} p_{0}^{2} T^{2}}{\sec \alpha D^{5} T_{0}^{2}} \times \left[1 + \left(\frac{\sec \alpha D^{5} T_{0}^{2}}{0,001475 Q_{0}^{2} T^{2}} - 1\right) e^{\frac{0,9682 L \sec \alpha}{T}}\right]. (4)$$

In queste formole a deve prendersi positivo se la condotta è discendente, negativo se è ascendente.

6º In una condotta discendente non vi ha perdita di carico se il diametro della medesima soddisfa alla seguente condizione:

$$D = 0,2718 \sqrt[5]{\frac{Q_0^2 T^2}{\sin \alpha T_0^2}}.$$

In tutte le formole che precedono p e po sono espressi in atmosfere (chilogrammi per centimetro quadrato), L e D in metri, Q<sub>0</sub> in metri cubi.

Le formole (2), (3) e (4) servono a risolvere la mag-

gior parte dei problemi che si presentano nel trasporto della forza a distanza per mezzo dell'aria compressa, per condotte rettilinee.

Per facilitare il calcolo delle equazioni (2) e (3) il Ledoux ha costrutto dei diagrammi, o abachi, che permettono di ottenere rapidamente, con un'approssimazione più che sufficiente nella pratica, uno qualunque degli elementi D, po. Qo, p, L, quando son noti gli altri (V. op. cit.).

### Rendimento di una trasmissione ad aria compressa (1).

La scelta degli elementi a prendersi in considerazione per determinare il rendimento di una trasmissione dipende dallo scopo speciale che si ha in vista.

Se si tratta di paragonare fra loro diversi mezzi di trasmissione, per cercare quale è il sistema che dà luogo alla minima perdita di lavoro in un caso dato, allora il rendimento si esprimerà mediante il rapporto del lavoro effettivo fornito dall'organo ricettore e misurato coll'ajuto del freno, al lavoro prodotto dalla macchina motrice. Se quest'ultima è una macchina a vapore, siccome basta ottenere dei risultati comparativi, si potrà indifferentemente valutare sia il suo lavoro indicato, sia il lavoro utile che essa sviluppa. In generale sarà più comodo scegliere il primo come termine di paragone.

Così i valori del rendimento delle trasmissioni telodinamiche dati a pag. 689 rappresentano il rapporto del lavoro raccolto sull'albero dell'ultima stazione al lavoro utile sviluppato dal motore. Se questo fosse una macchina a vapore il cui coefficiente di rendimento fosse eguale a 0,85, i valori precedenti dovrebbero essere moltiplicati per questo coefficiente per rappresentare il rapporto del lavoro utilizzabile trasmesso al lavoro sviluppato sullo stantuffo del motore.

Si avrebbe così, per i valori del rendimento totale e: per una distanza di

100 500 1000 5000 10000 20000 metri  $\varepsilon = 0.816$  0,790 0,765 0,510 0,306 0,110.

Se invece si vuol paragonare il costo del lavoro fornito da una stazione centrale e trasmesso con un mezzo qualunque, al costo che verrebbe ad avere lo stesso lavoro se esso fosse prodotto sul luogo da un motore a gas od a vapore, allora si deve poter valutare la perdita che risulta unicamente dal fatto della trasmissione della forza a distanza.

Nel caso di un trasporto per mezzo dell'aria compressa, e supponendo che il compressore sia attivato da una macchina a vapore, si otterrà lo scopo paragonando il lavoro sviluppato sullo stantuffo dell'aeromotore al lavoro sviluppato sullo stantuffo della macchina motrice. Il rapporto del primo lavoro al secondo rappresenterà il rendimento della trasmissione. Questo valore comprenderà il rendimento dinamico del compressore, il rendimento della condotta e quello dello aeromotore.

Il rendimento totale si può anche dedurre dai valori particolari di questi rendimenti parziali, poichè esso è, evidentemente, il prodotto dei tre rendimenti. Gli è in tal guisa che noi, col Dechamps, procederemo per determinare, coll'ajuto dei dati sopra riferiti, e delle formole esposte, quale sia il rendimento che si può attualmente ottenere da una trasmissione ad aria compressa, stabilita nelle condizioni le più favorevoli.

a) Rendimento dinamico del compressore. — Ricordiamo che per coefficiente di rendimento dinamico
di un compressore si intende il rapporto del lavoro teorico, calcolato nell'ipotesi della compressione isotermica,
al lavoro misurato mediante l'area del diagramma
ottenuto coll'indicatore sul cilindro motore.

Questo coefficiente, per i compressori ordinari, varia mediamente fra 0,65 e 0,74; il Dechamps però è d'avviso, che con macchine ben costrutte e di grandi dimensioni, si può raggiungere ed anche oltrepassare il valore 0,75. Quest'ultimo valore è stato ottenuto al San Gottardo.

b) Rendimento della condotta. — Il rendimento della condotta è il rapporto della quantità di lavoro che può rendere l'aria alla sua uscita della condotta, alla quantità di lavoro disponibile al suo ingresso nella medesima.

L'aria entrando nella condotta alla pressione assoluta P<sub>1</sub> atm., un metro cubo della medesima può sviluppare espandendosi, secondo la legge di Mariotte, fino alla pressione atmosferica un lavoro:

$$T_e = 10333 \times P_1 \log$$
. ip.  $P_1$  chilogrammetri.

L'aria esce dalla condotta alla pressione  $P_1 - J_1$  atmosfere (dove  $J_1$  è dato, per esempio, dalla formola (d) a pag. 726). Questa diminuzione della pressione è naturalmente accompagnata da un aumento di volume. Nelle sue esperienze al San Gottardo, lo Stockalper ha constatato che la temperatura dell'aria nella condotta era sensibilmente costante, o che essa seguiva le variazioni della temperatura esterna. La spesa di calore dovuta all'espansione dell'aria si trova dunque compensata dal calore ricevuto dal mezzo ambiente, attraverso alle pareti metalliche, e dal calore sviluppato dall'attrito del gas contro le pareti della condotta.

Il peso d'aria ammesso sotto il volume di un metro cubo sortirà dalla condotta sotto un volume V' che si trova applicando la legge di Mariotte:

$$V'(P_1 - J_1) = 1 \times P_1$$
da cui si ricava: 
$$V' = \frac{P_1}{P_1 - J_1}.$$

Il lavoro massimo che può rendere, mediante una espansione isotermica completa, il volume V' ammesso alla pressione assoluta  $P_1 - J_1$  ha per espressione:

$$\begin{split} \mathbf{T}_s = & 10333 \times \frac{\mathbf{P_1}}{\mathbf{P_1} - \mathbf{J_1}} (\mathbf{P_1} - \mathbf{J_1}) \log i \, p \cdot (\mathbf{P_1} - \mathbf{J_1}) = \\ = & 10333 \, \mathbf{P_1} \log i \, p \cdot (\mathbf{P_1} - \mathbf{J_1}) \text{ chilogrammetri.} \end{split}$$

Si ha dunque pel rendimento Ro della condotta:

$$R_c = \frac{T_s}{T_e} = \frac{\log i p \cdot (P_1 - J_1)}{\log i p \cdot P_1}. \tag{f}$$

Applicando questa formola, basandosi sui valori di J<sub>1</sub> calcolati precedentemente e registrati nella tabella a pag. 726, si ottengono i seguenti risultati:

ghezza condotta metri	dimento	P. =	4 atm.	P, =	7 atm.
Lunghezza della condot in metri	Rendin della co	u = 5  m.	u = 8  m.	u = 5  m.	u = 8 m
100 500 1 000 5 000 10 000 20 000	R <sub>c</sub> =	0, 997 0, 992 0, 986 0, 937 0, 876 0, 752	0, 995 0, 983 0, 906 0, 842 0, 681 0, 331	0,998 0,994 0,990 0,955 0,911 0,823	0, 996 0, 987 0, 976 0, 887 0, 772 0, 523

In questa valutazione del rendimento non si è tenuto conto delle fughe. Ma, d'altra parte, i valori delle perdite di carico calcolati per mezzo della formola dello Stockalper, sono notevolmente superiore ai valori effet-

<sup>(1)</sup> DECHAMPS, Op. cit.

tivi. Questa formola, infatti, ha condotto a risultati superiori del 27 al 58  $^{\rm o}/_{\rm o}$  alle perdite di carico osservate al San Gottardo.

È dunque permesso, dice il Dechamps, di credere che, in una condotta bene stabilita, i rendimenti siano piuttosto superiori che inferiori ai valori registrati nella precedente tabella.

c) Rendimento dell'aeromotore. — Si è supposto che, all'estremità della condotta, 1 metro cubo d'aria

fornito alla pressione assoluta di  $P_1 - J_1$  atmosfere, potesse sviluppare il lavoro corrispondente all'espansione isotermica spinta fino alla pressione atmosferica.

Per rendimento dell'aeromotore intenderemo il rapporto del lavoro effettivamente sviluppato sullo stantuffo del medesimo al valore teorico ottenuto nell'ipotesi precedente.

Ecco i risultati di alcune esperienze eseguite a questo proposito:

	Pressione iniziale assoluta dell'aria in atmosfere	Lavoro indicato	Lavoro teorico (espansione isotermica completa)	Rendimento	OSSERVAZIONI
Land Proposit	1 10	Kgm. 46 000	Kgm. 65 500	0,70	Emperiors a feedle
Aeromotore François	4, 42	40 000	09 900	0, 70	Espansione a freddo.
» della Compagnia parigina (esp. del prof. Radinger)	6,00	50 752	111 081	0,46	Id. id.
Lo stesso aeromotore (esp. del professore Kennedy)	5,50	58 836	96 784	0,60	Id. id.
Lo stesso aeromot. (esp. Kennedy)	5,50	78 715	96 784	0,81	Aria riscaldata. Consumo di coke: Kg. 0,18 per cav. ora.
Lo stesso aeromot. (esp. Radinger)	6,00	109 459	111 081	0,98	Aria riscaldata, ed iniezione d'acqua nel riscaldatore. Con sumo di coke: Kg. 0,3 per cav. ora.
Aeromotore del Levant-du-Flénu	3, 42	41 100	43 450	0,92	Iniezione d'acqua polverizzata nel cilindro.
» di Lens	4, 10	40 000	59 776	0, 66	Macchina Woolf (senza inie- zione).

I risultati più favorevoli sono stati ottenuti coll'aeromotore della *Compagnie parisienne*, e coll'aeromotore del *Levant-du-Flénu*. In entrambi il rendimento superò il 90 %.

Si deve però notare che questo risultato così vantaggioso non si può ottenere se non a prezzo di una
spesa supplementare di energia, sia sotto forma di lavoro,
sia sotto forma di calore. Così nell'aeromotore del Levant-du-Flènu bisogna spendere il lavoro necessario
per cacciare l'acqua nel cilindro attraverso ai polverizzatori, durante il periodo dell'espansione, e negli aeromotori della Compagnia di Parigi la spesa supplementare è rappresentata dal calore fornito all'aria ed
all'acqua iniettata nel riscaldatore, mediante la combustione di una certa quantità di coke o di gas illuminante.

Si dovrà perciò tener conto di questa circostanza nella valutazione del rendimento totale.

Rendimento totale della trasmissione. — Designiamo con  $R_1$  il valore di questo rendimento. Abbiamo già osservato come esso si possa ottenere moltiplicando

fra loro i tre rendimenti parziali del compressore, della condotta e dell'aeromotore.

Volendo esprimere il rendimento mediante il rapporto del lavoro effettivo dell'aeromotore al lavoro indicato della macchina motrice, si deve ancora moltiplicare R, pel coefficiente di rendimento organico della macchina ricettrice, determinato per mezzo di una prova al freno. Si ottengono così dei valori che rappresenteremo con  $r_1$ . Il coefficiente di rendimento organico varia secondo l'importanza del lavoro sviluppato, secondo la bontà della costruzione, e secondo le cure che si hanno nella manutenzione del motore (oliatura, ecc.). Quantunque questo coefficiente raggiunga talvolta il valore 0,90, il Dechamps lo suppone soltanto eguale a 0,80 per ottenere dei risultati più sicuri. Adottando poi la cifra 0,75 come valore del rendimento dinamico del compressore, e 0,98 per il rendimento dell'aeromotore, e ricavando dalla tabella a pag. 728, i valori del rendimento della condotta nei vari casi esaminati, si ottengono per R1 ed r1 i valori contenuti nella sequente tahella:

LUNGHEZZA	Rendimento R, per				Rendimento r, per					
della condotta in metri	$P_i =$	P, = 4 atm.		$P_i = 7 \text{ atm}$		4 atm.	$P_i =$	7 atm.		
	u = 5  m.	u = 8  m.	u = 5  m	u = 8  m	u = 5  m.	u = 8  m.	u = 5  m.	u = 8  m		
100	0,73	0,73	0,73	0,73	0,58	0,58	0,58	0,58		
500	0,73	0,72	0,73	0,73	0,58	0,58	0,58	0,58		
1 000	0,73	0, 66	0,73	0,72	0,58	0,53	0,58	0,58		
5 000	0,69	0,62	0,70	0,65	0,55	0,50	0,56	0,52		
10 000	0,64	0,50	0,66	0,57	0,51	0, 40	0,53	0, 46		
20 000	0,56	0,24	0,60	0.38	0, 45	0, 19	0, 48	0,30		

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 92.

I valori sopra registrati non tengono conto della spesa supplementare d'energia che si richiede per ottenere dall'aeromotore il presupposto rendimento di 0,98. Detti valori rappresentano quello che il Kennedy chiama rendimento dinamico della trasmissione.

Cerchiamo di valutare l'importanza relativa della spesa a farsi negli aeromotori della Compagnie parisienne per riscaldare l'aria e l'acqua iniettata nel riscaldatore

In questo caso sarebbe assai difficile stabilire il valore reale del rendimento. Ciò, come fa osservare il Kennedy, « non sarebbe possibile se non basando la misura del rendimento sulla quantità di calore data al vapore, invece di prendere i lavori indicati come termini di paragone, e questo modo di procedere condurrebbe a dei risultati poco utili per la pratica ».

Secondo il Kennedy, il miglior modo di determinare praticamente il rendimento totale della trasmissione, quando si impiega l'aria riscaldata, è probabilmente quello di rappresentare il peso del coke consumato nel riscaldatore con una quantità di lavoro che gli sia proporzionale, ed aggiungere questa al lavoro indicato della macchina motrice.

Supponiamo che in un dato caso, per esempio, per  $P_1 = 7$  atm., u = 8 m. al secondo, L = 5000 m., il rendimento calcolato della trasmissione sia di 0,65. Per ottenere un cavallo indicato presso l'abbonato bisogna

dunque sviluppare  $\frac{1}{0,65}$  = 1,54 cav.-vap., indicati alla

stazione centrale. Se si ammette che 1 cavallo indicato alla macchina motrice esiga una spesa di Kg. 0,90 di combustibile per ora, un cavallo indicato all'aeromotore corrisponderà ad una spesa di 1,54×0,90 = 1,386 Kg. di combustibile. La spesa supplementare di coke necessaria per il riscaldamento dell'aria e dell'acqua iniettata, essendo mediamente di Kg. 0,30 per cavallo-ora, essa rappresen-

terà un lavoro di  $\frac{0,30}{0,90} = 0,33$  cavalli-vapore. In realtà

adunque per ottenere un cavallo indicato presso l'abbonato bisogna spendere la quantità di combustibile necessaria per sviluppare 1,54 + 0,33=1,87 cav. indicati alla stazione centrale, e quindi il rendimento reale non

sarà già 0,65, ma bensì  $\frac{1}{1,87}$  = 0,53 solamente. Tale è,

almeno, il risultato a cui si arriva applicando il metodo di valutazione indicato dal prof. Kennedy.

Questo modo di procedere, secondo il Dechamps, non è al riparo da ogni critica, poichè, dice l'Autore, ciò che è utile sopratutto di conoscere è l'importanza relativa della spesa supplementare, in lire e centesimi, che l'abbonato deve fare per riscaldare l'aria prima di utilizzarla. Ciò che si deve paragonare, secondo il Dechamps, è il prezzo del coke bruciato per cavallo-ora col prezzo della quantità d'aria necessaria per sviluppare questo lavoro. Ora, con aria riscaldata ed iniezione d'acqua nel riscaldatore, il prof. Radinger ha trovato che il consumo era, per cavallo-ora indicato, di 14,8 m.3 d'aria alla pressione atmosferica (cioè m.3 2,466 alla pressione di 6 atm.). Il prezzo di 1 m.3 d'aria alla pressione atmosferica essendo a Parigi di 1,5 centesimi, un cavalloora costa adunque 14,8 x 1,5 = 22,2 centesimi. Abbiamo visto come la spesa richiesta dal riscaldatore sia di Kg. 0,3 di coke per cavallo-ora. Ritenendo il prezzo del coke eguale a L. 30 la tonnellata, si trova che la spesa supplementare ammonta a 0,9 cm. per cavallo e per ora, ossia rappresenta all'incirca il 4 % del prezzo dell'aria compressa.

La spesa totale, in danaro, è dunque la stessa che si avrebbe se, senza fare alcuna spesa di combustibile presso l'abbonato, si aumentasse il consumo d'aria del  $4^{\circ}/_{\circ}$ . Il che equivale a sviluppare, all'officina centrale  $(1\times0.04)\times1.54=1.60$  cav.-vap. indicati, per ottenerne uno dalla macchina ricettrice. Il valore pratico del

rendimento diventa allora  $\frac{1}{1,60} = 0,62$ , invece di 0,53.

Come si vede, adunque, l'importanza relativa della spesa supplementare è notevolmente minore di quella che risulterebbe secondo il modo di valutazione indicato dal prof. Kennedy.

### Installazioni della « Compagnia parigina dell'aria compressa ».

A Parigi la distribuzione dell'aria compressa ebbe dapprima lo scopo di animare gli orologi pubblici. In forza della Convenzione firmata nei preliminari il 12 agosto 1881 e resa definitiva il 14 settembre 1881 colla firma del Prefetto della Senna, la città di Parigi ha concesso all' « Exploitation parisienne de l'air comprimé, procédé Victor Popp », per 50 anni a partire dal 1º luglio 1881 l'autorizzazione di conservare sotto la strada pubblica i tubi necessari alla condotta dell'aria compressa per mettere in azione gli orologi pneumatici (1). Con questa convenzione la Società si è assunto il collocamento del servizio pneumatico pubblico per Parigi sotto una condizione d'abbonamento che varia da fr. 5,50 a fr. 50 per anno e per quadrante. In quanto al servizio privato, che costituisce la vera operazione commerciale della Società, quest'ultima resta interamente padrona della sua tariffa e delle condizioni di abbonamento, il tutto mediante una congrua tangente alla città per la concessione del sottosuolo ove passano i condotti e le diramazioni dell'aria compressa.

Nel primitivo impianto l'officina centrale di produzione dell'aria compressa non comprendeva che 2 macchine a vapore orizzontali, costrutte dal Farcot, le quali azionavano, per mezzo di cinghie, un gruppo di compressori, sistema Sautter e Lemonnier, ed una macchina a bilanciere vibrante, fornita dalla casa Casse di Lilla, comandante un compressore verticale dello stesso costruttore.

In seguito alle esperienze istituite sulle condotte d'aria compressa che riuniscono l'officina centrale ai centri orarii, esperienze che si sono fatte nel mese di novembre 1885 in presenza del Consiglio municipale di Parigi, venne accordata al sig. Popp una seconda concessione per distribuire l'aria compressa a domicilio, come forza motrice. — Il progetto di concessione si è reso definitivo dal Consiglio municipale il 30 luglio 1886.

Con questa seconda concessione si accordò al sig. Popp, per 40 anni, a partire dal lo agosto 1886, il diritto di stabilire e di conservare una rete di tubi per la condotta dell'aria compressa destinata alla distribuzione della forza motrice a domicilio, per qualunque uso industriale od altro servizio.

Durante i primi cinque anni la città di Parigi si è obbligata a non accordare nessun'altra autorizzazione simile. — Il carbon fossile, il coke e tutto quanto si richiede per l'esercizio della Società sono esenti da qualunque dazio od imposta. La città non prende alcuna parte nel servizio privato dell'esercizio, ma si riserva tuttavia il 30 % dei benefizi netti, vale a dire calcolati

<sup>(1)</sup> Il principio degli orologi pneumatici venne esposto all'articolo MACCHINE AD ABIA COMPRESSA di questa Enciclopedia.

dopo la sottrazione di tutte le spese di esercizio e di amministrazione, e dopo la deduzione egualmente:

1º del prelevamento del 5º/o pel fondo di riserva; 2º del 10º/o per l'ammortizzazione del capitale; 3º del 6º/o d'interesse sul capitale degli azionisti.

La città di Parigi si riservò il diritto di acquistare l'installazione e tutto il materiale dopo 15 anni, dietro determinate condizioni, vantaggiose per la Compagnia, oppure allo spirare del contratto, al prezzo risultante da una stima fatta da periti.

La prima officina destinata al servizio degli orologi pneumatici fu costrutta nel 1881, in via Sant'Anna; ma lo sviluppo preso in poco tempo da questa industria, e la difficoltà di creare nel centro di Parigi un'officina abbastanza ampia e provveduta di macchine a vapore, compressori e serbatoj, obbligarono la Società a costruire, nel 20º circondario, all'altezza di Belleville, una grande officina centrale capace di alimentare diverse stazioni, ciascuna delle quali destinata per un determinato numero di quartieri. — L'officina è situata in via St-Fargeau ed occupa la superficie di m. q. 14 600. Più recentemente venne installata una nuova grande officina della forza di 8000 cavalli al quai de la Gare, a Barev.

L'officina di Saint-Fargeau è divisa in due parti, che portano la denominazione rispettiva di vecchia e di nuova officina secondo l'ordine in cui vennero costrutte.

La vecchia officina comprende un'installazione della forza di 600 cavalli-vapore; la nuova, contigua all'antica, nel 1888 aveva già una forza di 2400 cavalli, fornita da 6 macchine Compound orizzontali, costrutte dalla ditta Davey e Paxmann di Colchester, le quali azionano 12 compressori del sistema Blanchod. Al 1892 l'officina di St-Fargeau aveva portata la sua potenza a 5000 cavalli-vapore.

I compressori, di dimensioni appropriate a quelle delle macchine a vapore, sono collegati direttamente alle aste degli stantuffi di queste ultime. Le cure più minuziose si sono adottate nella loro costruzione per ottenere il miglior rendimento; la temperatura dell'aria compressa non supera mai quella dell'ambiente di più che una ventina di gradi.

Le condizioni a cui deve soddisfare un compressore ben costrutto sono:

l° di operare la compressione il più prossimamente possibile secondo la legge di Mariotte, cioè a temperatura costante (compressione isotermica);

2º di spingere l'aria, una volta compressa, attraverso a luci di ampiezza sufficiente;

3º di operare l'aspirazione alla più bassa temperatura possibile, ed attraverso ad orifizi tali che non si produca alcuna depressione nell'interno del cilindro;

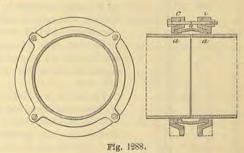
4° che le valvole si chiudano il più rapidamente possibile, rimanendo aperte per una frazione minima della corsa.

Ad ottenere l'attuazione di queste condizioni si mirò specialmente coll'adozione degli ultimi tipi di compressori adottati.

L'officina di St-Fargeau comprende ben 4 tipi diversi di compressori. Vi si trovano anzitutto gli antichi compressori Sautter e Lemonnier, che furono installati nei primi tempi dell'esercizio, e che non soddisfano ad alcuna delle condizioni enunciate. — Viene in seguito una importante batteria di compressori Blanchod che tendono a realizzare una parte dei suddetti vantaggi. In fatti la durata del giuoco delle valvole è regolabile; ma la diminuzione della corsa non si ottiene che a detrimento delle sezioni di passaggio dell'aria. La compres-

sione isotermica vi è tentata per mezzo di un' iniezione d'acqua, trascinata al momento dell'aspirazione, ma questo artifizio è ancora ben insufficiente, poichè non è già al momento dell'aspirazione che bisogna ottenere il raffreddamento, ma bensì durante la compressione, che è quella che sviluppa calore. Oltre a ciò, questo modo di iniezione, non mescolando che assai imperfettamente l'aria all'acqua, non permette fra i due fluidi uno scambio di calore sufficiente per dare una compressione isotermica.

La parte più recente dell'officina contiene dei compressori François, della casa Cockerill, di Seraing. In questi il progresso realizzato consiste specialmente in una migliore proporzione degli orifizi delle valvole, ed in una iniezione meglio studiata dell'acqua, non soltanto durante l'aspirazione, ma durante la compressione. -Finalmente all'officina di St-Fargeau si trovano ancora i compressori Riedler, che vennero adottati, ad esclusione di ogni altro, nella nuova officina del quai de la Gare, e che risolvono nel miglior modo il problema della compressione isotermica. - La compressione, in questi compressori, si fa in cascata; vale a dire che l'aria, aspirata in un primo cilindro di grande diametro, è compressa a 3 atmosfere, e cacciata in un secondo cilindro che la comprime nuovamente, fino a 7 atmosfere.



Questa disposizione presenta il vantaggio di permettere di spingere completamente l'aria, all'uscita dal primo compressore, in un serbatojo intermediario che la conduce al secondo, ove essa arriva ad una temperatura qualche volta inferiore a quella dell'aspirazione primitiva, in modo che la compressione totale risultante si avvicina di molto alla isotermica.

Nel compressore Riedler le valvole d'aspirazione e le valvole prementi hanno sezioni grandissime, si aprono ampiamente, e vengono ricondotte automaticamente sulle loro sedi da organi meccanici che si spostano proporzionalmente alla corsa dello stantuffo, e non sotto l'azione di differenze di pressioni, come negli altri tipi di compressori.

I primi compressori di Saint-Fargeau davano appena un rendimento di 8 metri cubi e mezzo di aria compressa (a 6 atmosfere) per cavallo; quelli di Cockerill ne danno quasi 10, e finalmente i nuovi compressori ne danno 11.

La rete di condotte d'aria compressa aveva già nel 1892 uno sviluppo complessivo di circa 80 chilometri. — Dall'officina di St-Fargeau partono due condotte principali, in ghisa, del diametro di m. 0,300. Esse sono costituite da tubi senza collare e senza manicotto, collegati fra di loro da un giunto perfettamente ermetico, rappresentato dalla fig. 1288. — Le estremità contigue di due tubi successivi ricevono due anelli a di caoutchouc, tenuti a conveniente distanza da un manicotto di ghisa interposto, b. — Due briglie di riporto c, in ghisa, munite

di incastri, vengono serrate, per mezzo di 4 bulloni, contro gli anelli in caucciù. Nel mettere in opera i tubi, si lasciò fra di loro un piccolo giuoco per tener conto delle dilatazioni. - I vantaggi principali di questo giunto sono: 1º di permettere le dilatazioni della condotta, ed anche delle leggiere inflessioni; 2º di non richiedere lunghezze determinate di tubi.

La condotta che parte dal quai de la Gare ha un diametro maggiore della precedente, cioè di m. 0,500, il che indusse a farla in lamiera, anzichè in ghisa. Essa

è doppia, al pari della precedente.

Le arterie principali sono collegate fra di loro da una infinità di condotte secondarie, alcune in piombo, altre in ferro; ed ogni giorno nuove condotte vengono ad intersecare quelle già esistenti, serrando le maglie della rete, uniformando la pressione e rendendo meno pregiudizievole al servizio una rottura accidentale di una delle maglie dell'immensa rete. Del resto, speciali ottu-

H A

Fig 1289.

ratori, collocati a intervalli, permettono di isolare una sezione qualunque dal resto della rete in caso di riparazioni.

La sezione delle condotte è stata calcolata nell'ipotesi di una velocità media di 8 metri al secondo. In quanto alla canalizzazione necessaria nell'interno delle case, essa è formata da tubi in piombo il cui diametro varia dai 40 ai 100 mm.

Parrebbe, a priori, che in una canalizzazione destinata a trasportare un gas sotto una pressione di 6 atmosfere le fughe dovrebbero essere numerose ed importanti. Il che non è affatto vero, come lo dimostrano i diagrammi rilevati, in una serie di esperienze appositamente istituite, sopra un tratto di 5400 metri della condotta di 50 cm. di diametro. Questi diagrammi danno la perdita di carico avvenuta in 24 ore. Da una pres-

sione iniziale di 4 kg. per cm.2 si discese ad una pressione di 2 kg., vale a dire ad una pressione metà. Ciò significa che la condotta ha perduto la metà del suo volume d'aria; e se si ammette un'egual perdita per l'insieme delle condotte, che rappresentano circa 20 500 m.3 (a 5 atmosfere) ne risulta una perdita totale di 10 250 m.3 d'aria al giorno, il che rappresenta, per la produzione totale delle officine, appena una perdita del 0,25 %. Le perdite dovute alle fughe sono dunque insignificanti.

È della più alta importanza che l'aria venga sbarazzata, il più completamente possibile, dall'acqua trascinata, evitando che questa si depositi nei tubi e si accumuli nei punti più bassi delle condotte, che essa potrebbe ostruire congelandosi. D'altra parte, è desiderabile che l'aria arrivi ai motori quasi secca.

Ora le misure prese alla stazione centrale per sbarazzare l'aria del vapore acqueo non raggiungono lo scopo, se non imperfettamente: l'aria penetra sempre nelle condotte con un certo grado di umidità. Si sono perciò intercalati nelle condotte numerosi apparecchi di spurgo, la cui disposizione risulta dalla fig. 1289. Essi constano essenzialmente di un corpo cilindrico A, chiuso alle due estremità, disposto verticalmente e diviso in due scompartimenti di capacità assai diversa da un diaframma orizzontale M, in feltro molto spesso, che costituisce come una specie di filtro.

L'aria arriva dal tubo B, che si ripiega in basso ed attraversa il coperchio dell'apparecchio ed il diaframma di feltro, ed esce dal tubo C che fa capo allo scompartimento superiore; essa è dunque obbligata ad attraversare il filtro M, che trattiene una certa quantità di acqua. Questa sgocciola nel compartimento inferiore, nella parte superiore del quale si trova un diaframma D di lamiera, bucherellato, che ha per ufficio di impedire alle sostanze straniere di cadere al fondo del serbatojo.

Il compartimento inferiore è occupato quasi interamente da un galleggiante E in lamiera, montato sopra un gambo F guidato e terminante inferiormente in una punta conica G. Nello stato normale questa punta serve da otturatore ad una piccola apertura praticata sul centro del fondo dell'apparecchio di spurgo. Quando poi in questo si è accumulata una quantità sufficiente d'acqua, il galleggiante si innalza col proprio gambo, e questo scopre l'apertura di spurgo. Un gambo H, fissato al coperchio dell'apparecchio, limita la corsa del galleg-

Abbiamo già descritto gli aeromotori della Compagnia parigina dell'aria compressa, ed avremo occasione di ritornare sull'argomento fra poco, descrivendo l'impianto fatto dalla Compagnia nel palazzo della Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

Ci rimane a dire qualche cosa sulla parte commerciale dell'impresa.

La Compagnie parisienne de l'air comprimé distribuisce ai consumatori l'aria compressa come forza motrice a domicilio sotto le seguenti condizioni (1):

ART. 1. La Società fornisce l'aria compressa a Parigi a tutti gli abbonati che possedono uno dei suoi apparati, e che abbiano un contratto di abbonamento almeno della durata di un anno per l'aria compressa, in tutte le case che sono situate lungo il percorso della rete servita, fin tanto che la casa rimane munita della colonna montante necessaria al servizio.

ART. 2. La manutenzione, e qualunque riparazione dei condotti e dei robinetti collocati presso gli abbonati, sono a carico della Società, essendo ciò compreso nel prezzo di locazione stabilito nella seguente tabella, salvo il caso in cui la riparazione, la manutenzione od il cambio fossero dipendenti da un fatto imputabile all'abbonato. In questo ultimo caso tutte le spese sono a di lui carico.

ART. 3. L'aria compressa si concede: a) in base alla stima senza misura;

b) colla misura mediante il contatore.

Ciascun motore viene munito di un contatore di giri o di metri cubi, fornito dalla Società.

Il contatore viene timbrato dalla Società.

L'abbonato è obbligato a lasciare l'accesso libero agli agenti della Società nel luogo ove viene collocato il contatore.

Tutti i tentativi per deteriorare o mettere fuori di servizio il contatore saranno puniti in conformità alle leggi, senza pregiudizio del reintegramento dei danni.

ART. 4. Il prezzo dell'aria compressa si paga mensil-

mente al domicilio dell'abbonato.

<sup>(4)</sup> V. Il Po'itecnico, anno 1888, pag. 409.

La Società esige in deposito il pagamento di una somma che rappresenti il consumo approssimativo mensile stabilito come in seguito:

Motore di	3	ch	ilo	gr	am	me	etri		1	Tr.	15	
>>	6				>>					>>	25	
»	12				>>					>>	40	
>	24				>>					*	60	
>>	40				>>					*	75	
Un cavallo	)		4							>>	100	
Due caval	li									>>	125	

Oltre i due cavalli vengono stabilite delle convenzioni speciali. Questo deposito deve esser fatto il giorno della messa in opera e sarà rimborsato alla fine dell'abbonamento.

Il pagamento della fornitura dell'aria non può essere ritardato da qualunque reclamo. La quitanza dovrà sempre essere saldata alla sua presentazione, salvo alla Società a farsi carico dei reclami riconosciuti fondati sui pagamenti ulteriori, se devono aver luogo.

Art. 5. Qualunque sospensione di pagamento da parte dell'abbonato dà il diritto alla Società di chiudere i robinetti di servizio tre giorni dopo la semplice con-

segna della lettera d'avviso.

ART. 6. Tutti gli abbonamenti scaduti continuano di pieno diritto per un periodo eguale, in mancanza di una diffida reciproca, fatta almeno tre mesi prima che spiri l'abbonamento.

ART. 7. L'abbonato non potrà cambiare, modificare, nè sostituire in tutto od in parte la tubatura od altri apparati che saranno forniti o posti dalla Società. In conseguenza, di tutti i cambiamenti o spostamenti che derivassero dal suo fatto, come pure dei deterioramenti, sarebbe responsabile verso la Società, non che degli sconcerti che derivassero nel servizio pubblico e privato.

ART. 8. L'abbonato non potrà impiegare l'aria compressa a nessun altro uso se non a quello indicato nella polizza di abbonamento, ed ove la verificazione verrà fatta dagli agenti della Società, salvo le convenzioni speciali. In caso contrario la Società ha il diritto di riflutare la fornitura dell'aria.

ART. 9. Egli non potrà reclamare alcun indennizzo per le interruzioni momentanee del servizio, sia dipendenti dalle riparazioni dei condotti, sia dai guasti o dalle riparazioni delle macchine della società, sia da qualunque altra causa analoga e che non eccedesse le ore 48.

Art. 10. L'abbonato dovrà munirsi delle autorizzazioni dei proprietari, necessarie al collocamento ed al servizio del suo abbonamento. In tutti i casi la Società non garantisce alcun termine fisso pel collocamento.

Le applicazioni dell'aria compressa non si limitano alla distribuzione della forza motrice a domicilio (è questa, però, l'applicazione più importante), ed al servizio degli orologi pneumatici; esse possono ancora utilmente estendersi:

lº alla ventilazione degli ospedali, delle scuole, delle caserme, dei teatri, e di tutti quegli edifizi in cui vi è una agglomerazione di persone, costante o temporanea;

2º al sollevamento diretto dell'acqua e di qualunque altro liquido, senza dover ricorrere alle pompe;

3º al servizio degli ascensori, sostituendo la pressione dell'aria a quella dell'acqua;

4º alla produzione del freddo (circa 190 cav. vap. erano distribuiti, fin dal 1889, per questo uso speciale);

5º al servizio delle soffierie nelle fonderie, in cui si potranno sopprimere le macchine soffianti, bastando sostituirvi dei semplici iniettori;

6º alla produzione del gas carburato, ecc.

Altre applicazioni vennero descritte all'articolo Macchine ad aria compressa (V.).

Ma, lo ripetiamo, l'applicazione più importante è, senza alcun dubbio, quella della distribuzione della forza motrice a domicilio. Ecco quali sarebbero, secondo l'ingegnere Popp, i vantaggi dell'aria compressa impiegata a questo scopo, di fronte, specialmente, all'uso delle macchine a vapore.

l° Grande regolarità d'azione, quale non si riesce ad ottenere nè colle macchine a vapore, nè con motori a gas.

Le conseguenze di questa regolarità sono: una migliore produzione del lavoro, un aumento sensibile del medesimo, ed una manutenzione minore di quella che si richiede col lavoro manuale;

2º Risanamento dell'officina, coll'aria che esce dal motore, la quale non presenta l'inconveniente, che ha il vapore, della condensazione dell'acqua sui muri e sui soffitti; e, mentre questo riscalda oltre misura le piccole officine, tanto in estate quanto nell'inverno, l'aria compressa invece mantiene una buona ventilazione ed una gradevole frescura;

3º Soppressione del carbone, vale a dire di un materiale che ingombra, che insudicia, e che presenta pe-

ricoli di incendio;

4º Soppressione del fuochista, vale a dire di una persona per così dire estranea all'officina, ove lo spazio ed il volume d'aria respirabile sono sempre ristretti; questo fuochista, che rimane disoccupato la maggior parte del tempo, si rifiuta generalmente di eseguire altro lavoro, e spesso riesce di disturbo agli operaj;

5º Soppressione della caldaja, vale a dire di una massa ingombrante, pericolosa, e che riscalda per irradiazione l'aria dell'officina, ove la ristrettezza dei locali

obbliga spesso a collocarla;

6º Economia sensibile sul prezzo del cavallo-vapore. Questa economia si spiega facilmente anche quando
le macchine dell'officina centrale siano a vapore, purchè
si consideri un gruppo sufficientemente numeroso di
industriali i quali non impieghino che delle piccole forze,
in quanto che in allora si hanno le seguenti economie
parziali, che controbilanciano ampiamente le perdite
di rendimento cagionate dai compressori, dalla canalizzazione e dall'aeromotore:

a) Consumo minore di carbone, per cavallo e per ora, dall'insieme delle potenti caldaje e delle grandi

macchine compound.

Le macchine installate a Parigi per l'aria compressa non consumano che 800 grammi di carbone per cavallo e per ora (garantiti dai costruttori), mentre è dimostrato dalla pratica che le piccole caldaje e le piccole macchine a vapore consumano sino a 4 e 5 kg. di carbone per cavallo e per ora; questa differenza di consumo dipende da cause diverse di cui le principali sono:

1º La maggior cura prestata nella costruzione delle grandi macchine, munite di condensatore e di espan-

sioni variabili mediante regolatore;

2º Utilizzazione migliore del carbone nelle grandi caldaje ove si ottiene una combustione lenta in conseguenza della debole velocità del gas nei fornelli, ed ove si hanno dei grandi serbatoj di vapore che mantengono una pressione costante;

3º Azione continua, essendo soppresse le accensioni periodiche delle caldaje, che riescono dispendiose; 4º Diminuzione della condensazione e delle fughe dai cilindri e dai condotti di vapore, presentando questi, nelle grandi macchine, una superficie meno estesa, in relazione alla forza sviluppata, e pel fatto della più accurata costruzione e della protezione delle condotte del vapore con materie isolanti, precauzione questa che si trascura generalmente nelle piccole macchine;

5º Diminuzione di tutte le altre perdite risultanti dall'azione refrigerante delle aste degli stantuffi e dei cassetti, dalla laminazione del vapore, dagli attriti, ecc.

- b) Acquisto e trasporto del carbone in grandi quantità, con un'economia enorme sul prezzo del carbone al minuto:
- c) Ripartizione del fluido motore sopra un gran numero di officine, con che si ottiene un consumo medio sensibilmente costante; mentre il vapore prodotto in vista del massimo lavoro di una sola officina viene in parte perduto, per tutto il tempo in cui la macchina non utilizza tutta la sua forza. Di più l'aria può essere immagazzinata in grandi serbatoi, il che non si può fare col vapore acqueo. Per l'abbonato vi è dunque proporzionalità esatta fra la spesa e la forza effettivamente impiegata.

d) Diminuzione sensibile dei premi di assicurazione quando, invece del vapore, si impiega l'aria compressa a domicilio:

e) Possibilità di un lavoro continuato, giorno e notte, ciò che permette di ottenere l'ammortizzamento delle macchine sopra una produzione doppia.

Ancora: i motori ad aria si possono collocare a qualunque piano di un edifizio, mentre le macchine a vapore non si possono installare che al piano terreno, e questo collocamento torna a sua volta pregiudizievole ai vicini in causa del fumo, dei pericoli, ecc. Lo spostamento eventuale dell'installazione deve pure essere considerato, riuscendo molto più costoso per la macchina a vapore che non per un motore ad aria, in causa del camino, della caldaja, ecc.

Finalmente è evidente che la sorveglianza e la condotta dei motori riesce molto meno costosa. Infatti 3000 cavalli, ad esempio, riuniti in un'officina centrale, non richiedono che sei fuochisti; mentre lo stesso numero di cavalli, suddivisi in forze di 4 o 5 cavalli, obbligano a 600 od a 700 fuochisti.

DESCRIZIONE DELL'INSTALLAZIONE DI ARIA COMPRESSA FATTA NEL PALAZZO DELLA « SOCIÉTÉ D'ENCOU-RAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE » A PARIGI (1).

Alla descrizione generale del grande impianto di distribuzione di forza motrice a domicilio per mezzo dell'aria compressa, facciamo seguire, come esempio di impianto particolare presso l'abbonato, quella dell'installazione fatta, dalla Compagnia Parigina dell'aria compressa, nella sede della Société d'Encouragement; questa descrizione ci fornirà l'occasione di parlare di alcune disposizioni ed apparecchi a cui, finora, non si è accennato che di volo.

L'installazione di aria compressa a cui alludiamo comprende:

l° una canalizzazione interna, collegata alla condotta municipale stabilita sul Boulevard St-Germain;

2º un motore principale fisso, ad aria compressa, della forza nominale di 16 cav.-vapore;

3º tre piccoli motori (di cui uno fisso e due mobili), coi loro accessori.

Condotte dell'aria compressa. — L'aria compressa arriva nella sala delle macchine attraverso ad un tubo che si dirama dalla condotta pubblica, e conduce l'aria successivamente in un contatore, in un regolatore di pressione, in un riscaldatore, e finalmente nell'aeromotore di 16 cavalli. La disposizione di questi diversi apparecchi, di cui daremo più sotto la descrizione, è rappresentata nelle fig. 1290 e 1291.

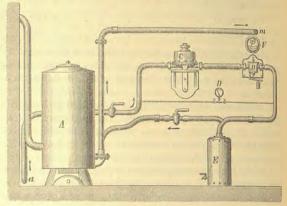


Fig. 1290.

Un sistema di condotte, comandate da un robinetto speciale, si dirama da questa condotta principale, e serve a condurre l'aria compressa nelle due sale pubbliche del piano terreno e del primo piano, per il servizio dei motori minori. Da ciascuna di queste sale parte inoltre un tubo di evacuazione, il quale sbocca in un piccolo cortile dell'edifizio, ed è destinato a condurre fuori l'aria che ha servito, in modo da evitare il rumore dell'espansione. Nelle due sale, questi tubi hanno dimensioni tali da permettere il funzionamento di motori di 4 cavalli, e sono muniti di diversi pezzi di ricambio, corrispondenti all'impiego eventuale di motori di forze diverse.

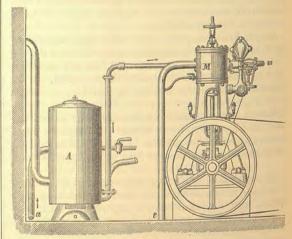


Fig. 1291.

Un'altra condotta d'aria compressa, innestata sulla canalizzazione precedente, e dipendente dallo stesso rubinetto di comando, penetra nel sottotetto situato sopra la grande sala delle sedute; essa è destinata ad alimentare un piccolo motorino, di <sup>1</sup>/<sub>3</sub> di cavallo, il quale aziona un ventilatore destinato a cacciar l'aria nella grande sala, per mezzo di tre camini di ventilazione, muniti di opportuni registri.

<sup>(1)</sup> V. il Bulletin de la Société d'Encouragement, febbraio 1892.

Aeromotore di 16 cavalli-vapore (V. fig. 1291). — Il motore di 16 cavalli installato nella sala delle macchine, e destinato a mettere in movimento le dinamo per l'illuminazione, è del tipo detto pilon, ed è stato costrutto dalla Casa Jean et Peyrusson di Lilla. Esso non differisce guari da una macchina a vapore ordinaria, ad espansione regolabile a mano, sistema Meyer.

Il diametro dello stantuffo è di 285 mm.; la sua corsa

è di 200 mm.

Nelle prove al freno, che si fecero prima di installarlo, questo motore ha sviluppato un lavoro che raggiunse i 16 cav.-vapore in marcia normale, alla velocità di 175 giri al minuto, ed ha oltrepassato i 20 cav.-vapore alla velocità di 200 giri.

L'aria compressa arriva all'aeromotore dopo essere passata pel riscaldatore; essa si espande nel cilindro e quindi viene evacuata al di fuori. Per evitare il rumore ed i tremiti che si producono all'evacuazione, l'aria viene diretta, all'uscire dal motore, in un grosso tubo di piombo che discende verticalmente nel sotterraneo della sala delle macchine e fa capo ad una cassa di smorzamento stabilita ad una certa distanza dai locali.

Il motore riposa, coll'intermezzo di una guarnizione di feltro, sopra un'assisa in legno di quercia, di m. 0,18 di altezza; sotto questa è disposto un secondo strato di feltro che copre uno zoccolo in muratura di m. 0,30 di altezza, ed avente in pianta le dimensioni di m. 1,15 × 1,10. Questo zoccolo riposa sopra un pilastro di muratura che attraversa in tutta la sua altezza il sotterraneo situato sotto la sala delle macchine, e prende appoggio sul terreno coll'intermezzo di una fondazione in calcestruzzo, di m. 0,50 di altezza, e misurante in pianta m. 2,40 × 2,20. Il suddetto pilastro, di pianta rettangolare, colle dimensioni di m. 2,30 × 2,10 alla base, em. 1,70 × 1,50 alla parte superiore (essendo di forma troncopiramidale), è alto m. 3,00. Le sue pareti laterali presentano così una scarpa di 1/10.

Il motore è fissato su questo massiccio di muratura, per mezzo di 4 bulloni di fondazione corrispondenti ai fori praticati ai quattro angoli della base in ghisa del-

l'intelajatura del motore.

Ciascuno di questi bulloni è costituito da un tirante di ferro verticale, lungo 2 metri, quasi interamente annegato nella muratura, e portante alla parte inferiore un occhio attraverso al quale passa una sbarra di ferro che funziona da ancôra e stabilisce la solidarietà fra il bullone ed il massiccio murale; superiormente il bullone di fondazione esce dalla muratura, ed attraversa successivamente il coronamento di mattoni, lo strato di legno di quercia e le guarnizioni di feltro, penetrando da ultimo in uno dei fori dello zoccolo del motore; quivi esso è filettato fino alla sua estremità superiore, che porta un dado con contro-dado; serrando fortemente questi ultimi, si rilega solidamente il motore alla sua fondazione, la quale contribuisce a smorzare le vibrazioni.

Gli apparecchi accessori si veggono rappresentati nelle fig. 1290 e 1291, nella stessa posizione relativa che essi occupano effettivamente nella sala delle macchine. Essi comprendono:

lo un riscaldatore A;

2º un regolatore della pressione C;

3º un contatore d'aria B;

4º un manometro D, che indica costantemente la pressione dell'aria compressa, prima e dopo il regolatore.

I tre primi apparecchi sono rappresentati, nei loro particolari di costruzione, dalle fig. 1292, 1293 e 1294;

essi sono di un modello speciale, brevettato dalla Compagnia parigina dell'aria compressa. Eccone una breve descrizione.

1º Riscaldatore (fr. Réchauffeur). — L'aria compressa, prima di penetrare nel motore, passa attraverso ad un riscaldatore, il quale ha per iscopo di innalzare la temperatura dell'aria per comunicarle la massima energia possibile, sotto forma di calore; questa energia viene poi utilizzata nel motore durante l'espansione e la caduta di temperatura che ne risulta. Per tal modo si aumenta il rendimento del motore, e si evitano gli inconvenienti che possono derivare dalle congelazioni occasionate dall'espansione e dalla scarica dell'aria fredda.

Il riscaldatore, rappresentato in sezione verticale ed in sezione orizzontale nella fig. 1292, si compone di un calorifero cilindrico verticale, alla parte inferiore del

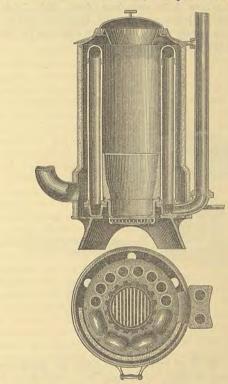


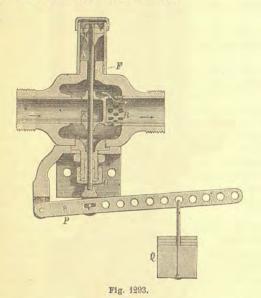
Fig. 4292.

quale arriva l'aria compressa fredda, che penetra in una serie di tubi verticali. Questi sono collegati in alto, due a due, per mezzo di gomiti, e sono montati inferiormente sopra una briglia anulare, la quale a sua volta è inchiavardata, con interposizione di una guarnitura d'amianto, sopra una scatola di ghisa a doccia anulare, munita di tramezzi in guisa da permettere la comunicazione di due tubi consecutivi, e precisamente del secondo di ciascuna coppia col primo della coppia successiva. L'aria compressa che arriva da un tubo verticale discendente innestato sopra un lato del riscaldatore, è così obbligata a circolare, dal basso all'alto e dall'alto al basso, per tutta la serie dei tubi verticali, e finalmente, dopo aver fatto il giro completo del calorifero, esce per un tubo verticale ascendente disposto di flanco al tubo d'arrivo.

Un porta griglia circolare, appoggiato sull'orlo interno della briglia, sostiene le sbarrette mobili della griglia del calorifero. Questo porta-griglia è sormontato da una specie di manicotto, in terra refrattaria, destinato a difendere la parte inferiore dei tubi da un eccessivo riscaldamento, che potrebbe deteriorarli. L'intero apparecchio riposa sopra uno zoccolo in ghisa il cui basamento è traforato affine di permettere lo scarico delle

Questo calorifero è circondato da un involucro cilindrico in lamiera, sormontato da un capitello terminante in una gola, o scanalatura circolare, nella quale si colloca il coperchio, a chiusura di sabbia fina. Un secondo involucro in lamiera abbraccia il primo; e nello spazio cilindrico anulare che è compreso fra i due involucri si dispone una guarnizione cattiva conduttrice del calore. I prodotti della combustione, dopo aver riscaldato i tubi dell'aria compressa, si smaltiscono in un camino di lamiera, nel quale si attiva il tiraggio mediante un getto d'aria compressa.

2º Regolatore della pressione (franc. Régulateurdétendeur). - Questo apparecchio, rappresentato nella fig. 1293, ha per scopo di mantenere costante la pressione dell'aria che arriva nel motore.



Esso consta di un manicotto di ghisa nel quale viene ad innestarsi il tubo d'arrivo dell'aria compressa; all'estremità di questo, e sul suo prolungamento, è disposto un anello mobile dello stesso diametro e dello stesso spessore, K comandato da uno stelo verticale F. Alla sua parte superiore questo stelo porta uno stantuffo M scorrevole in un cilindro N avvitato sulla parte superiore del manicotto; questo cilindro comunica inferiormente col tubo d'arrivo dell'aria, la cui pressione si esercita quindi, dal basso in alto, sulla faccia inferiore dello stantuffo M; lo stelo F si prolunga inferiormente ed attraversa una stoppatura O, terminando inferiormente in una forcella articolata ad una leva P che alla sua estremità di sinistra si articola, alla sua volta, ad un braccio fissato al manicotto, mentre nella parte di destra è caricata di un contrappeso Q che si può applicare in punti diversi del braccio di leva. Questo abbassa la leva, e quindi lo stelo verticale coll'anello che essa comanda e collo stantusso M; per conseguenza l'aria compressa sfugge attraverso all'anello K, spostato rispetto al tubo d'arrivo, e riempie l'interno del manicotto per scaricarsi dagli orifizi R praticati all'estremità del tubo che conduce l'aria al motore, il quale tubo è

innestato nel manicotto, in prosecuzione del tubo d'arrivo e dell'anello K, servendo col suo fondo di chiusura ai medesimi quando l'anello, compreso fra il tubo d'arrivo ed il fondo del tubo di scarico, è rialzato, cioè ha l'asse coincidente coll'asse di detti tubi. Ma in pari tempo l'aria compressa, agendo sulla superficie inferiore dello stantuffo, tende a sollevare quest'ultimo, coll'anello K, e la leva col suo contrappeso.

Questo contrappeso, sospeso a punti convenienti della leva, permette di far variare entro certi limiti la pressione dell'aria nell'interno del regolatore e quindi nel tubo che conduce l'aria compressa al motore. Quando la pressione dell'aria fornita dalla condotta venga a diminuire, lo stantuffo M, sollecitato dal contrappeso Q. si abbassa trascinando con sè l'anello K che lascia perciò passare una maggior quantità d'aria nello stesso tempo; viceversa, se la pressione nella condotta viene ad aumentare essa spinge in alto lo stantuffo, e quindi l'anello K diminuisce la sezione di passaggio dell'aria; di guisa che la pressione nel tubo di scappamento che va al motore si manterrà sensibilmente costante.

Al di là del regolatore la condotta d'aria comunica con un serbatojo cilindrico verticale E (fig. 1290), il quale ha per scopo di smorzare gli urti che potrebbero

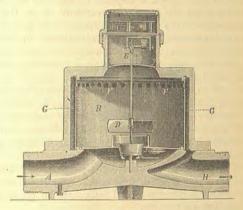


Fig. 1294.

prodursi nella condotta in seguito ad ogni ammissione d'aria nel motore. Il volume di questo serbatojo è press'a poco eguale alla capacità del cilindro del motore. Alla sua parte inferiore esso porta un rubinetto che serve allo scarico dell'acqua di condensazione.

3º Contatore dell'aria compressa. — Questo contatore

è rappresentato nella fig. 1294.

L'aria arriva, per il tubo A, in una camera circolare, solleva la valvola d'ammissione e penetra nel serbatojo B del contatore. All'entrata di questo serbatojo è disposta una specie di elice ad alette in nichel, D, montato sopra un albero verticale che alla sua parte superiore è munito di una vite senza fine la quale mette in azione un movimento d'orologieria; questo meccanismo è disposto entro una piccola scatola cilindrica, nella parte superiore dell'apparecchio. L'aria, entrando nel serbatojo, viene a colpire le alette D, ed imprime all'elice un movimento di rotazione. Il volume d'aria che attraversa l'apparecchio viene così valutato e registrato in base al numero dei giri che compie l'elice.

Dopo avere attraversato il serbatojo dal basso all'alto, l'aria passa attraverso agli orifizi F praticati superiormente all'ingiro nella sua parete verticale, penetra in un condotto anulare G, e sfugge per il tubo H.

Il contatore è provvisto di due valvole di sicurezza.

La parte superiore della scatola che racchiude il movimento d'orologieria è chiusa da un coperchio a vetro. attraverso al quale si possono vedere i cinque quadranti registratori. Questi quadranti portano, ciascuno, dieci divisioni numerate dall'1 al 10. I primi quattro quadranti portano rispettivamente le indicazioni: migliaja, centinaja, decine, unità; quanto al quinto, le sue divisioni corrispondono ad altrettanti decimi dell'unità di misura (metro cubo). Quando l'indice di quest'ultimo quadrante ha fatto un giro completo, quello del quadrante unità si è avanzato di una divisione, e così di seguito per gli altri. Il numero che risulta dall'insieme delle indicazioni di questi quadranti deve essere moltiplicato per un certo coefficiente dipendente dalla pressione dell'aria, e rappresenta allora il volume d'aria consumato, ridotto alla pressione atmosferica. Una piccola tabella, incisa sul coperchio della scatola contenente

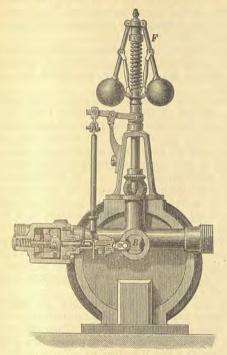


Fig. 1295.

il meccanismo d'orologieria, al di sotto dei quadranti registratori, indica i coefficienti che si debbono applicare per le differenti pressioni che l'aria compressa può assumere.

La pressione a cui l'aria viene generalmente impiegata è di 4 chilogr. e mezzo; ed in questo caso il coefficiente che permette di calcolare il volume d'aria consumato è 22.

Piccoli motori. — Questi sono del tipo rotativo, a stantuffo ellissoidale, già descritto a pag. 720; il piccolo motorino fisso, che aziona il ventilatore, è a piena ammissione, e simile quindi in tutto e per tutto al motore rappresentato nella Tav. I (fig. 1, 2 e 3); i due motorini mobili, destinati alle sale pubbliche del piano terreno e del primo piano, essendo alquanto più potenti (cioè rispettivamente di 1 cav. e ½ cav.), sono invece ad espansione, e nella fig. 1295 è rappresentato, sezionato, il meccanismo che produce l'ammissione parziale dell'aria compressa, comandato dal regolatore a forza centrifuga.

Una valvola a cassetto A, mobile nella propria scatola, ostruisce più o meno completamente l'orificio d'ammissione dell'aria, regolando così l'espansione. Questa valvola è comandata da un gambo orizzontale, fatto in due parti, B e C; all'estremità di quest'ultima gira una rotella D, la quale è comandata da un doppio bocciuolo simmetrico E, calettato sull'albero del motore, contro cui si trova applicato dalla pressione stessa che regna nella scatola del cassetto e dall'azione di una piccola molla ad elica cilindrica. Il gambo del cassetto, B, si muove orizzontalmente in un premistoppa di guida che porta, nella sua parte di mezzo, un'incavatura per dar passaggio ad una forcella comandata dal regolatore a forza centrifuga F. Le due estremità contigue delle due porzioni B e C del gambo del cassetto sono a maschio e femmina, vale a dire che la porzione B assottigliandosi, penetra nella parte C, come in un manicotto; la suddetta forcella si dispone a cavalcioni della estremità assottigliata del pezzo B, e tocca, colle sue due guancie, l'estremità del pezzo C, la quale è tagliata a scalpello, affine di diminuire l'attrito rendendo minimo il contatto. Da una tale disposizione risulta che nessun altro spostamento relativo delle due parti del gambo della valvola può prodursi, tranne un allontanamento od un avvicinamento in senso orizzontale. Ora le due guancie della forcella sono inclinate, per modo che la sua discesa determina l'allontanamento delle due parti del gambo del cassetto; e, quando la forcella è nella sua posizione infima, questo allontanamento è massimo, ed il cassetto ricopre intieramente l'orifizio del distributore.

Durante una rivoluzione dello stantuffo ellissoidale del motore, il cassetto, comandato dal bocciuolo E, fa variare l'arrivo dell'aria compressa; la piena ammissione non avviene che durante una certa porzione della corsa, e questo periodo è in relazione colla posizione del regolatore a forza centrifuga; in seguito l'aria agisce per espansione. Supponiamo il motore in riposo, e quindi le braccia del regolatore abbassate; la forcella si trova allora nella sua posizione più elevata, e l'estremità augnata del pezzo C del gambo del cassetto tocca le guancie della forcella là ove desse sono più sottili. Non appena il motore si mette in marcia, il regolatore assume la velocità di regime, la forcella discende, allontana le due parti del gambo del cassetto, che così allunga, ed il cassetto non scopre più l'orifizio d'ammissione che durante un tempo più corto.

La forcella può seguire, nel senso orizzontale, il movimento del gambo del cassetto, essendo articolata superiormente alla leva del regolatore.

## TRASPORTO E DISTRIBUZIONE DELLA FORZA MOTRICE

PER MEZZO DELL'ARIA RAREFATTA

(franc. Transport et distribution de la force par l'air raréfié; inglese Transmission and distribution of power by rarefied air; ted. Kraftübertragung durch verdünnte Luft).

La distribuzione della forza motrice a domicilio per mezzo dell'aria può ottenersi non solo coll'aria compressa, ma ancora coll'aria rarefatta.

L'idea di servirsi del vuoto per trasmettere l'energia è abbastanza antica, trovandosi enunciata negli Acta eruditorum di Lipsia del 1688; ed è dovuta a Denis Papin, che la raccomandava anche più tardi, nella raccolta delle sue Memorie pubblicata a Cassel nel 1694. Il Papin faceva rilevare alcuni vantaggi di questo

sistema, fra cui quello di impiegare un tubo di diametro relativamente piccolo, l'economia nello spessore minimo del piombo con cui fabbricava il tubo; e faceva pure osservare che il tubo non avrebbe mai contenuto

L'idea del Papin non venne però attuata in alcun modo; e solo nel 1874 essa venne risuscitata da Arthur-Louis Petit che, insieme a qualche amico, fece fronte alle prime spese necessarie alla ricerca dei motori indispensabili a realizzare il suo progetto. In questo primo stadio di esperienze da gabinetto, con mezzi inadeguati al bisogno, si riuscì nondimeno a far funzionare cinque o sei modelli di piccoli motori ad aria rarefatta, collegati ad un piccolo tubo di piombo che per una estremità penetrava in una camera d'aria della capacità di 20 litri circa, nella quale si faceva il vuoto per mezzo di una pompa a mano. Quei piccoli motori si son visti funzionare con grande soddisfazione di quanti si interessarono a quelle prove, ed invogliarono i signori Tatin e Bonnet ad offrire al Petit, che erasi intanto munito di un brevetto di privativa, il loro concorso nell'intento di continuare gli studi intrapresi, di dimostrarne e divulgarne il merito, e provvedere alla costituzione di una vera Società d'esercizio, munita dei capitali e dei mezzi occorrenti a fare quante più si potesse applicazioni industriali in Francia ed all'estero.

Era anzitutto necessaria un'esperienza nelle condizioni pratiche di un'installazione industriale; e sul finire del 1881, al boulevard Voltaire, venne fatto un impianto provvisorio che constava di una macchina aspirante, ossia di una piccola pompa ad aria; di una sala sperimentale nella quale funzionavano due o tre piccoli motori ad aria rarefatta; di una canalizzazione di 600 m. circa di lunghezza, disposta nelle fogne del Boulevard Voltaire e della Avenue Parmentier; e, per ultimo, di una serie di macchine ricevitrici, distribuite nelle abitazioni particolari della Rue du Chemin Vert, nella quale veniva a terminare la canalizzazione.

Una prima obbiezione che si opponeva dai più era quella della possibilità di mantenere un vuoto del 75% circa in una rete di tubi penetranti negli appartamenti. Le esperienze del Boulevard Voltaire provarono come nella condotta di 600 metri la pressione di un quarto di atmosfera si mantenesse così bene che due manometri. uno alla stazione centrale e l'altro presso i motori al domicilio degli utenti, segnavano costantemente la stessa pressione.

D'altra parte le esperienze del sig. Berlier sul suo sistema inodoro di vuotatura pneumatica alla caserma della Pepinière hanno pure dimostrato come in una canalizzazione di 5 chilometri, fatta con tubi di ghisa, riuniti tra loro da anelli, con giunti di piombo, siasi potuto ottenere un vuoto equivalente a 70 cm. di mercurio, e come questo vuoto si mantenesse anche quando la pompa cessava di funzionare. Per cui è d'uopo concludere che le introduzioni d'aria sono di minima

importanza.

Il sig. Boudenoot, chiamato dal signor Petit a studiare dal punto di vista teorico e pratico, e nei suoi particolari di esecuzione, il proposto sistema di trasmissione della forza, non tardò a ravvisare che l'idea era pratica, utile, e poteva essere vantaggiosa, qualora, abbandonate le utopie di un'officina di più migliaia di cavalli-vapore, dispensatrice di forza lungo una rete di circa 20 chilometri, siccome era nella mente dei proponenti, si fosse la proposta circoscritta nei giusti limiti che la teoria additava, e le esperienze del Boulevard Voltaire, rettamente interpretate, venivano a confermare.

E poichè da una ispezione nei quartieri più industriali di Parigi il sig. Boudenoot aveva potuto constatare che un numero grande, ben più di quanto egli stesso pensasse, di operai, avevano il loro laboratorio in camera, e ricorrevano all'uso poco salubre del pedale o dell'asse nella ruota, per muovere le loro macchine, mentre altri si rassegnavano a portarsi giornalmente lontani dalla loro abitazione, pur di potere approfittare di un po' di forza motrice: così il sig. Boudenoot accettò l'invito di associarsi e collaborare, sovratutto dal lato tecnico, perchè il sistema dell'aria rarefatta avesse una applicazione d'esito sicuro, come non poteva a meno di avere limitando il programma alla distribuzione a domicilio di molte piccole forze.

Fu stabilito che, per un primo impianto, la forza motrice da essere distribuita a domicilio fosse tra i 30 ed i 40 cavalli-vapore, e che la canalizzazione dovesse avere uno sviluppo di 300 a 400 metri. Una descrizione di questo primo impianto, redatta dallo stesso Bondenoot, si può leggere nelle Mémoires de la Société des

Ingénieurs Civils (marzo 1885).

L'esito favorevolissimo ottenuto indusse la Società ad ampliare considerevolmente la primitiva installazione; e noi daremo più sotto una descrizione del recente impianto.

Intanto, prima di addentrarci nello studio tecnico di questo sistema di trasmissione della forza, vogliamo esporre sul medesimo alcune considerazioni generali.

Il principio fondamentale del sistema, non occorre dirlo, consiste nel produrre e mantenere un certo grado di vuoto in una canalizzazione di qualche estensione: codesta condotta deve trovarsi in comunicazione coi singoli utenti, dai quali riceverà l'aria atmosferica che i motori in azione vi lascieranno penetrare, e condurrà quest'aria ad uno stabilimento centrale, dove potenti macchine pneumatiche lavorano continuamente ad aspirarla, in modo tale da mantenere nella rete dei condotti quel grado di vuoto necessario perchè i diversi motori domestici lavorino sempre nelle condizioni prestabilite. La forza motrice è rappresentata, in questo caso, dalla pressione atmosferica.

Nelle sue linee generali adunque un impianto di trasmissione per mezzo dell'aria rarefatta non differisce da un analogo impianto basato sull'uso dell'aria compressa. Il compressore è rimpiazzato da una pompa ad aria destinata a fare il vuoto; ed all'origine della condotta si trova un serbatojo che, dal punto di vista della regolarizzazione della pressione nella condotta, ha un ufficio analogo a quello dei serbatoi d'aria compressa.

Il vantaggio principale di questo sistema sta nella sua grande semplicità. Non occorre, come nelle distribuzioni di forza a mezzo dell'aria compressa, provvedere all'evacuazione dell'acqua che, in queste ultime, si condensa nelle condotte; gli apparecchi di spurgo diventano quindi inutili.

Parimenti non v'ha alcun regolatore della pressione a domicilio dell'utente; l'installazione non comprende che il motore ed il tubo che lo collega alla condotta

d'aria rarefatta. Per altra parte, a motivo del piccolo valore della pressione motrice, sempre inferiore all'atmosfera, le macchine riescono relativamente voluminose. Per cui non si può pensare a distribuire, con questo mezzo, delle forze considerevoli, anche se a piccole distanze.

Del resto gli è precisamente ed unicamente per la distribuzione di piccolissime forze a piccole distanze che questo sistema è stato preconizzato ed impiegato, ed in tali condizioni esso ha dato risultati soddisfacentissimi. Uno studio completo del trasporto della forza motrice per mezzo dell'aria rarefatta è stato pubblicato dall'ingegnere G. Hanarte nella Revue Universelle des mines (2º serie, tomo XX, 1º numero); noi ci limiteremo a riassumere brevemente la teoria di questo sistema (1).

I. Produzione dell'aria rarefatta. - Una pompa a fare il vuoto non differisce da un compressore se non per ciò che sono le valvole di aspirazione, invece delle valvole prementi, che si trovano nelle camere comunicanti col serbatojo e colla condotta. La pompa aspira l'aria dal serbatojo durante una corsa intiera, e la comprime e la scarica nell'atmosfera durante la corsa successiva. L'aria deve adunque essere portata dalla pressione P<sub>0</sub> che regna nel serbatojo alla pressione atmosferica P<sub>1</sub>, ed il lavoro a spendersi per operare la compressione e l'espulsione dell'aria dipende dalle condizioni nelle quali si effettua la compressione: a temperatura costante, vale a dire secondo la legge di Mariotte, oppure con riscaldamento dell'aria, sia secondo la legge adiabatica, sia secondo la legge risultante da un raffreddamento incompleto. La prima ipotesi è evidentemente la più favorevole al rendimento dell'apparecchio; e perciò conviene procurare di combattere il riscaldamento dovuto alla compressione, ricorrendo agli stessi mezzi che sono adottati nei compressori.

Lo ripetiamo, adunque: una pompa a fare il vuoto non differisce da un compressore se non per la disposizione delle valvole; e la maggior parte dei compressori dei differenti sistemi possono con tutta facilità adattarsi ad essere trasformati in rarefattori dell'aria.

L'ing. Hanarte preconizza l'impiego delle pompe a stantuffo idraulico, con colonne paraboliche. I signori Burckhardt e Weiss impiegano le pompe a cassetto, con raffreddamento esterno, indifferentemente, per comprimere come per rarefar l'aria. Finalmente i signori Petit e Boudenoot hanno adottato delle pompe con iniezione d'acqua polverizzata nell'impianto di Parigi che descriveremo fra poco.

Se si ammette che il rapporto del volume totale della condotta e del serbatojo a quello del cilindro della pompa sia abbastanza grande da poter considerare la pressione dell'aria rarefatta come costante, il lavoro a spendere teoricamente per estrarre dalla condotta, ove regna una pressione assoluta di  $P_0$  atmosfere, un volume  $V_0$  di aria preso a questa pressione, per comprimerlo in seguito, a temperatura costante, fino alla pressione atmosferica  $P_1$ , e per espellerlo sotto questa pressione, ha per valore (2):

$$T_i = 10333 P_0 V_0 \log i p. \frac{P_1}{P_0}. \tag{1}$$

Poniamo  $P_0 = \frac{P_1}{n}$ , e  $V_0 = n \times 1 \text{ m}^3$ . Osservando che

 $P_1=1$  atm., si avrà come espressione del lavoro minimo a spendere per operare l'estrazione di l m³ d'aria alla pressione atmosferica:

$$T_i' = 10333 \log i p \cdot n.$$
 (2)

Il lavoro  $T_i$  aumenta col valore di n, ma non ne risulta necessariamente che il lavoro per ogni colpo di stantuffo in un cilindro di volume dato sia tanto più grande quanto più debole è la pressione nella condotta.

La formola (1) dà l'espressione generale di questo lavoro, se si suppone che nella medesima  $V_0$  rappresenti il volume teorico del cilindro. Questa formola si può scrivere così:

$$T_{i''} = 10333 \frac{V_0}{n} \log i p \cdot n.$$

Eguagliamo a zero la derivata del fattore  $\frac{\log ip \cdot n}{n}$ ;

poniamo cioè 
$$\frac{1 - \log ip \cdot n}{n^2} = 0$$
.

Risolvendo quest'equazione si trova:

$$n = 2.72.$$

Dunque il lavoro per ogni colpo di stantuffo è massimo quando la pressione nel serbatojo è di  $\frac{1}{2,72}$  atmosfere, cioè uguale a 279 mm. di mercurio, ed è in questa ipotesi che si devono calcolare le dimensioni del cilindro motore. Il lavoro resistente teorico per ogni colpo di stantuffo, supponendo  $V_{\rm 0}$  eguale ad 1 metro cubo, ha allora per valore:

ed il lavoro  $T_i$ ' a spendere teoricamente per estrarre dalla condotta un metro cubo d'aria alla pressione atmosferica è uguale a 10333 chilogrammetri. A Parigi la pressione regolamentare nei serbatoi è di 0,25 atmosfere. L'estrazione di 1 m³ d'aria alla pressione atmosferica costa allora teoricamente:

$$T_{i'} = 10333$$
 log. ip.  $4 = 14325$  chilogrammetri.

Il lavoro T<sub>v</sub> a spendere effettivamente per aspirare, comprimere ed espellere un dato volume d'aria è, naturalmente, superiore al lavoro resistente teorico. Questo si trova, infatti, aumentato dell'eccesso di lavoro risultante dal riscaldamento più o meno considerevole dell'aria durante la compressione, della resistenza dovuta allo strozzamento dell'aria all'ingresso ed alla scarica, e delle resistenze passive del motore e della pompa a fare il vuoto. Indicando con e il coefficiente di rendimento dinamico dell'installazione, si ha dunque che il lavoro da sviluppare sullo stantuffo della macchina a vapore per estrarre dalla condotta un metro cubo d'aria alla pressione atmosferica è:

$$T_0 = \frac{T_{i'}}{\varepsilon} = \frac{10333 \log i p.n}{\varepsilon}.$$
 (3)

Assumendo, come per i compressori di grandi dimensioni e ben costrutti, = 0,75, si ottiene:

per 
$$P_0 = \frac{1}{2,72}$$
  $T_v = \frac{10333}{0,75} = 13785 \text{ Kgm.}$   
 $P_0 = \frac{1}{4}$   $T_v = \frac{14325}{0.65} = 19100$   $P_0 = \frac{1}{4}$ 

2. Utilizzazione dell'aria rarefatta. — I motori ad aria rarefatta possono funzionare a piena ammissione o con espansione. Naturalmente, vi ha vantaggio a ricavare da un dato volume d'aria, preso alla pressione atmosferica, tutto il lavoro che esso può sviluppare, prima di scaricarlo nella condotta. Facendo astrazione dalla perdita di carico che si ha nella condotta, e dalle resistenze passive, si otterrebbe da un metro cubo d'aria la stessa quantità di lavoro che si deve spendere per operarne l'estrazione, se la pressione alla fine dell'espan-

<sup>(1)</sup> V. anche l'articolo già citato del prof. DECHAMPS, nello stesso periodico.

<sup>(2)</sup> V. l'articolo Macchine ad aria compressa di questa Enciclopedia.

sione fosse eguale alla pressione che regna nella condotta.

Ma l'impiego dell'aria con espansione presenta le stesse difficoltà che si incontrano nel caso dell'aria compressa. Il passaggio dell'aria attraverso ad un riscaldatore a gas o a coke permetterebbe, senza dubbio, di realizzare un'espansione sufficiente senza che la temperatura dell'aria, all'uscire dal motore, discendesse al disotto del punto di congelazione dell'acqua, e di ricavare nello stesso tempo da un metro cubo di aria evacuata dalla condotta un rendimento più vantaggioso.

L'ing. Hanarte ha proposto, allo stesso scopo, l'impiego di macchine compound con serbatojo intermediario fra i due cilindri ed inviluppo d'acqua attorno al cilindro a bassa pressione, disposizione che esso ha pure applicato ad argani ad aria compressa. Il Dechamps però crede che difficilmente si impiegherà mai l'aria rarefatta per distribuire forze abbastanza importanti perchè delle macchine ricettrici di tal genere possano offrire serii vantaggi.

3. Rendimento di una trasmissione ad aria rarefatta. — a) Lavoro speso. Ammetteremo che la pressione nel serbatojo, ed all'origine della condotta, sia eguale ad <sup>1</sup>/<sub>4</sub> di atmosfera, come a Parigi. In tal caso abbiamo visto che l'estrazione di 1 metro cubo d'aria alla pressione atmosferica costa effettivamente chilogrammetri 19100.

b) Perdite di carico nella condotta. Non conoscendo delle esperienze complete relative alle perdite di carico nelle condotte di aria rarefatta, ammette l'Autore, in mancanza di meglio, che la legge dedotta dalle esperienze dello Stockalper per l'aria compressa possa estendersi al caso attuale.

Indicando con  $P_0$  la pressione all'origine della condotta, e con  $P_2$  la pressione ad una distanza di L metri dalla medesima, e conservando le altre notazioni stabilite pel caso dell'aria compressa (V. a pag. 726, la formola di Stockalper), si ha, analogamente:

$${\bf P}_2 - {\bf P}_0 = \alpha \, \pi_t \, \frac{{\bf P}_0 \, + \, {\bf P}_2}{2} \, u^2 \, {\bf L},$$

da cui si deduce :

$$P_{2} = \frac{1 + \frac{\alpha \pi_{t}}{2} u^{2} L}{1 - \frac{\alpha \pi_{t}}{2} u^{2} L} P_{0}.$$

Quindi si trova, per espressione della perdita di carico in funzione delle quantità date:

$$J_{1} = P_{2} - P_{0} = \frac{\alpha \pi_{l} \ u^{2} L}{1 - \frac{\alpha \pi_{l}}{2} u^{2} L} P_{0}.$$
 (4)

Applichiamo questa formola a calcolare la perdita di carico per differenti valori di L, ammettendo le ipotesi seguenti:

D=m.0,20; 
$$t = 15^{\circ}$$
 C;  $u = 20$   
e  $u = 30$  metri al secondo.

Quest'ultimo valore è ancora inferiore alla velocità ammessa nelle reti dalla Compagnia parigina. Esso è relativamente moderato, se lo si paragona alle velocità ammesse per l'aria compressa, tenendo conto del rapporto della densità dell'aria a 4 e a 7 atmosfere, a quella dell'aria rarefatta ad 1/4 di atmosfera.

La formola (4) dà i seguenti valori:

Lunghezza L della condotta	Perdita di carico all'estremità	Po = 0,25 atmosfere		
in metri	della condotta in atmosfere	u = 20	u = 30	
100	$J_1 =$	0,005	0,015	
500	» =	0,035	0,090	
1000	» =	0,077	0, 220	
2000	» =	0, 182	0,750	
3000	» =	0, 337	_	
4450	» =	0,750	-	

Si vede che per u=20 m. la perdita di carico annulla completamente il vuoto a 4450 metri dalla stazione, e che lo stesso avviene a soli 2000 metri quando la velocità dell'aria è di 30 metri al secondo.

Questi risultati dimostrano che l'aria rarefatta non può convenire che per distribuire piccole forze, entro un raggio assai ristretto. A Parigi, il raggio della zona in cui si trova compresa la canalizzazione non è che di 700 a 800 metri, e la forza dei motori più potenti non supera 1 cavallo e mezzo.

c) Lavoro raccolto. — Nelle condizioni le più favorevoli, vale a dire supponendo che l'aria subisca una espansione isotermica completa, e che l'influenza degli spazii nocivi si trovi annullata da una compressione conveniente, il lavoro raccolto per ogni metro cubo d'aria speso ha per valore:

$$\begin{split} \mathbf{T}_r &= 10333 \, (\mathbf{P}_0 + \mathbf{J}_1) \times \frac{\mathbf{P}_1}{\mathbf{P}_0 + \mathbf{J}_1} \log i \, p \, . \frac{\mathbf{P}_1}{\mathbf{P}_0 + \mathbf{J}_1} = \\ &= 10333 \log i \, p \, . \frac{1}{\mathbf{P}_0 + \mathbf{J}_1} \, \text{chilogrammetri.} \end{split} \tag{5}$$

d) Rendimento totale. — Il rapporto del lavoro indicato della macchina ricettrice al lavoro indicato della macchina motrice è:

$$R_2 = \frac{T_r}{T_r} \cdot \tag{6}$$

Volendo ottenere il rapporto  $r_a$  del lavoro effettivo della macchina ricettrice al lavoro indicato del motore, bisognerà moltiplicare i valori trovati di  $R_2$  per il coefficiente di rendimento organico della macchina, che si può ritenere eguale a 0,80 almeno, secondo le esperienze fatte a Parigi, che descriveremo più sotto.

I risultati contenuti nella tabella seguente sono stati calcolati in base ai dati ed alle formole sopra riportate.

Lunghezza L della condotta	Rendime per Po = 0,23		Rendimento ra per		
in metri	u = 20  m.	u = 30  m.	u = 20 m.	u = 30m	
100	0,73	0, 72	0,58	0,57	
500	0,68	0,58	0,54	0, 46	
1000	0,60	0, 46	0, 48	0, 39	
2000	0, 45	0,00	0, 36	0,00	
3000	0,23	-	0, 18	-	
4450	0,00	_	0,00	-	

Si vede che, anche nell'ipotesi di una velocità di 20 m. al secondo, il rendimento è notevolmente inferiore a quello delle trasmissioni mediante l'aria compressa, salvo per piccole distanze. E si noti che, in pratica, i valori sopra scritti sono ben lungi dall'essere praticamente raggiunti, perchè non si impiega guari l'aria se non a piena ammissione.

4. Descrizione dell'impianto della Società per la distribuzione della forza motrice a domicilio, per mezzo dell'aria rarefatta (1). — Come già dicemmo, la creazione di questa Società è dovuta all'iniziativa del sig. Petit, promotore del sistema, e dell'ing. Boudenoot, il quale contribuì assai alla riuscita dell'impresa.

Nel 1885 la Compagnia installò, in via Beaubourg, un'officina di distribuzione di forza motrice, destinata a servire il terzo circondario ed i quartieri vicini.

Il quartiere di Saint-Avoye, nel quale è la via Beaubourg, si compone di strade molto strette, fiancheggiate da abitazioni elevate ove sono in gran numero famiglie operaje, con piccoli laboratorii ad ogni piano, fabbricanti minuti articoli, come spazzole, bastoni, parapioggia, fruste, pettini, portafogli, bottoni, giocattoli, e via dicendo, a cui è d'uopo aggiungere tutta la serie dei lavoranti in oro, argento ed altre materie preziose: tutte case che nei passati secoli erano destinate ad abitazione di persone agiate, e che oggidì rappresentano m complesso di laboratorii nei quali si esercitano mestieri svariatissimi.

A quell'epoca, il vuoto nella condotta era ottenuto per mezzo di una sola macchina della forza di 70 ad 80 cavalli, ma già si era installato un generatore di vapore ed approfondato un pozzo, capaci di alimentare due motrici di quella forza. Ed anche il locale fu scelto più grande di quanto avrebbe rigorosamente richiesto quel primo impianto, in vista di un futuro ampliamento. Nè tardò molto a farsene sentire la necessità.

Attualmente l'officina comprende 3 macchine di 90 cavalli, senza contare un motore di 110 cavalli che aziona due dinamo destinate ad alimentare da 1200 a 1300 lampade nel quartiere.

La forza motrice viene distribuita, mediante l'aria rarefatta, entro un raggio di 700 ad 800 metri tutto all'intorno, per mezzo di una rete di condotti di 3600 metri di sviluppo, a 150 motori, la cui potenza varia fra un mezzo cavallo-vapore ed un cavallo e mezzo. I clienti della Società, che nel 1890 erano già in numero di 140 circa, sono per la maggior parte piccoli industriali, ed operai lavoranti in camera; i motori azionano specialmente quelle piccole macchine-utensili di cui si fa un sì grande uso nella fabbricazione dell'articolo di Parigi; essi comandano anche un certe numero di macchine da cucire.

Daremo più oltre alcune notizie sulla parte commerciale dell'intrapresa; ma prima descriveremo partitamente la stazione centrale, la canalizzazione e le piccole macchine ricettrici, ossia i motorini ad aria rarefatta.

Stazione centrale. — Le tre macchine a vapore destinate a somministrare la forza motrice sono del tipo Corliss, ad un solo cilindro orizzontale ed a condensazione.

Di sei Case che, all'epoca del primo impianto, avevano inviato la loro offerta, una sola aveva proposto una motrice verticale, a due cilindri, del sistema Compound, e coi cilindri aspiranti l'aria sovrapposti ai

cilindri motori; tutte le altre avevano ricorso ad una macchina orizzontale, ad un cilindro, analoga a quella adottata. La preferenza fu data al sig. Brasseur, costruttore a Lille, il cui progetto, abilmente elaborato dal sig. Garan, aveva anche la particolarità di un regolatore speciale, di cui diremo più oltre.

Il gambo dello stantuffo a vapore di ciascuna macchina attraversa il fondo del cilindro e viene ad attaccarsi direttamente al gambo della pompa d'aria, per mezzo di un'unione a chiavette. La corsa dei due stantuffi è di m. 1,07; il diametro del cilindro della pompa è di m. 1,09.

Il fondo ed il coperchio di questo cilindro sono muniti di griglie in ghisa lavorate, su cui si adagiano delle valvole a battente, di caucciù. Le valvole d'aspirazione sono disposte alla parte superiore del cilindro; le valvole prementi si trovano nella parte inferiore. Queste ultime si aprono verso due scatole di ghisa, rilegate fra loro da un condotto da cui parte un tubo che fa capo all'esterno dell'edifizio. Le valvole d'aspirazione sono, del pari, allogate in due camere, le quali comunicano col serbatojo che serve a regolare la pressione. Ad impedire il riscaldamento dell'aria durante la compressione, si preferì l'iniezione d'acqua nell'interno del cilindro al semplice inviluppo refrigerante, il quale non avrebbe influito che sulla massa d'aria più vicina alla parete e non avrebbe perciò diminuito notevolmente il volume del cilindro aspirante, le cui dimensioni risultavano, per se stesse, considerevoli; mentre il sistema dell'iniezione dell'acqua, oltre ad operare su tutta la massa d'aria ed a permettere quindi di diminuire notevolmente le dimensioni del cilindro, opera pure una certa lubrificazione della parete interna, facilitando lo scorrimento dello stantuffo ed impedendogli

L'acqua polverizzata viene iniettata nel cilindro dai due fondi, per mezzo di una piccola pompa a doppio effetto, mossa dal bilanciere della pompa ad aria del condensatore.

Lo stantuffo della pompa aspirante è costituito da un blocco di ghisa munito di scanalature profonde e poco larghe. L'ultima scanalatura di ciascuna estremità del medesimo era dapprima guarnita di un nastro di caucciù indurito, che in seguito venne sostituito da segmenti in bronzo. Il caucciù presentava l'inconveniente di formare, logorandosi, delle piccole particelle che si fissavano alle sbarre delle griglie su cui battono le valvole, e queste particelle, rammollite dal calore, ritenevano il polviscolo trascinato dall'aria aspirata dalla condotta, formandosi per tal modo una crosta spugnosa che ostruiva il passaggio dell'aria.

Oltre a ciò, le guarnizioni, consumandosi rapidamente, davano luogo a fughe. L'impiego degli anelli in bronzo avrebbe aumentato il rendimento del 20% circa (?).

Le macchine devono funzionare in guisa da mantenere nella canalizzazione un vuoto sensibilmente costante. Nelle condizioni normali esse fanno 30 giri, ma la velocità può spingersi, occorrendo, a 50 rivoluzioni al minuto. Si cercò di far variare automaticamente la velocità delle macchine in modo da mantenere la costanza del vuoto nel serbatojo dell'officina; ed il problema è stato risolto in modo ingegnoso per mezzo di un regolatore speciale, ideato dal Garan, di cui ci limiteremo ad esporre il principio su cui si basa il suo funzionamento. Questo regolatore non è altro che un pendolo conico di Watt, il cui collare riceve l'azione di una leva collegata allo stantuffo di un cilindro ad aria comunicante col serbatojo. Quando la pressione nel serbatojo

<sup>(4)</sup> BOUDENOOT, Distribution de la force motrice par l'air raréfié (Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils, 1889, vol. 42, I, p. 109), H. DECHAMPS, Op. cit. (Revue Universelle des Mines, serie terza, tomo X, pag. 194).

varia, lo sforzo esercitato dalla leva sul collare del regolatore cambia di valore. Ora a ciascun valore di questo sforzo corrisponde una velocità di equilibrio del regolatore.

In grazia della disposizione della leva, la pressione agisce dal basso verso l'alto; per guisa che, a misura che il vuoto aumenta, la velocità d'equilibrio del regolatore diminuisce; e l'apparecchio è calcolato in modo che per una variazione di velocità da 46 a 30 giri del regolatore il vuoto varia da 0,6 a 0,7 kg. per centimetro quadrato.

Questo modo di regolarizzazione ha dato dei risultati soddisfacenti in principio dell'esercizio; ma a misura che il numero dei clienti andò aumentando, e che la canalizzazione accrebbe il suo sviluppo, si riconobbe che esso era insufficiente a mantenere un vuoto costante alla stazione centrale. Nelle ore in cui il consumo d'aria è massimo, la velocità nella condotta raggiunge un valore assai elevato e perciò le perdite di carico divengono abbastanza importanti per che il vuoto sia insufficiente, all'estremità della canalizzazione, per far rendere ai motori il lavoro che essi devono sviluppare. Bisogna allora aumentare il vuoto all'officina, per compensare l'accrescimento delle perdite di carico.

Per fornire al macchinista le indicazioni necessarie per permettergli di regolare la marcia delle macchine secondo il bisogno, si è immaginato un apparecchio a cui si diede il nome di manometro del vuoto avvertitore (manomètre de vide avertisseur), di cui il Boudenoot ha esposto il principio nei termini seguenti:

«Si sono constatati, sperimentalmente, quali sono i gradi di vuoto che si debbono avere all'officina centrale affinche, al termine della canalizzazione, le macchine funzionino bene nelle differenti ore che, con sufficiente regolarità in ogni giorno, corrispondono alle diverse fasi di lavoro: massima, grande, media, piccola, minima.

«Un settore graduato secondo queste indicazioni porta un indice che si fissa nel momento considerato sulla divisione conveniente. A questo indice ne è collegato un altro, a due braccia, che si muove sopra un manometro ordinario, e le cui braccia devono sempre, per una buona marcia, comprendere fra di loro l'ago del manometro avvertitore.

«Quando il lavoro viene ad aumentare, od a diminuire notevolmente presso gli utenti, l'ago del manometro avvertitore viene a toccare uno dei due bracci; si stabilisce allora un contatto elettrico, ed una soneria avverte il macchinista che è ora di passare da una fase di lavoro ad un'altra, e di regolare la marcia delle macchine in conseguenza. Il che egli fa tosto, sia manovrando lui stesso i regolatori speciali di cui si è detto più sopra, e la cui azione automatica, per accelerare o ritardare la marcia delle macchine, non è efficace se non entro limiti alquanto ristretti, sia mettendo la seconda o la terza delle tre macchine esistenti in movimento, od in riposo »

Le macchine sono alimentate da due caldaje a tubi bollitori, aventi ciascuna 140 m² di superficie di riscaldamento, e bollate a sei atmosfere. Erasi dapprima pensato a preferire uno dei tipi così detti inesplodibili, in vista della maggior sicurezza; ma la maggior parte dei costruttori interrogati consigliarono di attenersi alle caldaje ordinarie, sovratutto perchè suscettibili di somministrare un serbatojo di vapore utilissimo, se pur non devesi dire necessario, in vista delle variazioni alle quali può andar soggetto il lavoro della motrice.

Canalizzazione. — Dal cilindro aspirante di ciascuna pompa d'aria si diparte un primo tratto di tubo in ghisa, attraversato da un registro per poter isolare la macchina dalla condotta, e che termina in un ampio serbatojo cilindrico la cui capacità è sufficiente anche quando la macchina a vapore sviluppa l'intera sua forza.

La canalizzazione propriamente detta è installata nelle fogne, e consta primieramente di una condotta principale di tubi in ghisa, di diametro decrescente a misura che cresce la distanza dalla stazione centrale. Vi ha un primo tronco di 25 cm. di diametro, poi un lungo tratto del diametro di 20 cm., che viene successivamente ridotto a 15 e 10 cm. I tronchi di diametro diverso sono raccordati per mezzo di pezzi di riduzione di cui una delle estremità ha il diametro maggiore, l'altra il diametro minore. Lo spessore dei tubi varia fra 6 e 10 mm., secondo il diametro.

Le unioni sono ricoperte con un anello, e l'ermeticità è ottenuta per mezzo di piombo colato e ribattuto dopo il raffreddamento. Queste condotte furono somministrate e poste in opera dalla ditta Fortin, Hermann e C., espertissima in simili lavori.

Le colonne salienti alle abitazioni e le diramazioni interne agli appartamenti sono di piombo, ed hanno diametri diversi (da 2 a 5 cm.) secondo il numero dei motori ad aria che sono destinate a servire. Opportune valvole a chiave servono agli agenti della Società per aprire o togliere la comunicazione colla condotta principale, non che per isolare l'una o l'altra delle diramazioni agli utenti. Tutte queste diramazioni sono il più possibilmente esterne, e convenientemente accessibili per le opportune visite di sorveglianza e le occorrenti riparazioni.

In qualche luogo, dove non fu possibile disporre i tub lungo le fogne, i medesimi si internarono nel suolo.

Com'era facile prevedere, anche nei giorni più freddi non si verifica, mentre la macchina lavora, condensazione di sorta; ed ove l'acqua si condensasse nelle ore di riposo, essa sarebbe ben tosto vaporizzata appena ricomincia il lavoro di aspirazione, e ricacciata via coll'aria aspirata. Che questa vaporizzazione effettivamente avvenga, era pure stato riconosciuto al boulevard Voltaire; dove, un piccolo recipiente contenente dell'acqua essendosi posto in un tubo di estrazione dell'aria che proveniva da un motorino ad aria di 5 chilogrammetri, si è visto che l'acqua riducevasi in vapore nella ragione di un gramma circa per minuto.

Essendo utile conoscere i valori della pressione in diversi punti della condotta e nelle varie ore della giornata, si fa uso di pneumografi registratori muniti di movimento di orologieria, i quali forniscono i diagrammi delle pressioni. Inoltre due indicatori elettrici del vuoto sono destinati a mettere in azione una soneria d'allarme non appena il grado del vuoto nella condotta oltrepassa l'80 per cento, o scende al disotto del 60 per cento.

Macchine ricettrici. — In principio dell'esercizio la Società impiegava tre specie diverse di motori: oscillanti, rotativi, ed a fodero. I due primi tipi essendo stati abbandonati, ci limiteremo a descrivere il motore a fodero, di cui diamo i disegni nella Tav. II.

Questo motore comprende quattro parti principali: un basamento A, un cilindro B, un coperchio con cui sono venuti di fondita i due sopporti dell'albero, ed uno stantuffo a fodero, la cui forma speciale risulta chiaramente dalla sezione verticale (fig. 2).

L'albero motore, a gomito, porta ad un'estremità un volante ed una puleggia, fusi in un pezzo solo, ed all'altra un eccentrico che comanda il cassetto di distribuzione, ed una piccola ruota conica che dà il movimento ad un regolatore a forza centrifuga. La biella motrice è articolata ad un perno fissato sul fondo dello stantuffo (V. fig. 2).

Quest'ultimo porta una doppia guarnizione di cuojo. Il fodero attraversa il fondo ed il coperchio del cilindro, e l'ermeticità è ottenuta, da entrambe le parti, per

mezzo di altre guarnizioni in cuojo.

Come appare dalla fig. 2, il fodero è formato da una doppia parete. Lo spazio anulare-cilindrico che risulta da questa disposizione riceve dell'olio che, per mezzo di piccoli canaletti praticati attraverso allo stantuffo, viene distribuito alla superficie del cilindro motore.

La distribuzione dell'aria si fa per mezzo di un cassetto comandato da un eccentrico. Il cassetto scorre fra due guide sopra uno specchio scoperto, contro cui è mantento da due piastrine h, h' (fig. 3) fissate alle guide stesse. Del resto la pressione atmosferica basta per tenere aderente il cassetto allo specchio quando la macchina funziona. Il cassetto è munito di un canale interno h (fig. 3) che comunica costantemente col condotto J, da cui arriva l'aria motrice, presa dall'ambiente.

Quest'aria penetra nel cilindro alternativamente da ciascuna delle due luci. Quando essa è ammessa sopra ma delle faccie dello stantuffo, l'altra faccia vien posta in comunicazione colla condotta dell'aria rarefatta per mezzo dei condotti d e d' (fig. 3) che fan capo ad una camera anulare a (fig. 2) praticata nel basamento del motore. Il tubo che serve all'evacuazione dell'aria verso la condotta può essere fissato ad una delle due aperture ce c' (fig. 1). L'aria motrice penetra in un tubo verticale i (fig. 5 e 6), alla parte inferiore del quale si trova una camera divisa in tre scompartimenti da due diaframmi paralleli. In questi diaframmi sono praticati dei fori, i quali ricevono dei tubi formanti un fascio che fa comunicare costantemente i due scompartimenti esterni e che attraversa lo scompartimento di mezzo. In uno degli scompartimenti esterni si trova un becco a gas, g; l'altro è provvisto di un piccolo camino R. I gas caldi, prodotti dalla combustione del gas, devono adunque, per essere evacuati nel camino, attraversare il suddetto fascio di tubi. L'aria fresca, che entra nello scompartimento centrale, viene quindi riscaldata, prima di essere fornita alla macchina. Il tubo i porta una tubulatura orizzontale che si fissa all'orifizio del condotto Jattraverso al quale si fa l'introduzione dell'aria mo-

All'altezza di questa tubulatura si trova un cilindro cavo, tornito esternamente e chiuso alla parte superiore; esso è collegato al collare del regolatore per mezzo di

un gambo W e di una leva V (fig. 1).

Questo cilindro, che funziona da valvola moderatrice, è attraversato da quattro fenditure, x, x', x'', x''', x''' (fig. 6 e 7, Tav. II), per le quali si effettua il passaggio dell'aria. Secondo l'altezza della valvola, queste aperture sono più o meno scoperte e perciò lasciano passare una quantità d'aria più o meno grande. Il moderatore propriamente detto, m, viene immediatamente dopo la valvola cilindrica (fig. 6 e 7). Esso è comandato per mezzo di una staffa che abbraccia quest'ultima, di un gambo filettato e di un volantino.

Si costruiscono tre tipi di motori a fodero, capaci di sviluppare rispettivamente, per un funzionamento normale, un lavoro di 100, 50 e 25 chilogrammetri. Occorrendo, il primo tipo può fornire I cavallo e mezzo. Quando l'utente desidera una forza motrice più consi-

derevole, si accoppiano insieme due motori.

Questi motori, assai bene studiati, sono stati costrutti dai sigg. Sarallier e Pradel. Il loro effetto utile, o rendimento organico, è relativamente elevato, trattandosi di macchine di così poca potenza. La seguente tabella, estratta dalla Memoria dell'ing. Boudenoot, contiene i risultati di alcune esperienze dal medesimo eseguite sopra un motorino di 50 chilogrammetri.

Designazione	Numero di giri al minuto	Pressione media	Consumo d'aria al minuto	Forza indicata sul diagramma	Forza indicata al freno	Rendimento
Marcia a vuoto	140	atm. 0,144	litri 4	Kgm. 26 1/3	Kgm.	-
Marcia a regime de- bole	134	0,282	7	49 1/2	33,58	68 º/o
Regime medio	125	0,414	11	67 2/3	54,86	81 %
Pieno regime	115	0,540	16	81 1/4	72,06	88 %

Ogni motore è munito di un contatore di giri, che può contare fino a 10 milioni, e di cui si rilevano le indicazioni ogni dieci giorni, per determinare la quota da pagarsi dall'utente alla Società per locazione di forza.

Questo contatore non registra già semplicemente il numero dei giri fatti dall'albero motore, ma bensì un numero di giri proporzionale alla quantità d'aria consumata. Questo risultato è ottenuto nel modo seguente: al regolatore è collegato un rullino che aziona il disco del contatore; se, nella posizione che esso occupa quando la macchina sviluppa la sua forza normale, esso fa fare al disco 120 rivoluzioni al minuto, per esempio, siccome quando il rullino si sposta, alzandosi od abbassandosi, varia la sua distanza dal centro del disco, questo fa un numero di giri maggiore o minore. È, insomma, un apparecchio fondato sullo stesso principio delle ruote di frizione d'angolo, a disco, ed a rapporto variabile di velocità. Per tal modo l'abbonato non viene a pagare che la quantità d'aria realmente consumata.

Condizioni d'abbonamento. — Ci rimane a dire qualche cosa sul modo col quale ha luogo l'esercizio.

La forza motrice viene distribuita nel modo stesso con cui si distribuisce il gas-luce.

I motori ad aria rarefatta sono somministrati dalla Società, e gli utenti ne pagano il fitto insieme al prezzo della forza motrice consumata. La diramazione speciale e la condotta interna, a partire dal rubinetto particolare di presa, sono a carico dell'utente e rimangono sua proprietà; mentre tutte le condotte, ed anche le diramazioni verticali le quali vanno fino al rubinetto particolare, alia porta dell'abbonato, sono di proprietà della Società che le fa installare a proprie spese, mentre l'utente corrisponde, a titolo di fitto e per le spese di manutenzione, una tangente proporzionale alla forza richiesta e determinata in base ad apposita tariffa.

Gli abbonamenti si prendono di sei in sei mesi, ed il consumo d'aria si paga in ragione di una determinata somma per ogni 1000 giri indicati dal contatore. Il prezzo di 1000 giri dipende dalla potenza del motore, e dal tempo durante il quale il medesimo funziona. Il prezzo unitario è tanto meno elevato quanto più il con-

sumo d'aria è grande.

Ecco alcuni prezzi medii che si praticavano pochi anni fa:

Forza	Prezzo per 1000 giri	Prezzo totale per ora
Kgm.	Lire	Lire
6	0,010	0, 1525
12	0,014	0, 1971
24	0,035	0, 2680
40	0,055	0, 4170
80	0,070	0,5310

La Società ha stabilito delle tariffe ridotte speciali, che sono concesse a tutti gli abbonati i quali garantiscano per ogni decade un dato consumo minimo d'aria, che corrisponde ad un minimo di forza motrice.

La Società poi ha interessato i suoi abbonati nella riuscita dell'intrapresa, attribuendo loro una partecipazione agli utili; inoltre essa offre delle grandi facilità per permettere loro di divenire azionisti della Società stessa.

# TRASPORTO E DISTRIBUZIONE DELLA FORZA MOTRICE A DOMICILIO PER MEZZO DEL VAPORE.

Questo modo di trasportare e distribuire la forza motrice a domicilio, poco usato finora in Europa, è invece uno dei più diffusi negli Stati Uniti dell'America del Nord. Il primo impianto di questo genere venne eseguito nel 1878 a Lockport, nello stato di Nuova-York, da Birdsall-Holly; nel 1886 ben 17 altre città americane erano provviste di simili impianti, quasi tutti eseguiti secondo il sistema Holly. Tra gli altri merita di essere accennato il colossale impianto di Nuova-York, fatto dalla « Steam Heating and Power Company », la cui Stazione centrale comprende ben 64 caldaje a vapore, sistema Babcock e Wilcox, installate nei 4 piani di un edificio alto m. 36,50 sul suolo stradale, ed occupante, in pianta, un'area di 830 m².

Ogni caldaja può convertire in 1 ora 3400 kg. d'acqua in vapore alla pressione di 6 atmosfere, il che corrisponde ad uno sviluppo di forza di 250 cav.-vapore; sono adunque in tutto 16000 cavalli che vengono prodotti nella stazione centrale e distribuiti ai varii punti della città, sia al semplice scopo di riscaldamento, sia per dar moto a delle macchine a vapore.

La descrizione di questo impianto può leggersi nell'Opera del Meissner: « Die Kraftübertragung auf weite Entfernungen », a cui rimandiamo il lettore.

La ristrettezza dello spazio che ci è concesso non ci permette di entrare nei particolari di questo sistema di trasporto dell'energia; del resto un impianto di tal genere non differisce dagli ordinarii impianti di produzione di forza motrice a mezzo del vapore, se non per la lunghezza dei condotti che portano ai motori il vapore sviluppato nei generatori.

E siccome è appunto questa estensione delle condotte che modifica notevolmente il rendimento del sistema, così ci limiteremo, pel medesimo, a quanto riguarda la condotta.

Perdite di carico nelle condotte di vapore (1).—La perdita di pressione del vapore nelle condotte è assai

più difficile a determinarsi che quella dell'aria compressa, perchè ci si trova in presenza di un elemento nuovo, di cui è indispensabile tener conto: la condensazione, cioè, prodotta dal raffreddamento attraverso alle pareti della condotta, condensazione che si traduce in una diminuzione del volume del fluido che percorre la condotta.

Secondo l'ing. Chrétien (2), che ha fatto su questo soggetto un gran numero di esperienze, il raffreddamento del vapore nelle condotte dipende essenzialmente: dalla temperatura del vapore stesso, dalla temperatura dell'ambiente, dal metallo da cui sono fatti i tubi e dalla natura dei mezzi nei quali essi si trovano. Esso dipende poi ancora dall'efficacia calorifuga dell'inviluppo della condotta, e dalla maniera in cui sono installati i tubi.

Così una condotta di vapore collocata nell'acqua dà una condensazione maggiore, a parità di temperatura, che se fosse collocata nell'aria. L'aria secca raffredda meno che l'aria umida, l'aria calda meno che l'aria agitata, ecc. A parità di superficie esterne, i piccoli diametri producono una maggior condensazione che non i grandi, e così i tubi orizzontali condensano più che i verticali.

Quando si immette del vapore in un tubo freddo, la condensazione, abbondantissima in principio, diminuisce gradatamente fino a che la condotta intiera abbia presa la sua temperatura di regime; la condensazione diventa allora pressochè regolare. Il tempo che si richiede acciocchè la condotta acquisti la sua temperatura normale dipende dalla natura dei tubi e del loro involucro; il metallo si riscalda assai rapidamente a motivo della sua grande conducibilità; gli involucri, al contrario, si scaldano più lentamente, e richiedono un tempo tanto maggiore quanto più essi sono efficaci.

Le esperienze dell'ing. Chrétien dimostrano che i tubi nudi acquistano la loro temperatura normale dopo 5 a 10 minuti, secondo la temperatura dell'aria esterna, mentre i tubi con un buon involucro non la raggiungono

che al termine di un'ora e mezza circa.

La pressione e la temperatura del vapore esercitano pure un'influenza sensibile sulla condensazione (V. la tabella a pagina seguente).

Volendo riferire la condensazione al metro quadrato di superficie interna dei tubi, il che è più razionale, basta moltiplicare i numeri contenuti nella detta tabella pel

rapporto 
$$\frac{0.78}{0.66}$$
, ossia per 1.18.

Facendo tale correzione si trova, in base ai numeri della tabella, che la condensazione per ora e per metro quadrato di *superficie interna*, nei tubi protetti da un buon involucro, è rappresentata abbastanza bene dalla formola:

$$\gamma = 0,375 \sqrt[3]{p},$$

nella quale p è espresso in atmosfere.

La condensazione aumenta adunque colla pressione. D'altra parte il diametro della condotta necessaria per fornire un dato peso di vapore diminuisce a misura che la pressione aumenta. Ed è facile verificare che, nei limiti di pressione ordinaria della pratica, vi ha una grande convenienza, dal punto di vista della quantità di vapore condensato, ad impiegare le alte pressioni, che permettono di diminuire il diametro della condotta.

<sup>(1)</sup> Ledoux, Étude sur les pertes de charge de l'air comprimé et de la vapeur, etc. V. la Bibliografia.

<sup>(2)</sup> Le transport de la tapeur à de grandes distances, et sa constitution, par J. Chrétien, ingénieur civil. Baudry, éd., 1885.

Ecco le cifre fornite dal Chrétien, per una condotta press'a poco orizzontale, di ferro, di 66 mm. di diametro interno, 6 mm. di spessore e m. 26,34 di lunghezza:

Vapore condensato per ora e per metro quadrato di superficie esterna.

Press	ioni		Tubi
effettive in chilogr. per cm quadrato	assolute in atmosfere	Tubi nudi	con un buon involucro
	1,000	Kg.	Kg
1	1,968	2,72	0, 387
2	2,935	3, 11	0, 455
3	3,903	3, 43	0,501
4	4,870	3,66	0,536
5	5, 838	3, 89	0,570
6	6, 806	4, 10	0,600
7	7,773	4, 30	0, 627
8	8, 741	4, 43	0,653
9	9,710	4,63	0, 676
10	10,677	4, 77	0,697
11	11,645	4, 91	0,716
12	12,612	5,05	0, 735
-13	13,580	5, 12	0,754
14	14,547	5, 23	0,773
15	15,515	5, 40	0,790
16	16, 482	5, 51	0,806
17	17, 450	5, 62	0,823
18	18, 417	5, 78	0,839
19	19, 385	5,83	0,854
20	20, 353	5, 88	0, 869

Il prof. Gutermuth ha eseguito nel pozzo Josepha della miniera Gehrard (bacino di Sarrebrück), delle esperienze accuratissime sulla condensazione e sulle perdite di pressione del vapore nelle condotte (1). Queste esperienze vennero seguite su due condotte con inviluppo, collocate una di fianco all'altra nel pozzo, le quali fornivano alternativamente il vapore a diverse pompe installate alla profondità di 239 metri. La prima di tali condotte, in ghisa, aveva, nella parte esperimentata, una lunghezza di 323 metri, ed un diametro interno di 140 mm. La seconda, in ferro, aveva 330 m. di lunghezza e 75 mm. di diametro interno.

Ecco i risultati forniti dall'Autore, relativi al vapore in riposo.

Pressione del vapore		er ora e per m. q. rna della condotta
in atmosfere	Tubi in ghisa di m. 0,140	Tubi in ferro di m. 0,075
3	1,03	1,10
4	1,09	1,21
5	1,21	1,29
6	1, 33	1,35

<sup>(1)</sup> Ueber die zweckmässigste Dampfgeschwindigkeit in Dampfleitungsröhren, von M. F. Gutermuth, — nel Zeitschrift des Vereins der deutschen Ingenieure, n° 32, agosto 1887.

Questi numeri sono pressochè doppi di quelli dati dal Chrétien. La differenza proviene dal modo in cui erano costituiti gli involucri, e dalle condizioni di installazione delle condotte esperimentate.

Nelle esperienze eseguite ad Anzin per cura dell'ingegnere Ledoux, di cui diremo or ora, si trovò un valore

intermedio, cioè 0,800 Kg.

Il Chrétien ha determinato, per un gran numero di esperienze, con spessori differenti e sotto pressioni variabili fra l e 12 atmosfere, il valore di diversi calorifughi impiegati nell'industria. Considerate dal punto di vista della non conduttibilità pel calore, che ne è senza dubbio il requisito più importante, le diverse sostanze calorifughe si possono classificare, secondo l'Autore, nel seguente modo.

In prima linea si hanno le treccie e cordicelle fatte con cascami di seta (borra). Vengono in seguito, con qualità press'a poco eguali, i cascami di spugne, ed il feltro di peli leggieri. La carta incatramata da imballaggio, le treccie di paglia, di varech e di giunco, differiscono pure assai poco dalle materie precedenti. L'ovatta minerale o lana di scorie, il sughero ed il coke polverizzato figurano nella buona media dei calorifughi.

Il legno e l'amianto sono meno buoni; e finalmente sono a collocarsi in ultima linea i vari intonachi, mastici, cementi, ecc. del commercio, detti calorifughi, che presentano delle differenze notevoli.

Il Chrétien raccomanda l'involucro seguente, come uno dei più economici ed efficaci nello stesso tempo.

Si comincia ad incollare sul tubo nudo tre o quattro giri di forte carta catramata, che dànno uno spessore di 1 a 2 millimetri, oppure uno strato di pasta di carta. Questo primo inviluppo, se è bene incollato, è pressochè incombustibile e di una durata illimitata; esso ha per iscopo di preservare gli strati successivi dell'involucro dalla carbonizzazione che, senza il medesimo, si produrrebbe rapidamente. Su questo inviluppo si avvolge un primo giro di treccie di giunco, poi un secondo, poi un terzo.

Si ottiene per tal modo un involucro dello spessore di 40 mm. circa. Per imprigionare meglio l'aria racchiusa nella massa dell'involucro, questo viene rivestito con una specie di guaina, che si forma incollando sopra la treccia di giunco tre o quattro giri di carta incatramata. Questa guaina, seccando, diventa assai resistente.

Quando i tubi così avviluppati sono esposti all'umidità, è bene proteggere la guaina di carta mediante una spalmatura di catrame o di altra vernice idrofuga. Se essi sono esposti alla pioggia, conviene circondarli ancora con un tubo di zinco o di lamiera zincata, per ripararli più efficacemente.

Si presenta ora naturale una domanda: la condensazione è la stessa quando il vapore è allo stato di riposo nella condotta, come quando esso la percorre con una velocità più o meno grande? La risposta a questa domanda non è ancora stata data in modo assoluto; però, tanto dalle esperienze di Gutermuth quanto da quelle del Ledoux ad Anzin, pare che si possa dedurre che la condensazione è sensibilmente la stessa nei due casi.

Cerchiamo ora di determinare la perdita di pressione che avviene in una condotta di diametro interno D e di lunghezza L, percorsa dal vapore.

Chiamiamo  $m_0$  il peso del vapore, supposto secco, mandato ad ogni secondo attraverso all'origine della conduta

Il peso di vapore m che in ogni secondo attraverserà una sezione qualunque nella condotta, situata ad una distanza l dall'origine, sarà:

$$m = m_0 - \gamma \frac{\pi D l}{3600} = m_0 - 0,000872 \gamma D l$$
 (A)

γ essendo il peso del vapore condensato per ogni ora e per ogni metro quadrato di superficie interna della condotta.

All'estremità della condotta il peso di vapore disponibile sarà:

$$m_o = 0.000872 \, \gamma \, D \, L.$$

Sieno po la pressione assoluta iniziale del vapore, p la pressione assoluta in un punto della condotta situato alla distanza I dall'origine; espresse, entrambe, in atmosfere. Ammettiamo che la perdita di carico sia, come nel caso dell'aria compressa, proporzionale alla densità 8 del fluido in movimento, al quadrato della velocità, alla lunghezza percorsa, e sia in ragione inversa del diametro.

Il fluido in movimento è una miscela di vapore e di acqua, proveniente, quest'ultima, dalla condensazione che si è effettuata nel tratto di condotta l. Il peso di questo fluido è m; il suo volume è sensibilmente eguale a quello del vapore, poichè il volume dell'acqua mescolata è trascurabile rispetto a quello del vapore.

Si sa che la densità del vapore è uguale a

$$0,606 \, p^{0,94}$$

quando p è espresso in atmosfere, ed a 0,588 p0,94 quando p è espresso in chilogrammi per centimetro quadrato. Il volume del peso m di vapore è dunque:

$$v = \frac{m}{0.606 \, p^{0.94}} = \frac{m_0 - 0.000872 \, \text{y D } l}{0.606 \, p^{0.94}}.$$

La densità & della miscela mo di vapore e d'acqua è:

$$\delta = \frac{m_0 \cdot 0,606 \, p^{0,94}}{m} = \frac{m_0 \cdot 0,606 \, p^{0,94}}{m_0 - 0,000872 \, \text{y D } t}.$$

La velocità del fluido è

$$\frac{4 v}{\pi D^2} = \frac{4 (m_0 - 0,000872 \gamma D l)}{\pi D^2 \cdot 0,606 p^{0,94}}.$$

Per un accrescimento infinitamente piccolo, dl, della lunghezza della condotta la perdita di carico sarà (analogamente come a pag. 757):

$$10334 dp = -k \frac{m_0 \cdot 0,606 p^{0,94}}{m_0 - 0,000872 \gamma D l} \times \frac{16 (m_0 - 0,000872 \gamma D l)^2}{\pi^2 D^5 \cdot 0,606^2 \cdot p^2 \cdot 0,94} dl$$

ossia

$$10334 dp = -\frac{16 k m_0 (\dot{m}_0 - 0,000872 \gamma D l)}{\pi^2 D^5.0,606 p^{0,94}} dl.$$

Si deduce: 
$$p^{0.94} dp = -\frac{0.0002589 \, k \, m_0 \, (m_0 - 0.000872 \, \gamma \, \mathrm{D} \, l)}{\mathrm{D}^5} \, d \, l.$$

Il peso γ, in realtà, è funzione di p. Ma, per non complicar troppo i calcoli, noi supporremo, col Ledoux, γ costante, ed uguale alla media dei valori che corrispondono a  $p_0$  ed a p.

Integrando fra po e p, e fra 0 ed L, si trova finalmente:

$$p^{4,94} = p_0^{4,94} - \frac{0,000502 \text{ km}_0 \text{ L}}{\text{D}^5} (m_0 - 0,000436 \gamma \text{DL}) \text{ (B)}$$

equazione che dà la pressione p in un punto della condotta situato a una distanza L dall'origine.

Se p e  $p_0$  fossero espressi in chilogrammi per centimetro quadrato, l'equazione (B) diventerebbe:

$$p^{4,04} = p_0^{4,04} - \frac{0,000535 \, k \, m_0 \, L}{D^5} (m_0 - 0,000436 \gamma \, DL). (B')$$

Le esperienze eseguite ad Anzin, per cura dell'ingegnere Ledoux e sotto la direzione dell'ing. Berry, avevano per oggetto di verificare l'esattezza della formola (B) e di determinare il valore del coefficiente k.

Per la descrizione di queste interessanti esperienze noi rimandiamo il lettore alla Memoria del Ledoux, pubblicata negli Annales des Mines (1892, 9ª Serie, tomo II, p. 569). Noi ci contenteremo di riferirne i risultati, e le importanti conclusioni che ne trasse l'Autore.

Le esperienze vennero eseguite su tre condotte di ferro laminato, aventi rispettivamente 100, 71 e 47 millimetri di diametro. Le medesime erano munite di un involucro calorifugo, composto di un doppio giro di treccie di paglia, ricoperte esternamente con carta incatramata. La condotta in esperienza veniva messa in comunicazione col generatore di vapore mediante un tubo del diametro di 100 mm. e della lunghezza di 60 metri, senza involucro, ed in pendenza verso la caldaja. Le condotte d'esperienza avevano rispettivamente le seguenti lunghezze: quella di 100 mm. di diametro, una lunghezza di m. 305,80; quella di 71 mm. di diametro, una lunghezza di m. 304,90; quella di 47 mm. di diametro, m. 303,60; ed avevano una pendenza generale verso l'estremità libera.

Si è anzitutto determinato il peso γ dell'acqua condensata per ora e per metro quadrato di superficie in-

terna della condotta, allo stato di riposo.

Cinque esperienze eseguite sulla condotta di 100 mm., le due prime con una pressione di 3 Kg. per centimetro quadrato, le altre tre con 6 Kg., hanno dato per γ un valore medio di 0,795.

Sulla condotta di 71 mm. si fecero tre esperienze soltanto, le due prime a 3 Kg., l'ultima a 6. Si trovò me-

diamente,  $\gamma = 0.809$ .

Finalmente cinque esperienze eseguite sulla condotta di 47 mm., colle stesse pressioni, diedero come media  $\gamma = 1,80.$ 

I risultati ottenuti colle condotte di 100 e di 71 mm. sono abbastanza concordanti, e pare al Ledoux che si possa accettare pel valore di γ la cifra media di Kg. 0,800.

Lo stesso non si può dire dei risultati che si ebbero colla condotta di 47 mm., i quali diedero, come si disse, una condensazione media per ora e per metro quadrato più che doppia della cifra suddetta.

Ripetendo le esperienze sul vapore allo stato di movimento, si ebbero per γ dei valori molto variabili da esperienza a esperienza, e le cui medie sono:

per la condotta di 100 mm. 
$$\gamma = 0,679$$
  
id. 71 mm.  $\gamma = 0,820$   
id. 47 mm.  $\gamma = 0,689$ .

Queste cifre sembrerebbero indicare: 1º che la differenza nei due valori di γ per le condotte di 100 o di 71 mm. e per quelle di 47, non deve essere così considerevole come risulterebbe dalle esperienze di condensazione del vapore allo stato di riposo; 2º che la condensazione del vapore in movimento non deve differire gran che da quella del vapore in riposo.

Del resto, dal punto di vista speciale della determinazione del coefficiente di perdita di carico k, l'incertezza che regna sul valore reale di γ non ha un'importanza sensibile.

Fintantochè L non è molto grande, il prodotto 0.000436 TD L si conserva assai piccolo, ed una variazione anche assai grande della quantità γ non influisce guari che sulla quinta cifra decimale del valore di h, vale a dire che la sua influenza è ben al disotto di quella degli errori d'esperienza.

Ciò posto, non v'ha alcun inconveniente ad adottare per γ un valore medio, la cui esattezza non sia che approssimata; ed il Ledoux ha ritenuto, pel calcolo dei

valori di k nelle sue esperienze  $\gamma = 0,800$ .

I risultati di nº 36 esperienze eseguite sulla condotta di 100 mm. sono molto concordanti fra di loro, e dànno per k un valore medio di 0,00115. Lo stesso si dica delle 36 esperienze fatte sulla condotta di 71 mm., che diedero il valore medio k = 0.00118.

Finalmente i risultati delle esperienze sulla condotta di 47 mm., quantunque assai concordanti fra di loro, diedero una media un po' più debole, di 0,00094.

La media generale è 0,00107.

Conviene notare, osserva il Ledoux, che le cause di errore che possono influire sull'esattezza dei risultati, hanno un'importanza più grande nelle esperienze fatte sulla condotta di diametro minore. Difatti i volumi di acqua vaporizzata in dette esperienze sono molto più piccoli che quelli delle due altre serie di prove, e l'importanza relativa d'un errore commesso nella determinazione del peso di vapore introdotto mo è, per conseguenza, molto più grande.

In presenza della concordanza rimarchevolissima dei risultati delle esperienze sulle condotte di 100 e di 71 mm., il Ledoux crede di poter adottare con sicurezza

$$k = 0,0011$$

valore alquanto più elevato di quello trovato per l'aria

(Nella sua Memoria già citata, il Gutermuth dà i risultati delle sue esperienze sulle perdite di carico in due condotte, una di ferro, del diametro di 75 mm.; l'altra di ghisa, con un diametro di 140 mm. Orbene, il Ledoux ha calcolato, in base alle cifre trovate dal Gutermuth, il valore di 7, ed ha trovato:

per la condotta di 140 mm. 
$$\gamma = 0,00107$$
 id. 75 mm.  $\gamma = 0,00121$ .

La media generale è di 0,00114; e questo valore concorda mirabilmente con quello che il Ledoux ha dedotto dalle sue esperienze ad Anzin).

Sostituendo il valore numerico k nelle formole (B) e (B') si trova rispettivamente:

$$p^{1,94} = p_0^{1,94} - \frac{0,000000552 \text{ L}}{\text{D}^5} m_0 (m_0 - 0,000436 \gamma \text{DL}) (\text{C})$$

se p e  $p_0$  sono espressi in atmosfere, e

$$p^{1,94} = p_0^{-1,94} - \frac{0,000000589 \text{ L}}{\text{D}^5} m_0 (m_0 - 0,000436 \gamma \text{DL}) (\text{C}')$$

se p e  $p_0$  sono espressi in chilogrammi per centimetro

Volendo trovare un'equazione che dia D in funzione delle altre quantità, si scriverà la (C) sotto questa forma:

$$\begin{array}{l} \left(p_0^{4,94} - p^{4,94}\right)D^5 + 0,000000000241 \, \gamma \, m_0 \, L^2 \, D - \\ - \, 0,000000552 \, m_0^2 \, L = 0 \end{array} \tag{D}$$

e la (C') sotto la stessa forma, cioè:

$$\begin{array}{c} \left(p_{0}^{4,94}-p^{4,94}\right) \, \mathrm{D}^{5} + 0,0000000000257 \, \gamma \, m_{0} \, \mathrm{L}^{2} \, \mathrm{D} - \\ - \, 0,0000000589 \, m_{0}^{2} \, \mathrm{L} = 0 \end{array} \tag{D'}$$

e si risolveranno queste equazioni col metodo delle approssimazioni successive.

Siccome il coefficiente del termine in D è molto piccolo, si avrà in pratica (a meno che L sia molto grande) un'approssimazione sufficiente ponendo semplicemente:

$$D = \sqrt[5]{\frac{0,000000552 \ m_0^2 L}{p_0^{4,94} - p^{4,94}}} = 0,056 \ \sqrt[5]{\frac{m_0^2 L}{p_0^{4,94} - p^{4,94}}} (E)$$

se p e po sono espresse in atmosfere, e

$$D = 0,057 \sqrt[5]{\frac{m_0^2 L}{p_0^{4,94} - p^{4,94}}}$$
 (E')

se p e po sono espresse in chilogrammi per centimetro quadrato.

Nel caso di una condotta inclinata, si deve tener conto dell'aumento o della diminuzione di pressione dovuta al peso del vapore (V. più sotto le formole (4)

Per facilitare il calcolo della formola (E') che dà il diametro della condotta in funzione del peso iniziale del vapore, della lunghezza, e delle pressioni iniziale e finale, il Ledoux ha costrutto dei diagrammi analoghi a quelli per l'aria compressa, e che si possono vedere nella Memoria citata.

Per conchiudere, chè lo spazio ci fa difetto, riassumeremo qui sotto le formole che si possono impiegare correntemente nella pratica per risolvere i problemi che più frequentemente si presentano sulla trasmissione della forza a distanza per mezzo del vapore.

(Per maggiori particolari veggasi la Memoria del Ledoux, e le altre citate nella Bibliografia che chiude

il presente articolo).

Indicando adunque con: mo il peso del vapore secco immesso per ogni secondo all'origine della condotta;

m il peso che arriva all'altra estremità: espressi, entrambi, in chilogrammi;

 $p_0$  e p le pressioni iniziale e finale; L e D la lunghezza ed il diametro interno della condotta, in metri;

γ il peso di vapore condensato per ora e per metro quadrato di superficie interna della condotta;

si hanno le relazioni seguenti:

$$m = m_0 - 0,000872 \, \text{y D L}.$$
 (1)

Se p e  $p_0$  sono espresse in atmosfere:

$$p^{4,94} = p^{0^{4,94}} - \frac{0,000000552 \text{ L}}{\text{D}^5} m_0(m_0 - 0,000436\gamma \text{DL}); (2)$$

e se p e po sono espresse in chilogrammi per centimetro quadrato:

$$p^{4,94} = p_0^{4,94} - \frac{0,000000589 \text{ L}}{D^5} m_0 (m_0 - 0,000436 \gamma \text{DL}) (2')$$

Le equazioni (1), (2) e (2') servono a calcolare una qualunque delle quantità m, mo, p, po, L, D quando sono note le altre.

Se la lunghezza della condotta non supera 1200 metri, si potrà calcolare il diametro corrispondente alle pressioni po e p, con un'approssimazione più che sufficiente per la pratica, mediante le formole:

$$D = 0.056 \sqrt[5]{\frac{m_0^2 L}{p_0^{4.94} - p^{4.94}}}$$
 (3)

se p e po sono espresse in atmosfere; e

$$D = 0,057 \sqrt[5]{\frac{m_0^3 L}{p_0^{4,94} - p^{4,94}}}$$
 (3')

se p e po sono espresse in chilogrammi per centimetro quadrato.

Il valore di D così calcolato sarà approssimato per eccesso.

Se la condotta non è troppo lunga, e se essa è difesa da un buon involucro, m differisce poco da mo. Quindi, se invece di mo è dato m, si potrà ancora calcolare D, con sufficiente approssimazione, mediante la formola:

$$D = 0,056 \sqrt[3]{\frac{m^2 L}{p_0^{4,94} - p^{4,94}}}$$
 (3")

e si otterrà così un valore di D approssimato per difetto. Volendo avere un'approssimazione più grande, si calcolerà mo mediante l'equazione (1) nella quale si

porrà per D il valore approssimato dato dalla (3"); l'equazione (3) darà allora un secondo valore di D approssimato per eccesso. Si prenderà la media dei due valori di D così trovati.

Se la condotta è inclinata, la variazione di pressione, allo stato di riposo, è data dall'equazione:

$$p^{0.06} = p_0^{0.06} + 0.00000352 \text{ sen } \alpha \text{ L}$$
 (4)

se p e  $p_0$  sono espresse in atmosfere; oppure:  $p^{0,06} = p_0^{0,06} + 0,00000353 \text{ sen } \alpha \text{ L}$ 

$$p^{0.06} = p_0^{0.06} + 0.00000353 \text{ sen } \alpha \text{ L}$$
 (4')

se p e po sono espresse in chilogrammi per centimetro quadrato.

Non si avrà nessuna perdita di carico, in una condotta discendente, quando D soddisferà alla relazione:

D = 0,3117 
$$\sqrt[5]{\frac{v_0^2}{\sin \alpha}}$$
, (5)

essendo vo il volume iniziale del vapore che entra nella condotta.

Se la condotta è verticale, quest'equazione diventa:

$$D = 0.3117 \sqrt[5]{v_0^2}. \tag{5'}$$

#### TRASPORTO E DISTRIBUZIONE DELLA FORZA MOTRICE

MEDIANTE L'ACQUA SOTTO PRESSIONE (1)

(franc. Transport et distribution de la force par l'eau sous pression; inglese Transmission and distribution of power by compressed water; Distribution of hydraulic power; tedesco Kraftübertragung auf hydraulischem Wege).

L'impiego dell'acqua sotto pressione per la manovra delle gru e di altri apparecchi di sollevamento, e per il comando di alcune macchine speciali, come presse, chiodatrici, ecc., ha preso un grande sviluppo in seguito all'invenzione dell'accumulatore idraulico di sir William

Per mettere in azione degli apparecchi a marcia lenta che devono, ad un dato momento, sviluppare una

Per ciò che riguarda più specialmente l'applicazione dell'acqua sotto pressione al comando degli apparecchi di sollevamento, dobbiamo ricordare che la spesa dell'energia a farsi per sollevare un peso qualunque ad una data altezza è proporzionale al volume generato dallo stantuffo, vale a dire che per sollevare un carico, per quanto debole esso sia, con una gru, bisogna spendere la stessa quantità d'acqua, e per conseguenza di lavoro. che per innalzare, alla stessa altezza, il carico massimo pel quale l'apparecchio è stato costrutto, la forza in eccesso dovendo essere consumata dal freno. In queste condizioni, il rendimento medio del sistema non può, evidentemente, essere che molto esiguo.

Lo stesso non si può dire del caso in cui l'acqua sotto pressione è utilizzata per dare il movimento a motori industriali funzionanti in modo continuo; essa può allora sostenere il confronto coll'aria compressa, sulla quale ha poi sempre il vantaggio dell'incompressibilità. Nessun lavoro preliminare apprezzabile è necessario per raggiungere la pressione richiesta, per grande che essa sia. L'aria, invece, richiede di essere prima compressa. È bensì vero che il lavoro speso per operare la compressione può, teoricamente, essere completamente restituito facendo espandere l'aria nella macchina

Ma, a parte che questo modo di impiego dell'aria compressa non è sempre possibile, esso non conduce mai, quando si puo adottarlo, ad una restituzione completa del lavoro speso alla stazione centrale; e, d'altra parte, per ottenere un buon rendimento si è costretti a complicare l'installazione della macchina ricettrice con apparecchi accessorii, ed a fare una certa spesa di energia supplementare. Questa complicazione relativa, che è richiesta dall'impiego degli aeromotori ad espansione, ha per principale inconveniente quello di necessitare una sorveglianza che non richiedono i motori

Se è vero poi che l'acqua, in causa della sua densità incomparabilmente più grande che quella dell'aria compressa, dà luogo a perdite di carico rilevanti nelle condotte quando le si imprime una grande velocità, per altra parte essa gode di questa proprietà preziosa che queste perdite sono pressochè indipendenti dalla pressione. Per cui, aumentando sufficientemente quest'ultima, e diminuendo conseguentemente il volume d'acqua necessario per sviluppare un dato lavoro, si può ridurre la velocità dell'acqua nelle condotte ad avere un valore piccolo quanto si vuole.

In pratica, tuttavia, si incontra una certa limitazione in questo senso, per le difficoltà inerenti alla costruzione di ricettori idraulici destinati a funzionare sotto pressioni molto elevate.

Si comprende facilmente, dopo quanto precede, come la scelta della pressione e del diametro delle condotte eserciti un'influenza capitale sul rendimento di una trasmissione idraulica. Nè minore importanza ha questa scelta dal punto di vista dell'economia dell'installazione.

Il rendimento di una trasmissione idraulica, come quello di una trasmissione pneumatica, è il prodotto dei tre fattori seguenti: rendimento complessivo delle macchine della stazione centrale; rendimento della condotta; rendimento della macchina ricettrice.

potenza considerevole sotto un volume relativamenta piccolo, nessun altro agente di trasporto dell'energia conviene meglio che l'acqua, che si può ottenere ed impiegare sotto pressioni enormi, e che, grazie alla sua incompressibilità, assicura alle manovre una precisione perfetta.

<sup>(1)</sup> DECHAMPS, Op. cit. e MEISSNER, Op. cit.

### Macchine della stazione centrale.

L'officina centrale comprende essenzialmente: una o più macchine motrici, che supporremo a vapore, colle caldaje ed accessori; una o più pompe di forza; uno o più accumulatori. Non entreremo in alcun dettaglio relativo a questi apparecchi, di cui si parla in appositi esticoli.

Faremo soltanto osservare che l'accumulatore compie un ufficio analogo a quello dei serbatoi dell'aria compressa, vale a dire regolarizza la pressione del fluido motore, ma lo compie in modo assai più perfetto. Difatti la pressione nei serbatoi d'aria compressa varia, in realtà, continuamente, da un momento all'altro. Se, ad un dato momento, il consumo d'aria viene a superare notevolmente la produzione, i serbatoi si vuotano parzialmente, e la pressione discende. L'accumulatore, invece, si può dire che mantiene la pressione quasi rigorosamente costante; questa infatti non varia, al massimo, che della quantità rappresentata dalla corsa dello stantuffo dell'accumulatore, corsa che è sempre piccolissima, ed affatto trascurabile, rispetto all'altezza della colonna d'acqua equivalente alla pressione che regna nell'apparecchio (la quale è sempre di parecchie atmosfere). È questa proprietà che rende gli accumulatori così preziosi per azionare gli apparecchi di sollevamento ed i torchi idraulici, i quali richiedono, a dati momenti, una potenza motrice considerevole e costante.

Il rendimento della stazione centrale può esprimersi mediante il rapporto del lavoro utile (rappresentato dalla quantità d'acqua fornita in un dato tempo sotto la pressione richiesta) al lavoro del vapore sullo stantuffo della macchina motrice. Questo rendimento può, senza alcuna esagerazione, ritenersi eguale a 0,75 per apparecchi di grandi dimensioni. In pratica, infatti, questo valore è stato frequentemente superato.

Ai Docks di Marsiglia il rendimento ha raggiunto il valore 0,765; l'acqua è ivi fornita alla pressione di 52 atmosfere,

Canalizzazione. — Le perdite di carico che si verificano nella condotta possono calcolarsi mediante la formola di Darcy, precedentemente ricordata a proposito del calcolo delle perdite di carico nelle condotte di aria compressa (V. pag. 725). Ed è così appunto che fa il Dechamps.

Per una condotta di L metri di lunghezza, e D metri di diametro, la perdita di carico J in atmosfere è data dalla relazione:

$$J = \frac{2 b u^2}{10333 D} L$$

dove u è la velocità dell'acqua, in m. al secondo, e b un coefficiente il cui valore dipende dal diametro della condotta e dallo stato delle pareti della medesima. Ricordiamo che per tubi nuovi, in ferro od in ghisa, Darcy attribuisce a b il seguente valore:

$$b = 0,000507 + \frac{0,00001294}{D}.$$

Lo stesso Darcy consiglia di raddoppiare questo valore quando, dopo qualche tempo di servizio, le superficie metalliche si trovano ricoperte da leggieri depositi. Gli è evidentemente quest'ultima ipotesi che si deve ammettere nello studio di una condotta.

Si può, in ogni caso, limitare la perdita di carico a quel valore che si vuol imporsi, scegliendo convenientemente la velocità u; ma, così facendo si sarà, in generale, condotti ad adottare dei tubi di grande diametro,

e quindi una canalizzazione troppo costosa, se non si sceglie, in pari tempo, per la pressione p un valore conveniente.

Proponiamoci di risolvere i seguenti problemi:

Problema 1°. — Calcolare la velocità u e la pressione P di una distribuzione d'acqua destinata a trasmettere alla distanza L, per mezzo di una condotta di diametro D, un lavoro Ta sviluppato per ogni secondo alla stazione centrale, imponendosi il rendimento R<sub>c</sub> della condotta.

Si hanno le relazioni:

$$T_d = 10333 P \frac{\pi D^2}{4} u; J = \frac{2 b u^2}{10333 D} L; R_c = \frac{P - J}{P}.$$

Se ne ricava:

$$u = \sqrt[3]{\frac{2 \, \mathrm{T}_d \, (1 - \mathrm{R}_c)}{1000 \, \pi \, b \, \mathrm{DL}}} = 0,086 \, \sqrt[3]{\frac{\mathrm{T}_d \, (1 - \mathrm{R}_c)}{b \, \mathrm{DL}}} \quad (1)$$

e 
$$P = \frac{4 \text{ T} d}{10333 \pi \text{ D}^2 u} = 0,000123 \frac{\text{T} d}{u \text{ D}^2}$$
 (2)

Problema 2°. — Date le quantità  $T_d$ ,  $R_c$ , L e P, determinare la velocità u dell'acqua ed il diametro D della condotta.

Trascurando la variabilità del coefficiente b, si ottiene dalle tre equazioni soprascritte:

$$u = 0.3187 \sqrt[5]{\frac{P(1 - R_c)^2 T_d}{b^2 L^2}}$$
 (3)

$$D = 0.0111 \sqrt{\frac{T_d}{Pu}}.$$
 (4)

È interessante paragonare l'acqua sotto pressione all'aria compressa, dal punto di vista del rendimento delle condotte. Questo paragone è stato fatto, fin dal 1877, dal prof. L. Trasenter (1), il quale però suppose che l'aria compressa fosse impiegata a piena pressione, e basò i suoi calcoli delle perdite di carico sopra formole che non rispondono sufficientemente ai risultati dell'esperienza. Inoltre il prof. Trasenter, forse per tener conto delle fughe, trascurò di valutare l'influenza dell'aumento di volume che l'aria prova a misura che la sua pressione discende nella condotta. In queste condizioni egli era arrivato a conclusioni che attualmente sarebbero forse troppo favorevoli all'acqua sotto pressione, specialmente se si considerano i progressi realizzati nell'utilizzazione dell'aria compressa dopo la pubblicazione della sua memoria.

Il Dechamps, riprendendo la questione, si propone anzitutto di cercare quali sono i valori da attribuirsi alla velocità ed alla pressione dell'acqua nelle condotte affinchè, con un diametro dato, ed il lavoro disponibile alla stazione centrale essendo lo stesso tanto per l'aria quanto per l'acqua, il rendimento della condotta abbia lo stesso valore in entrambi i casi.

Considereremo successivamente i due casi in cui la pressione dell'aria sia, rispettivamente, di 4 e di 7 atmosfere, e supporremo che la velocità media sia di 8 m. al secondo. Riterremo ancora il diametro medio di m.0,200, già adottato nei calcoli stabiliti per l'aria compressa, e nella determinazione delle perdite di carico relative all'acqua prenderemo per il coefficiente b il valore che risponde all'ipotesi in cui le pareti delle condotte siano

<sup>(1)</sup> V. la Revue Universelle des Mines, serie seconda, t. III, num. 1.

ricoperte da leggeri depositi, ipotesi che non tarda guari a realizzarsi nelle condotte d'acqua in servizio.

Abbiamo visto che si può, attualmente, far rendere ad un metro cubo d'aria compressa un lavoro molto prossimamente eguale al lavoro teorico calcolato nel-l'ipotesi di un'espansione isotermica completa. Questo lavoro è uguale a 57298 chilogrammetri per l'aria a 4 atmosfere, ed è di 140749 Kgm. quando la pressione iniziale dell'aria raggiunge le 7 atmosfere.

Il lavoro  $T_d$  che può sviluppare la quantità d'aria che passa in un secondo in una condotta di m. 0,200 di diametro, con una velocità di 8 m. al secondo, ha dunque

per valore:

$$T_d = 57298 \times \frac{\pi \times \overline{0,20}^2}{4} \times 8 = 14445 \text{ Kgm. nel 1° caso,}$$

$$T_d = 140749 \times \frac{\pi \times \overline{0,20}^2}{4} \times 8 = 35483 \text{ Kgm. nel 2° caso.}$$

D'altra parte, conosciamo i valori del rendimento della condotta d'aria compressa, nelle supposte condizioni di pressione di velocità; questi valori sono registrati nella 4ª e nella 6ª colonna della tabella a pag. 728, e noi li riproduciamo qui sotto, a fianco dei risultati che si ottengono per la velocità e la pressione dell'acqua, applicando le formole (1) e (2).

	Rendi della cond	otta d'aria	P, =		Per P <sub>i</sub> = 7 atm.		
Lunghezza deila condotta		m. al 1" e	tà media u l'acqua n. el 1"	ressione P dell'acqua n atmosfere	tà media u l'acqua o. al 1"	Pressione P dell'acqua in atmosfere	
(in metri)	P. = 4 atm.	P, = 7 atm.	Velocità	Pres del in at	Velocità r dell'ac in m. s	Pres dell in at	
100	0, 995	0,996	1,26	35, 3	1,58	69, 2	
500	0,983	0,987	1,11	40, 1	1,37	79,7	
1 000	0,967	0,976	1, 10	40,5	I, 33	82, 2	
5 000	0,842	0,887	1,09	40,8	1,31	83, 4	
10 000	0,681	0,772	1,09	40,8	1,31	83, 4	
20 000	0, 331	0,523	1,10	40,5	1,33	82,2	

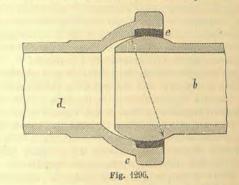
Da questa tabella si vede che, se si paragona l'acqua all'aria fornita alla condotta sotto la pressione di 4 atmosfere assolute ed animata da una velocità media di 8 metri, si trova che la pressione dell'acqua, per distanze superiori ai 500 metri, deve essere alquanto superiore a 40 atmosfere, vale a dire eguale 10 volte quella dell'aria. Se poi si suppone che la pressione dell'aria sia di 7 atmosfere assolute, quella dell'acqua sale a circa 12 volte questo valore, superando le 80 atmosfere. Ora, ben di rado si impiega l'acqua a pressioni superiori alle 50 atmosfere; alla stazione di Francoforte si è ammessa la pressione enorme di 75 atmosfere, ma questo esempio non è da imitarsi se è vero, come si afferma, che abbastanza frequentemente si verificano ivi gli accidenti alle condotte ed ai motori.

Ci porremo adunque il problema sotto un'altra forma. Cercheremo cioè quali devono essere i valori della velocità dell'acqua e del diametro della condotta affinchè, con una data pressione, che supporremo eguale a 50 atmosfere, l'acqua trasmetta lo stesso lavoro che l'aria compressa a 7 atmosfere.

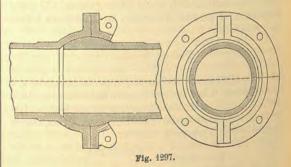
Per risolvere questo problema basta applicare le formole (3) e (4), le quali conducono ai seguenti risultati:

Lunghezza	Rendimento della	Per P = 50 atm.		
della condotta (in metri)	condotta d'aria per P <sub>i</sub> = 7 atm. ed u = 8 m. al 1"	Velocità media u dell'acqua	Diametro D della condotta	
		m.	m.	
100	0,996	1, 48	0,242	
500	0,987	1,22	0, 265	
1 000	0,976	1,21	0, 268	
5 000	0,887	1,18	0, 271	
10 000	0,772	1,18	0, 271	
20 000	0,523	1,19	0,270	

Il diametro dei tubi risulta dunque massimo quando la lunghezza della condotta è compresa fra 5000 e 10000 metri. Esso è allora superiore di  $\frac{271-200}{200}=35\%$  al diametro della condotta dell'aria compressa.



Per rendersi esatto conto dell'aumento di prezzo di costo dell'installazione, bisogna ancora notare che nel caso dell'acqua sotto pressione lo spessore dei tubi deve essere molto più grande che non nel caso dell'aria compressa. Si può certamente affermare che se lo spessore è di 10 mm. per l'aria a 6 atmosfere effettive, esso non sarà inferiore a 30 mm. per l'acqua a 50 atmosfere,

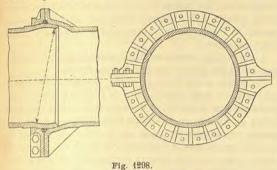


I prezzi delle due condotte staranno adunque fra loro press'a poco nel rapporto di 3,35 a 1. Qualunque sia, del resto, il valore preciso di questo rapporto, è certo che la condotta d'acqua risulterà sempre molto più costosa che la condotta d'aria, anche facendo astrazione dalla differenza dei diametri. E questa circostanza eserciterà un'influenza tanto più sensibile sul costo del cavallo-ora fornito all'abbonato, quanto più il prezzo della canalizzazione avrà un'importanza più grande

per rispetto a quello delle altre parti dell'installazione, od in altri termini, quanto più la condotta sarà lunga. Concludendo, diremo che l'influenza, sul prezzo del-

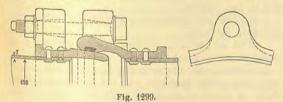
l'unità di energia, della distanza a cui la forza motrice deve essere trasportata, deve crescere molto più rapidamente quando si impiega l'acqua sotto pressione che nel caso di una distribuzione per mezzo dell'aria

Particolari di costruzione della canalizzazione. -Per evitare l'interruzione completa del servizio che risulterebbe dalla rottura di un tubo se la canalizzazione fosse semplice, questa si compone generalmente di due condotte parallele.



Le unioni dei diversi tronchi delle condotte possono farsi in due modi diversi, cioè per mezzo di flangie o briglie, e per mezzo di manicotti. Per alte pressioni (oltre i 100 metri d'acqua) le unioni a flangia sono più sicure, quantunque si siano anche usate, con buoni risultati, le unioni a manicotto per pressioni raggiungenti i 150 metri d'acqua.

Una delle unioni più usate è quella detta di Armstrong, la quale consiste di due colletti di riporto serrati, per mezzo di bulloni, sopra un piccolo toro di caucciù allogato in una scanalatura. Questo giunto, semplicissimo e sicuro, è stato impiegato con successo, a tutte le pressioni.



Le unioni a briglia ordinarie, come quelle a manicotto, male si prestano alle leggere inflessioni che, in taluni casi, deve poter subire la condotta (come, per esempio, quando questa deve posare sopra il letto ineguale di un flume); in questo caso si ricorre ad unioni speciali, detti giunti sferici, di cui le fig. 1296, 1297, 1298 e 1299 rappresentano alcuni tipi, fra i più usati. (La figura 1299 rappresenta una disposizione speciale, conveniente per tubi in lamiera).

Per più ampi particolari sulla costruzione delle condotte di acqua sotto pressione, rimandiamo il lettore alla pregevole opera del Meissner: Die Kraftübertragung..., più volte citata.

#### Macchine ricettrici.

I motori che si usano per utilizzare la forza motrice dell'acqua sotto pressione si possono dividere in ricettori a reazione, o turbine, e macchine a colonna di

Fra i motori a colonna d'acqua più diffusi citeremo in special modo i motori Schmid, a cilindro oscillante, usati specialmente in Svizzera, il motore di Mégy, molto usato in Francia, ed i motori Brotherood, a tre cilindri fissi, a semplice effetto, che si impiegano specialmente in Inghilterra.

I motori di Schmid e di Brotherood vennero descritti all'articolo Macchine idrauliche di questa Enciclopedia. L'inesorabile tirannia dello spazio ci vieta di dare la descrizione dei motori Mégy, e dobbiamo limitarci a rimandare il lettore desideroso di conoscerli al nº 2 dell'annata 1882 del periodico Revue industrielle, ove il signor Chevillard ne dà un'ampia descrizione accompagnata da bellissimi disegni.

In Germania è anche favorevolmente noto il motore di Schaltenbrand, di cui si può leggere una completa descrizione nel vol. 32 (pag. 224) degli Annalen für

Gewerbe und Bauwesen di Glaser.

Le macchine a colonna d'acqua possono essere costrutte per funzionare a qualunque pressione. Esse hanno generalmente un rendimento organico assai elevato, e la velocità di alcune di esse raggiunge, ed oltrepassa anche, i 150 giri al minuto. (Il motore Schmid, per esempio, funziona perfettamente a 250 giri, ed il suo rendimento organico, secondo il Dechamps, è raramente inferiore a 0,85).

Questi motori sono di costruzione semplice, e perciò poco soggetti a guastarsi; si mettono immediatamente in azione, aprendo semplicemente un robinetto; non richiedono sorveglianza alcuna. Essi, però, hanno un inconveniente abbastanza grave, ed è questo che la spesa di energia non può essere variata secondo il lavoro che si ha da sviluppare; per cui i motori a colonna d'acqua riescono poco economici quando le variazioni della resistenza sono frequenti ed importanti.

Alcuni costruttori cercarono di rimediare a questa mancanza di adattabilità, creando dei motori a consumo variabile: ed ottennero lo scopo con diversi mezzi. Uno di questi mezzi consiste nel far variare il raggio della manovella, e su questo principio si fonda precisamente il motore di Hastie, nel quale lo spostamento del bottone della manovella si opera automaticamente, per l'azione di un regolatore dinamometrico (1). Si può anche limitare la durata dell'ammissione ad una frazione della corsa, ma per ciò si richiede che il cilindro venga messo istantaneamente in comunicazione col tubo di evacuazione, nel momento in cui cessa l'ammissione. Questa soluzione è stata adottata dalla casa Hoppe di Berlino.

Ma, in ogni caso, lo scopo a cui si mira non viene raggiunto se non a prezzo di una maggior complicazione dei meccanismi, e, per i motori Hoppe in special modo, l'esecuzione richiede una precisione assoluta. Perciò questi motori perfezionati riescono anche assai costosi, e non hanno più quel carattere di semplicità che è una delle qualità principali che li distingue, e che si cerca nelle macchine destinate alla piccola industria.

Quando, adunque, la resistenza varia fra limiti assai discosti, riesce più conveniente ricorrere all'impiego delle turbine. Diversi sistemi, ed in particolar modo la turbina domestica di Girard ad asse orizzontale, e ad iniezione parziale, le turbine Shiele, Dufort, Dulait e altre convengono specialmente per la produzione di piccole forze. Queste turbine possono marciare a grandissime velocità, il che è un vantaggio in alcuni casi,

<sup>(1)</sup> V. la descrizione di questo motore nei numeri agosto 1878 ed aprile 1880 del periodico Engineer.

specialmente quando il motore deve azionare una dinamo per illuminazione elettrica, perchè allora si può montare direttamente quest'ultima sull'albero della turbina, senza bisogno di trasmissione con cingoli.

Una delle difficoltà che si riscontrava in quest'applicazione speciale dei motori idraulici di cui stiamo discorrendo, risiedeva nella regolazione della loro velocità, che dovrebbe essere assolutamente costante. Il modo in cui è stata risolta, pochi anni fa, dall'ing. Piccard, verrà descritto quando parleremo dell'impianto di Ginevra.

Osserveremo ancora che le turbine dànno sempre un rendimento inferiore a quello delle buone macchine a colonna d'acqua, potendosi raramente contare sopra un rendimento superiore a 0,70; di più, questi ricettori di forza dànno luogo a inconvenienti pratici quando la pressione motrice raggiunge i valori elevati di 40 o 50 atmosfere, che in molti casi si devono forzatamente accettare per ottenere un buon rendimento della condotta.

Rendimento totale di una trasmissione idraulica. -Questo rendimento sarà rappresentato dal rapporto del lavoro utile, misurato al freno, che sviluppa la macchina ricettrice, al lavoro indicato del vapore sullo stantuffo della macchina motrice. Esso è uguale, come sempre, al prodotto di tre fattori: 1º rendimento delle macchine rifluitrici dell'acqua nell'accumulatore, che si può prendere eguale a 0,75; 2º rendimento della condotta; 3º rendimento del motore idraulico, che riterremo eguale a 0,70 se si tratta di una turbina, ed a 0,80 se si tratta di una buona macchina a colonna d'acqua (supponendo che il lavoro a sviluppare sia sensibilmente costante, o che la spesa di energia possa essere variata).

Per la condotta ammetteremo gli stessi coefficienti di rendimento che si sono trovati per l'aria compressa a 7 atmosfere muoventesi nei tubi con una velocità media di 8 metri al secondo.

In tali ipotesi, si arriva ai risultati contenuti nella seguente tabella:

o line		Rendimento della condetta	Rendimento		Rendimento totale	
Lunghezza  della condotta  dello macchinu	della macchina a colonna d'acqua		della turbina	nel caso di una macchina a colonna d'acqua	nel caso di una turbina	
100 500 1 000 5 000 10 000 20 000	0,75	0, 996 0, 987 0, 976 0, 887 0, 772 0, 523	0,80	0,70	0,59 0,59 0,58 0,53 0,46 0,31	0, 52 0, 52 0, 51 0, 46 0, 40 0, 27

Se si paragonano questi risultati a quelli ottenuti per i valori del rendimento  $r_1$  nel caso dell'aria compressa (V. pag. 728) si vede che, se bene studiati, i due sistemi di trasmissione dell'energia si equivalgono all'incirca sotto il punto di vista del rendimento, quando gli idromotori sono delle buone macchine a colonna d'acqua. Impiegando invece le turbine, l'acqua sotto pressione presenta una certa inferiorità. In nessun caso poi essa riesce, dal lato del rendimento, superiore all'aria compressa, quando, per lo meno, questa viene impiegata a espansione.

Se poi si tiene conto del fatto che il costo della condotta è molto più elevato per l'acqua che non per l'aria compressa, e che le altre parti dell'installazione sono press'a poco equivalenti nei due sistemi, si giunge a questa conclusione: che il trasporto dell'energia può attualmente ottenersi assai più economicamente ricorrendo all'aria compressa che non coll'acqua sotto pressione, e che la superiorità, dal punto di vista economico, del primo sul secondo sistema è tanto più pronunciata quanto più grande è la distanza media della stazione centrale dalle macchine ricettrici, ossia quanto maggiore è l'estensione delle condotte.

Non riuscirà privo d'interesse il seguente confronto stabilito dal Dechamps fra i prezzi a cui l'unità di lavoro viene fornita agli abbonati nelle due importanti installazioni di Parigi (aria compressa) e di Londra (acqua

sotto pressione).

A Londra la pressione negli accumulatori è di 49 Kg.

per cm2 (700 libbre per pollice quadrato).

Un metro cubo d'acqua costa, secondo l'importanza del consumo fatto dall'utente, da L. 0,82 a L. 2,20, e rappresenta una quantità di energia disponibile corrispon. dente ad un lavoro di 490000 chilogrammetri. Non sappiamo precisamente quale sia la quantità d'acqua che consumano in media i motori Brotherhood per cavallo utile e per ora; ma faremo certamente un'ipotesi favorevole all'acqua sotto pressione, valutando a 0,75 il prodotto del rendimento della condotta e del rendimento organico delle macchine ricettrici. In questa ipotesi il prezzo del cavallo-ora, ossia di 270000 chilogrammetri, varierà fra:

$$\begin{split} \frac{\text{L. }0,82}{0,75} \times \frac{270000}{490000} &= \text{L. }0,60\\ \frac{\text{L. }2,20}{0,75} \times \frac{270000}{490000} &= \text{L. }1,61. \end{split}$$

A Parigi, il consumo d'aria (ridotta alla pressione atmosferica) per cavallo utile e per ora, è, secondo il prof. Radinger:

di 60 a 70 m³ per le macchine rotative di non più

che 1/2 cav.-vapore;

di 22 m³ per le macchine ad espansione, con riscaldamento dell'aria;

di 16 m<sup>3</sup> per le macchine ad espansione, con riscal-

damento ed iniezione d'acqua. Il metro cubo d'aria costa L. 0,015. Ed abbiamo visto che, per le macchine che consumano aria riscaldata, la spesa supplementare di coke rappresenta in

media solo 1/30 del prezzo dell'aria consumata. In queste condizioni, si trova che il prezzo del cavallo-

ora è di:

L. 0,90 a L. 1,05 per le piccole macchine rotative; L. 0,34 per le macchine ad espansione, alimentate con aria riscaldata;

L. 0,25 per le macchine ad espansione con riscalda-

mento ed iniezione d'acqua.

Per le macchine rotative, siccome si tratta di piccoli consumi, gli è alla cifra più alta trovata per l'acqua che si deve paragonare il prezzo del cavallo-ora nel caso dell'aria compressa. E si vede che quest'ultima, anche impiegata nelle peggiori condizioni, è ancora più economica, a Parigi, di quanto il sia, a Londra, l'acqua sotto pressione. Che se si tratta di macchine ad espansione, il prezzo del cavallo-ora è molto meno elevato, e non rappresenta che la metà circa di ciò che costerebbe la stessa quantità di lavoro distribuito per mezzo dell'acqua sotto pressione, nell'ipotesi la più favorevole per quest'ultima.

Continuando il paragone fra i due modi di distribuzione dell'energia, noteremo ancora che l'acqua sotto pressione richiede una condotta di ritorno, per lo meno fra la macchina ricettrice ed il canale scaricatore, mentre l'aria che ha lavorato nell'aeromotore viene evacuata direttamente nell'atmosfera, contribuendo così alla ventilazione ed al rinfrescamento dei locali. (È vero che la presenza del riscaldatore può, a questo riguardo, essere invocata come un inconveniente in alcuni casi).

La convenienza economica del sistema di distribuzione dell'energia per mezzo dell'aria compressa di fronte alla trasmissione idraulica, risulta ancora più accentuata dalla seguente tabella di cifre comparative, redatta dal sig. J. Sturgeon, ingegnere della « Compressed air power Company » di Birmingham, la quale fa un parallelo fra l'impianto di distribuzione di forza motrice a pressione d'acqua che funziona a Londra e quello ad aria compressa che funziona a Birmingham:

SPECIFICAZIONE DELLA SPESA	ARIA COMPRESSA in Birmiugham	ACQUA SOTTO PRESSIONE in Londra
Capitale totale emesso	L. st 150 000, 0,0	L. st 150 000, 0,0
Parte spesa nell'impianto ed opere	» 107 000, 0,0	» 100 000, 0,0
Forza di cui dispone la stazione centrale	Cavvap. 6 000	Cavvap. 800
Costo per ogni cavallo di forza alla stazione centrale .	L. st 25, 0,0	L. st 187, 0,0
Interessi del cavallo di forza, al 5 %	» 1, 5,0	» 9, 7,6
Riparazioni, manutenzione ed ammortamento al 7,5 % sul costo netto delle opere	» 1, 6,6	» 9, 7,6
Combustibile all'anno in ragione di libbre l 1/2 per cav. di forza all'ora, — a 6 scellini la tonnellata	» 0, 12, 0	» 0, 12, 0
Totale carico annuale, per gli ultimi tre esercizi, per cavallo di forza	» 3, 3,6	» 19, 7,0

L'efficacia economica dell'impianto di Birmingham sarebbe dunque più che sestupla di quella dell'impianto idraulico di Londra.

Si noti però che le considerazioni sovra esposte non sono già le sole a cui si debba aver riguardo nella scelta di un sistema di distribuzione d'energia. Il genere degli apparecchi delle macchine che il fluido è principalmente destinato ad azionare, e le applicazioni secondarie che esso può trovare, sono spesso elementi di apprezzamento importantissimi a considerarsi. Così a Londra, a Genova, ed, in generale, in tutti i porti di mare, ove lo scopo dell'impianto di distribuzione di forza motrice è principalmente quello di servire gli apparecchi di sollevamento e tutto il macchinario relativo, l'acqua sotto pressione viene, e con ragione, preferita ad ogni altro sistema.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE D'ACQUA SOTTO PRESSIONE PER IL SERVIZIO DEL MACCHINARIO DEL PORTO DI GENOVA (1).

Il sistema di trasmissione e distribuzione della forza motrice per mezzo dell'acqua sotto pressione riesce in special modo vantaggioso quando si tratta di applicarlo all'esercizio del macchinario dei porti di mare.

L'uso degli apparecchi di sollevamento a pressione d'acqua, e segnatamente delle gru idrauliche per il carico e lo scarico delle merci, come per tutte le altre operazioni di trasbordo delle mercanzie dalle navi ai carri ferroviari ed ai magazzini di deposito, o viceversa, è talmente entrato nella pratica dell'esercizio dei porti, che i più reputati ingegneri ed amministratori sono d'opinione che sarebbe difficile, per non dire impossibile, fare il trasbordo delle merci colla rapidità e colla economia che si realizza oggidì, specialmente nei grandi porti inglesi, senza l'ajuto di questi apparecchi a pressione d'acqua.

La superiorità di questo sistema è così indiscutibile, che vi sono dei porti di primaria importanza, come ad esempio quello di Anversa, nei quali furono messe da parte le gru a mano, e le colossali gru a vapore, da tempo impiantate e funzionanti in modo soddisfacente, per sostituirvi le gru idrauliche.

Il nostro porto di Genova ci offre un bellissimo esempio di simili impianti; esso è stato il primo ed il più grandioso che siasi fatto fra noi, e perciò non crediamo inutile riassumere brevemente i risultati tecnici ed economici, e le particolarità che si riscontrano negli apparecchi idraulici di quel porto, i quali funzionano oramai regolarmente da circa un decennio.

Lo studio per l'impianto di tali apparecchi venne cominciato sul fine del 1883 nell'ufficio del Genio Civile pei lavori marittimi in Genova, sotto la direzione del compianto Comm. A. Parodi, ispettore del Genio Civile, e del Cav. P. Giaccone, ing. capo e direttore dei lavori del porto di Genova. Vi presero parte precipua gli ingegneri L. Luiggi ed E. Borgatti, che pubblicarono in proposito una molto particolareggiata relazione sul Giornale del Genio Civile. I lavori meccanici vennero eseguiti tutti dalla ditta Tannet Walker e C. di Leeds, la quale ha la specialità di simili impianti ed offerse il maggior ribasso, avendo concorso con essa le non meno riputate ditte: W. Armstrong di Newcastle, Appleby Brothers di Londra, John Abbot di Gateshead, e la Società de la Meuse, di Liegi. I lavori furono intrapresi nel marzo del 1885 ed ultimati nel settembre del 1887.

Ad imitazione di quanto si fece nei migliori impianti esteri, si è adottato il sistema di apparecchi ad alta pressione (di 50 atmosfere), così detto Armstrong, dal nome del costruttore che pel primo rese pratico e popolare l'uso delle gru idrauliche. Per tal modo, con un metro cubo d'acqua a 50 atmosfere, il quale viene a costare lire 0,40, si può fare lo stesso lavoro che con 10 m³ d'acqua della condotta forzata Nicolay (4 a 6 atmosfere), i quali costerebbero circa il doppio. Oltre di che, il minor peso degli apparecchi, e sopratutto il minor dia-

<sup>(4)</sup> G. Sacheri, Il grandioso impianto di apparecchi a pressione d'acqua per il servizio del porto di Genova (nell'Annuario Scientifico ed Industriale, anno XXVI, 1889, Parte prima, pag. 466).

metro delle condotte d'acqua, sono, come abbiamo visto, elementi importantissimi nel risparmio della spesa.

Si sarebbe potuto adottare una pressione anche più elevata, quella, ad esempio, di 60 atmosfere che si riscontra in varii impianti fatti in porti inglesi dalla ditta F. Ili Brown di Edinburgo ed anche la pressione di 80 atmosfere che si ha nei Docks di Birkenhead, di fronte a Liverpool; ma si reputò, molto opporturamente, poco prudente lo andare al di là dei limiti della pratica più comune. Gli apparecchi idraulici lavoranti alla pressione di 50 atmosfere hanno la sanzione dell'esperienza di molti anni; le diverse Ditte costruttrici di simili apparecchi hanno i loro modelli fatti e proporzionati per impianti con pressione di 50 atmosfere, e l'adottare nuove disposizioni, nuovi modelli, potrebbe dar luogo a risultati meno soddisfacenti, o dal lato tecnico, o da quello economico.

Come circostanza non trascurabile in simili impianti, noteremo che, in quello di Genova, l'acqua sotto pressione, dopo avere lavorato nei cilindri delle gru e di altri apparecchi motori, viene scaricata in una condotta di ritorno alle pompe prementi. Così la stessa acqua può essere adoperata indefinitamente, bastando sopperire alle perdite; e, potendovisi aggiungere una certa quantità di sapone, si ha il vantaggio di avere un liquido lubrificante, il quale è causa di diminuzione degli attriti e di una miglior conservazione delle superficie di sfregamento, e nello stesso tempo evita il pericolo del congelamento dell'acqua, quando questa sta ferma nei tubi.

L'impianto del porto di Genova comprende:

a) Una officina con pompe a vapore capaci di rifluire 75 m³ d'acqua all'ora alla pressione di 50 atmosfere circa;

b) Una condotta di distribuzione dell'acqua in pressione alle varie macchine operatrici lungo le calate, munita di opportuni accumulatori di pressione;

c) Una seconda condotta parallela alla prima, destinata a riportare all'officina l'acqua che ha esercitato il proprio sforzo nelle macchine operatrici;

a) Un numero conveniente di gru ed altri apparecchi idraulici, per il trasbordo delle merci e le ma-

novre accessorie.

L'impianto fu, anzitutto, realizzato a metà solamente, cioè per tutto il tratto di calate e ponti sporgenti che si trovano a levante del ponte S. Lazzaro, questo incluso. L'esecuzione della rimanente parte dell'impianto fu rimandata all'epoca in cui tutte quante le calate del porto sarebbero state sistemate.

Però nello studio si è procurato che quelle parti dell'impianto, come, p. es., le macchine rifluitrici dell'acqua in pressione, le caldaje, ecc., le quali dovevano poi servire anche all'impianto futuro, si prestassero ad essere, senza difficoltà alcuna e senza sospensione dell'esercizio, aumentate.

L'insieme dei meccanismi di questa prima parte dell'impianto idraulico nel porto di Genova comprende:

1º Macchine rifluitrici in due gruppi distinti, alimentati da quattro caldaje a vapore;

2º Quattro accumulatori di pressione;

3º Metri 4720 circa di doppia condotta d'acqua in pressione e di ritorno;

4º Nº 34 gru idrauliche mobili, a braccio fisso, della portata di 1500 chilogrammi;

5º Nº 6 gru idrauliche mobili, a braccio snodato, della stessa portata;

6° N° 2 gru idrauliche mobili, di tipo elevato, della portata pure di 1500 chilogrammi; 7° N° 3 gru idrauliche fisse a triplo effetto, della portata massima di 10.000 chilogrammi;

8° N° 10 verricelli idraulici, della forza tangenziale

di 500 chilogrammi;

9º Nº 3 argani idraulici per la manovra dei vagoni, della forza tangenziale di 1000 chilogrammi serviti da nº 16 puleggie di rinvio;

10° Binari per le gru mobili, materiali di ricambio.

ed accessori dell'impianto.

L'Officina centrale che deve somministrare l'acqua in pressione, per tutte le gru, è situata sulla calata degli Zingari, in una posizione che è press'a poco ad eguale distanza dal Mandraccio e dal ponte Molo Nuovo, ossia dai due punti estremi ai quali dovranno estendersi le condotte dell'acqua.

In tal modo si è tenuto conto della futura eventuale estensione dell'impianto idraulico alle calate occidentali

del porto.

L'edificio, in muratura, misura in pianta m.  $51 \times 22$ , è alto circa m. 10, e porta sulla fronte ovest due torrette, ed a metà della fronte nord un camino alto circa m. 40 sul piano delle calate.

Questo edificio contiene: in una prima sala, ad est, le caldaje; in un salone centrale le macchine e le pompe con sottostanti condensatori installati in un sotterraneo; in un locale ad ovest l'accumulatore regolatore della pressione. Vi sono poi locali per laboratorio, magazzini ed uffici

Le caldaje, in numero di quattro, sono cilindriche, a doppio focolare interno, con tubi Galloway e piccoli tubi bollitori nella parte posteriore. Sono fatte con acciajo dolce Martin-Siemens, e devono lavorare ad una pressione normale di atm. 6 1/2. Furono però provate, a freddo, alla pressione di 12 atmosfere.

Ciascuna caldaja è fornita di 74 tubi bollitori in acciajo, e di 7 tubi Galloway, dei quali quattro corrispondono ai focolari (due per ciascuno) e gli altri tre alla camera a fuoco comune ai focolari.

La superficie di riscaldamento per ogni caldaja è la seguente:

Le caldaje sono munite di alimentatore automatico

del carbone, tipo Proctor.

Le macchine rifluitrici sono costituite dall'accoppiamento di due macchine gemelle compound, agenti su di uno stesso albero, sul quale è calettato un volante comune; così due di queste macchine gemelle costituiscono un gruppo unico. Ciascuna di queste macchine poi comprende un cilindro ad alta pressione ed uno a bassa pressione, disposti sullo stesso asse orizzontale, ed un condensatore colla relativa pompa ad aria. Ogni macchina comanda una pompa premente. Ecco le dimensioni ed i dati principali delle varie parti di ciascun gruppo di macchine:

ippo di macchine:		
Diametro dei due cilindri ad alta pressione	mm.	482
Diametro dei due cilindri a bassa pressione		762
Diametro degli stantuffi delle quattro pompe rifluitrici.	>>	152 762
Corsa comune		
alta e bassa pressione		2/5

Volume generato per ogni corsa dallo stantuffo di ciascuna pompa litri 14 Volume generato dalle quattro pompe per ogni giro del volante . . » 56

Le pompe prementi sono a semplice effetto, con stantuffo di bronzo e guarnizione esterna. Il movimento degli stantuffi motori è trasmesso direttamente, per mezzo di una doppia asta, alle pompe prementi.

Queste ricevono l'acqua da un serbatojo in ferro della capacità di m³ 18 circa, fissato in alto, lungo una parete della sala delle macchine, e la rifluiscono in una condotta collettrice, che da un lato comunica coll'accumulatore dell'officina, e dall'altro colla condotta che si dirama lungo le calate.

Nell'accennato serbatojo sbocca un grosso tubo proveniente dalle calate, il quale riporta all'officina l'acqua che ha servito negli apparecchi, come già si disse.

L'accumulatore, posto nella torretta nord dell'edifizio, regola e mantiene costante la pressione dell'acqua rifluita dalle pompe. Esso consta di un cilindro cavo verticale, di ghisa, alto m. 6,00, entro cui scorre uno stantuffo di ghisa di pari altezza, e del diametro esterno di mm. 457, al quale è superiormente assicurato un gran cassone cilindrico di lamiera di ferro. L'acqua rifluita dalle pompe entra nell'accumulatore dalla sua parte inferiore, e tende a spingere in alto lo stantuffo e con esso il cassone, nel quale è contenuta tanta zavorra di ghisa e sabbia da produrre, assieme al peso proprio dello stantuffo, una pressione di 50 Kg. per cm², ossia di 50 atmosfere. (Per la teoria e la descrizione degli accumulatori, veggasi l'articolo Macchine Idrauliche di questa Enciclopedia).

La capacità dell'accumulatore è di 1000 litri circa. Il suo stantuffo, nel proprio movimento di salita e di discesa, regola automaticamente, per mezzo di uno speciale congegno, una valvola a farfalla inserita nel tubo che porta il vapore delle caldaje alle motrici.

Oltre al serbatojo esistente nella sala delle macchine, e di cui si è detto, havvene un altro più grande, della capacità di m³ 94, posto sul tetto dell'edificio, fra le due torrette, e che è alimentato a volontà o con acqua dell'acquedotto Nicolay, o con quella dell'acquedotto De Ferrari-Galliera. Col medesimo si provvede alle perdite d'acqua inevitabili nelle condotte idrauliche, all'alimentazione eventuale delle caldaje, ai bisogni di lavaggio delle condotte, ecc.

Le condotte sono disposte lungo il perimetro delle calate e dei ponti sporgenti, e sono tutte di ghisa, meno quelle degli argani, che sono costituite da tubi di ferro trafilati.

Le condotte principali sono formate di tubi lunghi m. 2,745, e, per le condizioni di portata cui devono soddisfare, sono di tre tipi, rispetto al diametro interno, cioè:

Tipo	Tubo di	pressione	Tubo di ritorno			
	Diametro	Spessore	Diametro	Spessore		
	mm.	mm.	mm.	mm.		
I	152	25	203	13		
II	102	18	140	13		
III	76	16	102	10		

Inoltre vi sono condotte secondarie, di diametro minore, per le cassette di presa delle gru mobili, e per gli argani di trazione. Lo sviluppo della condotta del 1º tipo è di m. 1057,50

"" 2º "" 2758,70

"" 3º "" 907,27

Sviluppo totale m. 4723,47

Le condotte, nelle parti che corrono lungo le sponde dell'approdo, presentano delle bocche di presa dell'acqua, ad ogni tratto di m. 6,115 di percorso. A ciascuna bocca dell'acqua in pressione è sempre accompagnata anche una bocca per l'acqua di scarico.

Oltre all'accumulatore dell'officina idraulica centrale, esistono altri tre accumulatori isolati sulle calate, disposti entro torricelle, ed identici a quello centrale, con

cui comunicano, e fra di loro.

Le gru idrauliche sono, come vedemmo, in numero di 45. Le gru mobili di tipo basso, formano la parte principale dell'impianto, essendo in numero di 34, sono distribuite lungo le calate, e scorrono sopra un binario normale di ferrovia, il cui sviluppo totale è di circa m. 3100. Però lo sviluppo utile allo scarico, e servito da bocche di presa per le gru, è di soli m. 2300; quindi la distanza media delle gru mobili è di circa 60 metri. Ecco le dimensioni ed i dati principali relativi a queste gru:

Altezza dell'asse della puleggia sul piano delle rotaje . . . . m. 10,70 Volata della gru, misurata dall'asse di rotazione alla catena. . . 10,00 Distanza media dell'asse verticale dal bordo della banchina . . . 2,85 Lunghezza utile della catena. . . 15,23 Diametro della catena . . . 0,018 Volume generato dallo stantuffo di sollevamento . . . . . litri 78,27 Volume generato dai due stantuffi di rotazione . . . . . . . . . » 21,20

È opportuno osservare che, con la volata e l'altezza indicate della puleggia, queste gru possono servire le più grandi navi che frequentano il porto di Genova. Colle medesime si possono fare senza difficoltà 60 alzate per minuto (?); ma, per il tempo occorrente ad afferrare e ad abbandonare i colli, la media delle alzate in un minuto si riduce alla metà.

Una gru mobile di 1500 Kg. consuma da 80 a 100 litri d'acqua per manovra completa.

Le gru mobili a braccio snodato, in numero di sei, sono stabilite sulle calate della darsena.

La loro adozione fu originata dalla esistenza, sulle calate di Santa Libania e della darsena, di capannoni i quali hanno pensiline sporgenti, sotto cui deve essere disposta la merce, cosa che non sarebbe possibile fare colle solite gru a braccio rigido. La specialità di queste gru a braccio snodato sta appunto in ciò che il braccio stesso può essere alzato di tanto da passare al disopra della coperta delle più grandi navi, e poi abbassato fino a passare sotto alle pensiline dei capannoni. Del resto queste gru non differiscono da quelle a braccio rigido se non per la movibilità del braccio e per gli organi occorrenti a produrre l'innalzamento e l'abbassamento della parte snodata.

Le gru idrauliche mobili, di tipo elevato, in numero di due, sono situate sul ponte S. Lazzaro, e vennero adottate per esperimento in confronto delle gru mobili di tipo basso, ed in vista dell'ulteriore estensione dell'impianto idraulico sulle rimanenti calate. In generale, i motivi che conducono all'adozione delle gru di tipo elevato devonsi ricercare nelle dimensioni sempre più

grandi delle navi moderne, e nel bisogno di mettere nuovi binari su calate costrutte in epoche in cui la perfetta armonia tra il servizio ferroviario e quello portuale non aveva l'importanza che ha oggidì. Si venne perciò all'adozione di gru aventi la volata di 10 a 12 m., e l'altezza di 15 a 18, scorrevoli su binarii di grande scartamento (circa 4 metri) allo scopo di offrire il passaggio ai carri ferroviari attraverso all'imbasamento della gru, e su apposito binario ordinario, con che si riduce grandemente l'ingombro del basamento delle gru del tipo basso. Ma non in tutti i porti, nè in ogni caso, il maggior costo delle gru del tipo elevato può essere compensato dall'utile reale che se ne ottiene.

Il castello di queste gru, ed i varii organi motori, sono assolutamente identici a quelli delle gru di tipo basso. Ciò che ne differisce essenzialmente è l'imbasamento, il quale consta di quattro colonne di lamiera di ferro, collegate superiormente da quattro archi, pure di lamiera, sui quali riposa una piattaforma circolare. Su questa piattaforma gira il castello della gru propriamente detta. La distanza media fra le faccie interne delle quattro colonne è di m. 3,40, e l'altezza degli

archi sul piano delle rotaje di m. 4,60, per modo che nell'imbasamento rimane un varco abbastanza ampio da permettere attraverso di esso il passaggio di un binario ordinario per uso dei carri di ferrovia e delle locomotive.

Le colonne riposano inferiormente su ruote di ghisa a doppio bordo, le quali scorrono sul binario speciale

Le gru fisse, della portata di 10 tonnellate, sono in numero di tre e, salvo le maggiori dimensioni, esse sono in tutto analoghe alle gru mobili. Il loro imbasamento è costituito da un massiccio ottagonale di muratura, elevato di m. 2 sul piano delle banchine, e nel suo interno contiene una piccola camera entro cui si possono manovrare i robinetti delle condotte d'acqua per le gru. La disposizione dei meccanismi è tale da permettere: 1º di fare agire i torchi idraulici motori in modo da dare rispettivamente uno sforzo di tonnellate 3,3, 6,6 o 10; 2º di far girare la gru in modo continuo, in entrambi i sensi.

Ecco le dimensioni ed i dati principali relativi a queste gru fisse :

Altezza dell'asse della puleggia sul piano delle rotaje	13,60
Volata, dall'asse della gru alla catena	10,00
Distanza dall'asse verticale al bordo della banchina	3,40
Lunghezza utile della catena	15,24
Diametro della catena	0,038
Diametro dei tre stantuffi elevatori	0,292
Corsa dei medesimi	2,54
Volume generato complessivamente dai tre stantuffi elevatori litri	166,70

Oltre alle gru ora descritte, si è pure provvisto all'impianto di dieci verricelli montati su carrelli a quattro ruote, che possono essere portati ovunque senza bisogno di binario. Sul carrello è stabilita una piccola motrice idraulica a 4 cilindri, destinata a far rotare due tamburi indipendenti che costituiscono il verricello. Con questi apparecchi si possono sollevare carichi di 400 chilogrammi.

Accenniamo, da ultimo, ai tre argani idraulici, della forza tangenziale di 1000 Kg., destinati a surrogare l'uso dei cavalli per la trazione dei veicoli.

Il costo totale dell'impianto, compresa la messa in opera di tutti i meccanismi e delle condotte, risultò di sole L. 1 300 000, così ripartite:

Macchine, caldaje, gru, condotte ed apparecchi	000
Binari e piatteforme » 100	
Binari e piatteforme » 100	000
	000
P	000

Il peso totale dei meccanismi e delle condotte è di circa 2280 tonnellate.

Totale . . L. 1 300 000

DISTRIBUZIONE DI ACQUA SOTTO PRESSIONE DELLA CITTÀ DI GINEVRA (1).

La città di Ginevra venne dotata, fin dal 1883, di una distribuzione d'acqua sotto pressione ad uso di forza motrice. L'officina centrale primitiva comprendeva due macchine Sulzer di 110 cavalli ciascuna, comandanti direttamente delle pompe Girard.

I lavori intrapresi, alcuni anni or sono, allo scopo di regolarizzare il livello del Lago Lemano, hanno indotto la città a creare una nuova installazione, assai più potente della prima, ed utilizzante la forza motrice del Rodano. La nuova distribuzione comprende due reti distinte di condotti; la prima a bassa pressione (5 Kg. per cm²) destinata in particolar modo all'alimentazione dell'acqua potabile per la città; la seconda ad alta pressione (15 Kg. per cm²) per gli usi industriali (distribuzione di forza motrice) e per l'alimentazione di alcuni Comuni posti ad una certa distanza dalla città.

L'esecuzione della parte meccanica dell'installazione venne affidata alla nota Casa Escher Wyss e C. di Zurigo.

L'officina centrale è costrutta in guisa da poter ricevere 20 turbine, ciascuna della forza di 210 cavalli effettivi. A tutto il 1890 dieci turbine erano già installate.

Ciascuna turbina comanda direttamente, per mezzo di una robusta manovella calettata all'estremità superiore dell'albero verticale, due pompe a doppio effetto, sistema Girard, i cui assi orizzontali fanno fra di loro un angolo retto. Questa disposizione presenta il vantaggio di ridurre le perdite di forza e le probabilità di accidenti, e di semplificare notevolmente l'insieme dell'installazione.

Due gruppi di pompe rifluiscono l'acqua nella condotta a bassa pressione; le altre sono destinate ad alimentare la condotta ad alta pressione. Però uno dei gruppi di pompe ad alta pressione comunica colla canalizzazione

<sup>(1)</sup> V. Dechamps, Op. cit. e Th. Turrettini, Utilisation des forces motrices du Rhône. Genève, 4890. L'impianto di Ginevra è pure stato descritto dai sigg. A. Patru ed F. Loppé nel Génie Civil (anno 1889)

a bassa pressione, per guisa che, in caso di accidenti ad uno dei due gruppi a bassa pressione, il servizio di questa condotta rimane assicurato.

Le turbine sono del sistema Jonval, a tre corone concentriche. Questa disposizione è resa indispensabile dalla variabilità della portata, che da un minimo di 6 m³ per turbina, in tempo di magre, può elevarsi fino a m³ 13,10. La corona esterna rimane sempre aperta, e basta quando si ha la portata minima; le altre due corone del distributore possono essere chiuse od aperte per mezzo di valvole a farfalla comandate da un meccanismo manovrabile a mano, e collocato nella camera in cui si trova il perno della turbina (sospensione superiore, sistema Girard).

Il diametro esterno del distributore è di m. 4,20; il diametro interno di m. 1,75. La larghezza radiale complessiva delle tre corone è dunque di m. 1,225; l'altezza è di m. 0,250.

La corona esterna del distributore ha una larghezza radiale di m. 0,280, e porta 52 condotti. La corona mediana ha 48 condotti, ed una larghezza radiale di m. 0,450. Finalmente la corona interna possiede 40 condotti, ed ha la stessa larghezza di quella mediana. L'angolo che l'ultimo elemento delle direttrici del distributore fa col piano orizzontale è di 25° 18'.

La girante, o ruota motrice della turbina, è essa pure divisa in tre corone concentriche, aventi le stesse dimensioni e lo stesso numero di condotti che le corone del distributore. L'angolo formato dall'ultimo elemento delle palette della ruota motrice col piano orizzontale è rispettivamente di 22° 20' per la corona esterna; di 24° 20' per la mediana; di 27° 40' per la corona centrale.

Si ha quindi che l'area complessiva delle luci d'efflusso della ruota motrice è:

L'albero della turbina fa, mediamente, 26 giri al minuto primo (27 quando la sola corona esterna è aperta, 24 quando sono aperte tutte tre le corone). Questo albero è cavo, in acciajo di prima qualità, ed ha un diametro esterno di 280 mm., ed un diametro interno di 180 mm. Il palo, il cui carico lungo l'asse è valutato in 40 tonnellate, e la cui altezza è, in cifre tonde, di 6 metri, è in ferro fucinato, ed ha un diametro di 160 mm.

La Casa costruttrice ha garantito per le turbine un rendimento minimo di 0,70.

Le pompe rifluitrici sono, come già dicemmo, a doppio effetto, del sistema Girard; cioè comprendono ciascuna due corpi di pompa aspirante-premente a semplice effetto, disposti l'uno in prosecuzione dell'altro, con un unico stantuffo tuffante comandato da un gambo che attraversa il fondo di uno dei due corpi di pompa, per articolarsi ad un'estremità della biella motrice. (L'altra estremità di questa biella si articola al bottone della manovella calettata sull'albero della turbina).

I corpi di pompa sono in ghisa, ed hanno una forma ovoide allungata, studiata in modo che la velocità dell'acqua vi sia sensibilmente costante, durante tutta la parte media della corsa dello stantuffo. Ad una delle loro estremità essi portano una grossa scatola a stoppa, entro la quale scorre lo stantuffo. All'altra estremità, uno dei due corpi di pompa è chiuso da un coperchio, solidamente inchiavardato, che si può togliere per in-

trodurre od estrarre lo stantuffo; l'altro corpo di pompa è munito invece di una stoppatura per dar passaggio al gambo dello stantuffo.

Il diametro maggiore del corpo delle pompe a bassa pressione, nel mezzo, è di m. 0,750; la velocità massima che vi prende l'acqua, per un numero di giri delle turbine eguale a 26, è di m. 0,735 al secondo. Il diametro delle pompe ad alta pressione è di m. 0,600 nel modello grande e m. 0,450 nel piccolo; la velocità massima dell'acqua è, rispettivamente, di m. 0,648 e m. 0,749.

Il diametro degli stantuffi delle pompe a bassa pressione è di m. 0,430; quelli degli stantuffi delle pompe ad alta pressione sono rispettivamente di m. 0,330 (modello grande) e m. 0,260 (modello piccolo). La corsa comune è di m. 1,10. Il volume di una cilindrata risulta quindi: di m³ 0,155 per le pompe a bassa pressione, e rispettivamente di m³ 0,0897 e m³ 0,054 per le pompe ad alta pressione (grande e piccolo modello).

Ammettendo un coefficiente di rendimento di 0,95, il volume d'acqua pompato sarà rispettivamente di:

litri 147,250 × 4 = 589,0 litri > 85,215 × 4 = 340,8 » > 51,300 × 4 = 205,2 »

per ogni giro delle turbine.

Quindi, per avere l'acqua pompata in 1 minuto, basta moltiplicare i numeri suindicati per 26.

Le valvole delle pompe sono anulari, multiple, in bronzo. Nelle pompe a bassa pressione la levata delle valvole è di 6 mm.; in quelle ad alta pressione è rispettivamente di 5 mm. (modello grande) e di 7 mm. (modello piccolo); la velocità media dell'acqua nel passaggio attraverso alle valvole è di m. 1,343.

Nell'angolo retto formato dalle due pompe comandate da ciascuna turbina è disposta la camera d'aria, provvista di un manometro, di due indicatori di livello, e di una valvola di sicurezza. Le condotte collettrici, tanto delle pompe a bassa, come di quelle ad alta pressione, hanno un diametro interno di m. 0,70. L'efflusso e la pressione nella condotta a bassa pressione sono regolati da un grande serbatojo, situato a 1500 metri dall'edifizio delle turbine, e ad un'altezza di 46 metri sopra le pompe. La capacità di questo serbatojo è di 4800 m<sup>3</sup>.

La regolarizzazione della condotta ad alta pressione si otteneva, in principio, per mezzo di quattro vasti serbatoi d'aria, di m. 1,50 di diametro, e m. 12,00 di altezza, costrutti in lamiera d'acciajo dello spessore di 18 mm. L'aria di questi serbatoi veniva rinnovata per mezzo di un compressore Colladon a due cilindri, di cui uno comprimeva l'aria a 7 atmosfere, e l'altro terminava la compressione. Questo compressore era attivato da una turbina centripeta, della forza di 6 cavallivapore.

Questi apparecchi sono divenuti inutili in seguito all'installazione di un grande serbatojo, della capacità di 12500 m³, a 5270 metri dalla stazione centrale. L'acqua, discendendo da questo serbatojo, subisce una perdita di carico, che si dovette provvedere a compensare, per fornire agli industriali l'acqua sotto la pressione richiesta. A questo fine, a 125 metri al disotto del livello medio del serbatojo, si installò un'officina di restituzione di forza motrice, la quale comprende una turbina centripeta ad asse orizzontale, di 120 cavallivapore, facente 400 giri al minuto, ed azionante direttamente una pompa centrifuga del sistema Dumont. Un quinto circa della portata della condotta passa attraverso alla turbina. L'acqua entra nella pompa sotto una pressione di 118 metri (di colonna d'acqua), il che

indica una perdita di carico di 7 metri; ma ne esce alla pressione di 128 metri. Si riguadagna per tal modo un'atmosfera circa, ma ne risulta una perdita di energia

del 17 %.

Gli idromotori impiegati a Ginevra per la distribuzione della forza motrice a domicilio sono di due specie: i motori a colonna d'acqua, del sistema Schmid, e le ruote-turbine tangenziali, sistema Escher-Wyss. La scelta del sistema dipende, in ogni caso, dall'importanza del lavoro a sviluppare e dalle variazioni più o meno considerevoli della resistenza.

I motori Schmid sono stati impiegati, esclusivamente, dal 1872 al 1886, nell'antica rete di condotte a bassa pressione. Questo motore presenta il vantaggio di servire, esso stesso, come contatore dell'acqua consumata; ma ha l'inconveniente di dare un consumo costante, qualunque sia la forza utilizzata. Esso riesce quindi poco economico quando si tratti di forze variabili e di una certa importanza. Per altra parte la semplicità di costruzione rende questi motori poco costosi, e poco soggetti a riparazioni, bastando aver cura di non servirsi di acque sabbiose. La resistenza d'attrito, nei motori funzionanti con una pressione di 30 metri d'acqua, non è che del 5 %, ed il coefficiente di rendimento, secondo gli esperimenti ufficiali eseguiti dal prof. Zeuner al Politecnico di Zurigo, e dal prof. Thoma alla Regia Scuola industriale di Absburgo, sale all'80 %.

Il motore a colonna d'acqua può essere impiegato con vantaggio ogniqualvolta si dispone di una pressione di 20 metri almeno e di canalizzazioni sufficienti; si può anche aumentare la forza del motore, approfittando dell'azione aspirante dell'acqua di scarico, per una caduta di 8 metri al più. In generale, a Ginevra si fa molto uso del motore Schmid per sviluppare delle piccole forze pressochè costanti. (Per la descrizione di questi motori V. l'articolo: Macchine idrauliche).

Quando, invece, il lavoro motore deve poter variare entro limiti abbastanza estesi, si impiegano turbine di differenti sistemi per le grandi forze, e ruote-turbine tangenziali, del sistema Escher-Wyss e C. con regolatore a servo-motore, sistema Piccard, per medie e piccole forze, che sono le più frequenti.

Queste turbine tangenziali, costrutte specialmente per le alte cadute, hanno sostituito quasi dappertutto i motori Schmid nelle nuove installazioni, quantunque il loro rendimento non raggiunga che il 65-75 %, secondo la potenza della turbina.

La superiorità della turbina sul motore a colonna

d'acqua risulta da due fattori:

a) il consumo d'acqua della turbina può essere regolato in modo da mantenersi sempre proporzionale

alla forza sviluppata;
b) la velocità della turbina può essere mantenuta
perfettamente costante, grazie all'invenzione del rego-

latore a servo-motore, dovuta all'ing. Piccard.

Affinchè l'impresa del Municipio di Zurigo, per l'utilizzazione delle forze motrici del Reno, potesse riuscire felicemente, e perchè essa rendesse all'industria i servizii che se ne speravano, occorreva non solo che la forza distribuita venisse a costar meno che il vapore, ma bisognava inoltre che i motori installati a domicilio non fossero per nulla inferiori alle motrici a vapore che erano destinati a rimpiazzare. Ora, precisamente sopra un punto essenziale, i motori idraulici non avevano, fino allora, potuto sostenere il confronto colle macchine a vapore: mentre queste, e le macchine a gas, si costruiscono correntemente in modo da dare una velocità perfettamente costante, qualunque siano le variazioni della

resistenza, nei motori idraulici, invece, non si era ancora riuscito ad ottenere una regolazione della velocità soddisfacente. Questa inferiorità dei motori idraulici, la quale a tutta prima non apparve che un particolare di importanza secondaria nella concezione del vasto progetto, rischiava tuttavia di limitare l'utilizzazione della forza idraulica ad un numero di casi assai ristretto. Difatti, nella maggior parte delle industrie, vi ha una grande importanza ad ottenere una velocità del motore quasi assolutamente costante. Le due principali applicazioni che riceve la forza motrice a Ginevra, vale a dire la fabbricazione dei meccanismi d'orologieria, e l'illuminazione elettrica, sono per l'appunto tali industrie che non possono tollerare alcuna variazione di velocità delle macchine ricettrici.

L'accennata lacuna nel funzionamento dei motori idraulici aveva attirato, da lungo tempo, l'attenzione dei costruttori di macchine e, quando la creazione di forze motrici a Ginevra fu stabilita, il problema della regolazione automatica della velocità di questi motori si è del pari imposto ai costruttori ginevrini; ed il vanto di aver trovata una soluzione soddisfacente del problema spetta all'ing. P. Piccard, della Casa Weibel, Briquet e C. di Ginevra.

I meccanismi ordinari che regolano la quantità d'acqua che entra in un motore ordinario, ossia le paratoje (o saracinesche), richiedono sempre un grande sforzo per essere manovrate. Nel caso dei motori a vapore questa difficoltà non esiste, perchè i meccanismi di distribuzione, che regolano l'ammissione del vapore, offrono una resistenza insignificante all'azione del regolatore.

Gli è in questa resistenza, alla manovra delle paratoje, che sta la difficoltà della regolazione dei motori idraulici. Per ben comprenderlo, basta esaminare da vicino l'azione di un regolatore sopra un motore qualsiasi.

Il regolatore può agire in due modi distinti, che si chiamano azione diretta ed azione indiretta.

Nell'azione diretta il regolatore agisce, per mezzo di una leva, sulla saracinesca, e ad ogni istante la posizione di questa corrisponde ad una determinata posizione delle palle del regolatore.

Nell'azione indiretta, invece, il regolatore altro non fa che provocare l'innesto od il disinnesto di una trasmissione che riceve il movimento dal motore stesso, e che agisce, a sua volta, sulla saracinesca per mezzo di un

ingranaggio o di una vite senza fine.

L'azione indiretta può essere realizzata mediante disposizioni meccaniche assai differenti. Invece dell'innesto a ingranaggi, il regolatore può agire sopra un robinetto od una valvola che dia accesso all'acqua sotto pressione sull'una o sull'altra faccia di uno stantuffo, che a sua volta comanda la paratoja. Ma, qualunque sia la disposizione adottata, la trasmissione indiretta è sempre caratterizzata dal fatto che la posizione della saracinesca non è legata a quella delle palle del regolatore, come è il caso nella trasmissione diretta.

E evidente, del resto, che per mezzo dell'azione indiretta, si possono far muovere delle paratoje pesantissime, poichè la forza viene presa direttamente dal motore, e non è già fornita dalla forza centrifuga del regolatore, come nell'azione diretta. Parrebbe adunque, a prima vista, che i regolatori ad azione indiretta, eliminando, per così dire, la resistenza delle saracinesche, dovrebbero dare la soluzione del problema in questione. Ora questo è un errore, in cui sono caduti molti costruttori, e che ha condotto a dei veri disinganni. L'azione indiretta è viziosa per se stessa; e la sola azione diretta può dare la regolazione automatica della velocità.

Per convincersene, basta rappresentare graficamente la marcia di un motore mediante la curva delle sue velocità, ed esaminare sulla medesima il funzionamento della trasmissione indiretta. Supponiamo che ad un dato momento si stacchino dalla trasmissione una parte delle macchine mosse dal motore; la velocità di questo si eleverà bruscamente, le palle del regolatore si allontaneranno, ed il meccanismo che comanda la paratoja ne inizierà la chiusura. In seguito a questa chiusura graduale, arriverà un istante in cui la velocità del motore cesserà di aumentare, per cominciare, subito dopo, a diminuire. Nel momento in cui la velocità discende al disotto della velocità normale le palle del regolatore sono ritornate nella loro posizione media, ed in quel momento, soltanto, cessa il chiudersi graduale della paratoja. Questa adunque si è chiusa di più in più, ma è facile riconoscere che durante la fine di questo periodo il regolatore ha agito in contro-senso. Ed invero, il fatto che la velocità del motore è andata diminuendo continuamente durante questo periodo, prova che la forza motrice era inferiore alla resistenza, e che, per ristabilire l'equilibrio, il regolatore avrebbe dovuto operare il riaprimento della paratoja, invece di continuare a chiuderla sempre più. La paratoia, adunque, viene chiusa assai più di quanto occorrerebbe per avere l'equilibrio fra il lavoro motore ed il lavoro resistente, e per conseguenza la velocità continua a diminuire al disotto della normale, ed allora il regolatore comincierà ad aprire la paratoja. Ma ciò che si è verificato durante il primo periodo si produrrà, in modo analogo, nel periodo susseguente, cioè il regolatore continuerà ad aprire la paratoja oltre il limite richiesto, e, verso la fine di questo periodo, agirà nuovamente in contro-senso. Si produrranno, per tal modo, una serie di oscillazioni attorno alla velocità normale, finchè questa sia raggiunta in modo stabile. Il che può anche tardare indefinitamente a verificarsi, in circostanze speciali; ed allora il motore si troverà completamente disorientato, crescendo l'ampiezza delle oscillazioni della velocità.

Se si esamina l'andamento di un motore posto nelle stesse condizioni del precedente, ma munito di un regolatore ad azione diretta, e se si suppone che la saracinesca si muova senza resistenza, seguendo tutti i movimenti delle palle del regolatore, si vede che, nel momento in cui si fermano alcune macchine, l'aumento di velocità provocherà l'innalzamento delle palle, e quindi una rapida chiusura della paratoja. Come nel caso precedente, questa chiusura produrrà un rallentamento del motore, ed al periodo della velocità ascendente succederà ben presto un periodo di velocità decrescente. Durante il primo periodo le palle non avranno cessato di innalzarsi, e la paratoja sarà andata chiudendosi ognor più; il contrario si sarà verificato nel secondo periodo: le palle del regolatore si saranno abbassate continuamente, e la paratoja si sarà sempre più aperta, come è naturale che debba avvenire. È facile riconoscere, adunque, come in tutti i casi che si possono presentare, la trasmissione diretta non funziona mai in controsenso, ma sempre nel senso voluto per ristabilire l'equilibrio, il quale si

raggiungerà così molto rapidamente.

La questione si presentava dunque in questi termini: trovare il mezzo di applicare l'azione diretta di un regolatore pochissimo energico alla manovra di una paratoja, o di altro sistema di otturamento presentante una resistenza qualunque. Questo problema è stato risolto, nel modo più soddisfacente, dall'ing- Piccard, coll'intercalare, fra il regolatore ed il motore, un apparecchio speciale, detto dai costruttori servo-motore

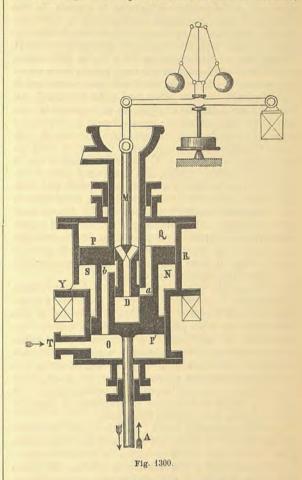
idraulico, a motivo della sua lontana analogia con una disposizione applicata da Farcot al vapore, e da lui battezzata servomotore a vapore.

Ecco il modo di funzionare di quest'apparecchio, di cui la fig. 1300 rappresenta, alquanto schematicamente, la disposizione. Premettiamo anzitutto una breve descrizione del medesimo.

Il servomotore si compone essenzialmente:

1º di una parte fissa, consistente in due cilindri, Q ed O, sovrapposti e di diametro diverso;

2º di una parte mobile, composta di un doppio stantuffo P P', scorrevole nei due suddetti cilindri; questo stantuffo è guidato superiormente da un'asta tubulare,



che attraversa il premistoppa del coperchio del cilindro maggiore Q, ed inferiormente da un'asta A alla quale devesi applicare la resistenza da vincere per regolare l'ammissione dell'acqua sul motore;

3º di una valvola a cassetto D, la cui asta M è unita a snodo alla leva del regolatore.

La forma e la disposizione speciale di tutte queste parti risulta chiaramente dalla fig. 1300.

La camera inferiore O si trova costantemente in comunicazione, per mezzo del tubo T, con un serbatojo d'acqua sotto pressione (quest'acqua può essere, tanto l'acqua del canale a monte del motore, se la caduta è sufficiente, quanto l'acqua di un serbatojo collocato a sufficiente altezza ed alimentato da una pompa); la camera superiore Q si trova, ora in comunicazione colla camera inferiore per mezzo del canale O ba, se la valvola a cassetto è in basso, ora coll'atmosfera, quando

la valvola è sollevata; finalmente la camera S, intermedia alle due anzidette, è sempre in comunicazione coll'atmosfera per mezzo dell'apertura laterale Y.

Quando la camera superiore è in comunicazione colla inferiore, per la differenza di area delle due faccie dello stantuffo, questo è obbligato a discendere; se invece la camera superiore è in comunicazione coll'atmosfera, lo stantuffo è evidentemente obbligato a salire dalla pressione idraulica che si esercita unicamente sulla sua faccia inferiore.

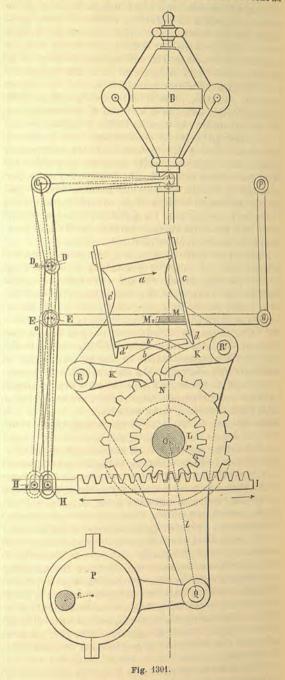
Risulta dalla disposizione dell'apparecchio che se la la leva del regolatore innalza la valvola D, si scopre l'orifizio a, e la camera superiore trovandosi in comunicazione coll'atmosfera attraverso la valvola D, che è forata, lo stantuffo prende a salire finchè la luce a non venga ad otturarsi, per essere giunta all'altezza della valvola. Se invece la leva del regolatore abbassa la valvola D, si stabilisce la comunicazione Oba fra le due camere, superiore ed inferiore, e lo stantuffo prende pure necessariamente a discendere, finchè la luce a arriverà di nuovo contro il piede otturatore della valvola D. Lo stantuffo non è dunque in riposo se non quando la valvola D chiude l'orifizio a; epperciò esso è obbligato a seguire la valvola stessa in tutti i suoi movimenti, operando immantinenti la chiusura o l'apertura della paratoja, secondo il bisogno. È importante notare che la valvola D, col suo gambo, non attraversa alcuna scatola a stoppa, nè alcuna guarnizione, e quindi può obbedire ai menomi movimenti del regolatore, senza opporre una resistenza sensibile. Al contrario, il doppio stantuffo che segue la valvola nei suoi movimenti si muove sotto l'azione dell'acqua in pressione; ora la pressione dell'acqua, e le superficie dei due stantuffi, possono essere scelte in guisa che questi vincano, muovendosi, una resistenza grande quanto si vuole.

L'apparecchio ora descritto ha un inconveniente, che è quello di necessitare acqua in pressione, e limpidissima, perchè questa non abbia ad ostruire le luci attraverso cui deve passare per porre in azione l'apparecchio. In molti casi non si potrebbe soddisfare comodamente a questa esigenza, e perciò il. Piccard studiò, più recentemente, un altro meccanismo, che chiamò servo-motore ad arpionismo, col quale, senza più dover ricorrere all'acqua sotto pressione, si trova risolto in modo conveniente il problema di regolare il movimento delle motrici idrauliche.

Questo apparecchio forma l'oggetto di una Nota pubblicata dall'ing. S. Cappa nel Giornale del Genio civile (anno 1891), dalla quale ne togliamo la descrizione.

«L'apparecchio è così costituito (V. fig. 1301): un eccentrico P messo in movimento dalla motrice idraulica a regolarsi fa oscillare una piastra QRR' attorno all'albero O sul quale essa è infilata a dolce sfregamento. L'albero O porta una ruota dentata L che imbocca con una dentiera HI la cui asta è destinata a comandare l'organo che modifica il lavoro motore. Alla piastra QRR' sono solidali i perni R, R' di due nottolini simmetrici K, K' che agiscono in senso opposto sopra una ruota N di arpionismo calettata pure sull'albero O. I due nottolini sono muniti delle dita b, b', le quali possono agganciarsi agli arpioni d, d' che presentano le estremità di due molle c, c' solidali al pezzo oscillante QRR'.

« Per intendere il modo di funzionare dell'apparecchio, supponiamo che il nottolino K per es., liberato dalla molla corrispondente di sospensione c, per una causa qualunque venga ad appoggiarsi sulla ruota N, come è rappresentato in figura. « Allorquando il pezzo Q R R' oscilla nel senso indicato dalla freccia a, il nottolino K spinge la ruota N da sinistra a destra, e la dentiera imboccante colla ruota L, movendosi da destra a sinistra, chiude in parte l'immissione del fluido motore: ma quando la piastra Q R R' oscilla in senso opposto, il nottolino K è sollevato dai denti della ruota N ed il dito b viene ad



impegnarsi coll'arpione d della molla di sospensione c, restando senza azione sulla ruota N e quindi sulla dentiera HI. Cosa analoga succede per aumentare l'immissione del fluido motore, se è invece libero il nottolino K'.

« Allorchè per una causa qualunque i nottolini sono abbassati, essi tendono adunque sempre a sollevarsi ed impegnarsi cogli arpioni delle molle di sospensione, e quindi ad assumere posizioni nelle quali, come già si notò, rimangono senza azione sulla ruota N e perciò sulla dentiera H I.

« Per fare agire i nottolini sulla ruota di arpionismo occorre una causa esterna, e questa è prodotta da un regolatore a forza centrifuga B (statico o pseudo-astatico), il quale funziona col meccanismo che indicheremo.

« Al collare del regolatore è articolato l'estremo di una leva a squadra ACD avente il fulcro nel punto fisso C e collegata all'altro estremo D con un tirante DEH. Questo tirante è congiuuto a snodo in E con una sbarra EG che porta un nasello M, ed è sospesa per mezzo di un altro tirante articolato GF ad un punto fisso F. All'altro capo H il tirante DEH è articolato colla dentiera HI. Quando il collare del regolatore è nella sua posizione media  $A_0$  i centri delle articolazioni D ed E trovansi rispettivamente in  $D_0$  ed  $E_0$  posti sulla verticale passante pel punto H.

« Il nasello M, che è collocato fra le due molle di sospensione c,c', e che viene spostato a destra od a sinistra dal collare del regolatore, a seconda che il collare medesimo si alza o si abbassa, è senza azione sul meccanismo quando è nella sua posizione media  $M_o$ . Ma non appena abbandona detta posizione esso viene a liberare uno dei nottolini dalla relativa molla di sospensione, ed il nottolino cadendo sulla ruota N fa muovere

questa in un senso o nell'altro.

« Supponiamo infatti che, per una diminuzione ad esempio del lavoro resistente, e quindi per un aumento di velocità del motore, il collare del regolatore, spostandosi dalla sua posizione media  $A_0$ , siasi sollevato in A, e per mezzo della leva CD, che avrà rotato attorno al fulcro C, e del tirante DEH, che avrà a sua volta rotato attorno al punto H, il nasello M siasi spostato dalla sua posizione media  $M_0$  verso destra, come trovasi rappresentato in figura. In tal caso la molla c verrà oscillando colla piastra QR R'a toccare il nasello M, il quale libererà il dito b e provocherà la caduta del nottolino K. Questo spingerà allora, come già si disse, la ruota N da sinistra a destra, e la dentiera, movendosi da destra a sinistra, diminuirà il lavoro motore.

«Il nottolino K resterà impegnato nei denti della ruota N per tutto il tempo durante il quale il nasello rimarrà spostato dalla posizione media  $M_{\rm o}$ , ma non appena questo ritornerà in detta posizione, il nottolino K sollevandosi andrà ad agganciarsi all'arpione, e rimanendo sospeso alla molla relativa c cesserà di agire sulla ruota N, e per conseguenza sulla dentiera.

« Or bene, il ritorno del nasello M alla posizione media  $M_0$  tosto si compie in grazia del sistema di leve e di tiranti descritto, essendochè non appena la ruota L prenderà a girare attorno al suo asse, la dentiera con cui ingrana si sposterà, e facendo rotare il tirante DEH attorno al punto D ricondurrà il punto di articolazione E nella posizione media  $E_0$  ed il nasello alla posizione media  $M_0$ . La corsa che la dentiera avrà compiuto, per lo spostamento  $A_0$  A del collare del regolatore, sarà la H  $H_1$ .

« In grazia adunque alla disposizione di leve e tiranti adottata, l'apparecchio non è in equilibrio se non quando il punto E si trova nella posizione fissa  $E_0$  corrispon-

dente alla posizione media Mo del nasello.

« Gli spostamenti del punto H (ritornando il punto E esattamente in  $E_0$ ) sono così proporzionali a quelli di D, e per conseguenza il movimento del collare A del regolatore si riproduce amplificato sulla dentiera H I che modifica il lavoro motore, come se l'azione del regolatore fosse diretta ».

#### BIBLIOGRAFIA.

H. Dechamps, Le transport et la distribution de la force motrice à grande distance par les moyens mécaniques (nella Revue Universelle des Mines, 1889, tomo VIII, pag. 152 e 278; e 1890, tomo X, pag. 185). - G. Ferraris, Delle trasmissioni telodinamiche di Hirn (Dissertazione e tesi di laurea, Torino, settembre 1869). - F. Reuleaux, Le Constructeur (3ª ediz. franc., Parigi 1890): Transmission par cables métalliques (pag. 794 e seg.). - Howard, The development and transmission of power from central stations (nell'Engineering Record, 1893, vol. 28, pag. 351 e seg.). - Jenkins, Transmission of power by compressed air (nel Mechanical World, 1893, vol. 13, pag. 43). -Greene, Rope transmission of power (nel The Iron Age, 1893, vol. 51, pag. 420). - Dodge, Rope power transmission (id. id., vol. 52, pag. 104). - Riedler, Kraftvertheilung-Nachtrag zu dem früheren Aufsatz aus Anlass des Vortrages von Oechelhäuser (nel Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1893, vol. 37, pag. 237 e segg.). - Riedler, Kraft-und Wärmevertheilungs-Anlagen in Amerika (id. id., pag. 741 e seg.). - Unwin, Development and transmission of power from central stations (nell'Engineering, 1893, vol. 55, pag. 142, 169, 197 e 258). - Nicholson, Transmission of power by compressed air (id. id., vol. 56, pag. 27). - Ledoux, Étude sur les pertes de charge de l'air comprimé et de la vapeur dans les tuyaux de conduite (negli Annales des Mines, 1892, 9ª serie, tomo II, pag. 541 e segg.). - Bethke, Arbeitsübertragung auf weite Entfernung-Geschichtliches bis zur Anwendung der Elektricität (nel Dampf, 1892, vol. 9, pag. 289). - Julien, Transmission par câbles métalliques (nel Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des Arts et métiers, 1891, pag. 365). - Klausmann, Centralanlagen der Krafterzeugung für das Kleingewerbe; kritische Beleuchtung derselben (negli Annalen fur Gewerbe und Bauwesen, 1892, volume 31, pag. 182). - G. Hanarte, Transmission du travail à distance par l'air comprimé; Conférence faite à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège (nella Revue Universelle des Mines, 1891, tomo XVI, pag. 113). - Riedler, Studien über Kraftvertheilung mittelst Druckluft (nel Zeitschrift des Vereins Deutscher Ing., 1892, vol. 36, pag. 821). - Lorenz, Spannungsverluste in langen Druckluftleitungen (id. id., pag. 621 e 835). - Frankel, Pressluftanlage in Birmingham (id. id., pag. 327). - Gutermuth, Die Druchluftanlage in Offenbach (id. id., pag. 1449). - Unwin, On the transmission and distribution of power from Central Stations by Compressed Air (nei Proceedings of the Institution of Civil Engineers, vol. 105, pag. 180). - Solignac, Communication faite par M. Solignac, Ingénieur de la Maison Popp, sur l'industrie de l'air comprimé (nel Bulletin de la Société d'Encouragement, 1892, pag. 723). - T. C., Description des installations d'électricité et d'air comprimé faites dans l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale (id. id., pag. 83). - Claussen, Kraftübertragung von einer Centralen aus, durch gepresstes Wasser (negli Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1891,

vol. 28, pag. 203). - Claussen, Bedeutung der Kleinmotoren und der Kraftübertragung für die Kleinindustrie (nel Polytechnisches Centralblatt, 1891, vol. 3, pag. 241 e 253). - Denny Lane, Distribution of the energy by gas (nel The Electrician, 1891, vol. 27, pag. 628). - Elliott, Transmission of power by compressed air (nel Mechanical World, 1891, vol. 10, pag. 132). - Usines Popp, Paris (nel Portefeuille économique de machines, 1891, vol. 36, pag. 138). -Proell, Druckluftanlagen und neuere Constructionen zur Vertheilung mechanischer Arbeit (nel Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1891, volume 35, pag. 253). - Riedler, Neue Erfahrungen über die Kraftversorgung von Paris durch Druckluft (nel Chemiker-Zeitung Repertorium, 1891, vol. 15, pag. 60). - Bendt, Die Methoden der Kraftübertragung (nell'Industrie Blätter, 1890, vol. 27, pag. 169). - E. Cavalli, Contribuzione alla teoria delle trasmissioni telodinamiche (nel Politecnico, 1890, vol. 38, pag. 346). I. Laffargue, La distribution de l'énergie (nell'Electricien, 1890, vol. 14, pag. 393). - Westhoff, Transmission of power by compressed air (nello Scientific American Supplement, 1890, vol. 30, pag. 12215). -Boudenoot, Distribution de la force motrice par l'air raréfié (nelle Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils, 1889, vol. 42, I, pag. 109). - Chantraine, Distribution de la force par l'air comprimé (nel Technologiste, 1889, vol. 51, pag. 118). - Hersent, L'emploi de l'air comprimé (nella Revue Industrielle, 1889, vol. 20, pag. 464). - Kennedy, Experiments upon the transmission of power by compressed air, Paris (Popp's System) (nell'Engineering, 1889, vol. 48, pag. 320, e nello Scientific American Supplement, 1889, v°28, pag. 11518). - Mayer, Hydraulische Kraftübertragung (nel Gewerbeblatt aus Württemberg, 1889, vol. 41, pag. 185 e 194). - P. Chevillard, Distribution de la force à domicile par la Compagnie Parisienne d'air comprimé (procédés Victor Popp) (nella Revue Industrielle, 1888, vol. 19, pag. 494 e 1889, vol. 20, pag. 21, 54). - Radinger, Kraftvertheilung mit comprimirter Luft (system Popp) in Paris (negli Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1889, vol. 24, pag. 217). - Riedler, Die Kraftübertragung durch Druckluft (system Popp) in Paris (nel Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1889, vol. 33, pag. 185 e 213). - Weyrauch, Bemerkungen zur Pariser Druckluftanlage (id. id., pag. 961 e 991). - E. Dollfuss, Note sur la transmission de force motrice à domicile par l'air raréfié (nel Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse, 1888, vol. 58, pag. 155). - Donaldson, Transmission of power by water and air (nell'Engineering, 1888, vol. 45, pag. 274). - Ellington, Distribution of hydraulic power, London (nei Proceedings of the Institution of Civil Engineers, vol. 94, pag. 1). - Frankel, Die Kraftanlage der Compressed Air Power Company in Birmingham (nello Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1888, vol. 32, pag. 684). - A. C., La trasmissione della forza motrice a domicilio col mezzo dell'aria compressa (nel Politecnico, 1888, vol. 36, pag. 397). - Merivale, Transmission à distance par la vapeur (nella Cronique Industrielle, 1887, vol. 10, pag. 158). - Bourdin, Transport de l'énergie par l'air comprimé (nella Lumière Électrique, 1886, vol. 20, pag. 199). - Hanarte, Transmission de la force par l'air raréfié (nella Revue Universelle des Mines, 1886, vol. 20, serie II, pag. 109). - Lauriol, Comparison between the different systems of transmitting motive power (nell' Electrical Review, 1886, vol. 19, pag. 419). - Hen, Vorzüge der hydraulischen Kraftübertragung (nel Deutsche Bauzeitung, 1885, vol. 100, pag. 602). - Pichault, Transmissions par cábles métalliques (nel Génie Civil, 1895, vol. 6. pag. 282). - Reuleaux, Ueber Neuerungen in Ferntriebwerken (Riemen-Seil-Drahtseil, Wasserhochdruck) (negli Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1885, vol. 17, pag. 226). - Vergleiche zwischen Luft-Wasser-und elektrischen Fernbetrieben (nel Maschinenbauer, 1887, vol. 22, pag. 306). - Distribution de la force motrice par l'air raréfié (nel Génie Civil, 1887, vol. 10, pag. 143). - Distribution de force motrice par l'eau sous pression (nella Nature, 1887, vol. 15, I, pag. 251). - Kraftübertragung durch verdünnte Luft (nel Centralblatt der Bauverwaltung, 1886, vol. 6, pag. 193). - Transmissions à distance (nel Portefeuille économique des machines, 1886, vol. 31, pag. 87). - Anspach, Transmissions par câbles (nella Revue Universelle des Mines, 1884, vol. 15, serie II, pag. 436 e 634). - Pigny's, Drahtseil-Transmission (nel Der Maschinenbauer, 1884, vol. 19, pag. 57). - Boone's, Method of transmitting power from a central station (nello Scientific American, 1884, vol. 51, pag. 182). - Atkinson, Transmission de la force par l'air, l'eau, les câbles et l'électricité (nello Ingénieur-Conseil, 1883, vol. 5, pag. 127). - Delahaye, La transmission de la force à distance (nella Revue Industrielle, 1883, vol. 14, pag. 447). - Reynold's, Transmission of energy (nel Journal of the Society of Arts, 1883, vol. 31, pag. 973). - Petit und Tatin, Kraftübertragung durch Luftverdünnung (Wieck's Gewerbezeitung, 1883, vol. 48, pag. 257). - Lestang, Transmission de la force motrice par l'air raréfié (nella Revue Industrielle, 1882, vol. 13, pag. 221). -Krafttransmission mittelst verdünnter Luft (nel Der Maschinenbauer, 1882, vol. 17, pag. 389). - Achard, Transmission of power to a distance (nell'Engineering, 1881, vol. 31, pag. 86). - Léauté, Théorie générale des transmissions par câbles métalliques; règles pratiques (nei Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, 1881, vol. 92, pag. 996). - Léauté, Les transmissions télédynamiques (id. id., 1881, vol. 93, pag. 682). - Léauté, Condition d'adhérence du câble sur les poulies (nel Génie Civil, 1881, vol. 1, pag. 462). - Léauté, Règles pour l'établissement des communications télédynamiques (nella Revue Industrielle, 1880, vol. 11, pag. 138, e nei Comptes-rendus, vol. 90, pag. 587).

G. Meissner, Die Kraftübertragung auf weite Entfernungen und die Construction der Triebwerke und Regulatoren, Jena, H. Costenoble, ed. 1887 (1 vol., con 60 tav. lit.). — A. Bottiglia, Le trasmissioni telodinamiche (Corso di composizione di macchine, professato al R. Museo Industriale di Torino).

Ing. F. MAZZOLA.

## TRASMISSIONE ELETTRICA DELL'ENERGIA MECCANICA

#### I. - INTRODUZIONE.

1. Trasmissione elettrica dell'energia meccanica. - 2. Riversibilità delle dinamo. — 3. Leggi della trasmissione. — 4. Perdita nella linea. — 5. Rendimento industriale di una trasmissione. - 6. Economia nella condottura. - 7. Sezione dei conduttori. - 8. Distribuzione della corrente. 9. Macchine dinamo elettriche.

Non vi è operazione industriale, realizzata con macchine, che non implichi trasmissione di energia meccanica, a partire da quella ottenuta con una cinghia o con un giunto, per finire ai più complessi sistemi, che servono da intermediario tra il lavoro prodotto e quello utilizzato.

In pratica c'è da distinguere subito la trasmissione a breve distanza, spesso accompagnata da una distribuzione, come sarebbe il caso di un albero o di un sistema di alberi di trasmissione, che suddivide l'energia fornita da una motrice alle diverse macchine operatrici di uno stabilimento, dalla trasmissione a distanza, la quale pure, in linea subordinata, può costituire nello stesso tempo

una distribuzione di energia.

L'applicazione dell'elettricità al trasporto dell'energia a distanza offre il mezzo di utilizzare le forze naturali. che restano inoperose quando la loro ubicazione sia tale da non rendere possibile, o almeno rimunerativamente possibile, la diretta loro applicazione. È questo l'aspetto più importante e più promettente che presenta l'applicazione di cui parliamo; tanto più per il nostro Paese, che difetta di combustibili. Gli è naturale quindi, che il problema abbia sempre interessato altamente non solo gli specialisti, ma in genere tutti quelli che si occupano o si interessano di industrie.

Nella storia dello sviluppo di questa parte dell'elettrotecnica si sono avuti tre momenti che fecero nascere grandi speranze, non completamente esaudite dai fatti. Alludo all'esperienza Fontaine (1873), a quelle di Marcel Deprez (1885), alle più recenti di Francoforte (1893).

Nonostante i grandi progressi compiuti, specialmente utilizzando il campo magnetico girevole scoperto dal nostro prof. Ferraris, la soluzione pratica e generale del problema non è ancora compita e sopratutto relativamente al trasporto a grandi distanze, il più importante per l'industria, ci troviamo ancora di fronte a serie difficoltà tecniche e finanziarie, che limitano l'applicabilità del sistema.

Talvolta è ancor oggi più conveniente acquistare, installare ed esercire una potente macchina a vapore, economica, come l'hanno ridotta i perfezionamenti meccanici moderni, che sobbarcarsi alle spese necessarie per utilizzare rimunerativamente una lontana caduta di

acqua gratuita.

Ingegneri ed industriali, che si occupano di altri rami dell'industria, hanno qualche volta interesse di conoscere lo stato della questione, e questo articolo ha appunto lo scopo di esporla in modo semplice e breve, senza entrare in dettagli, che non sarebbero del caso e procurando di non ripetere quanto è contenuto in altri articoli di elettro-tecnica, che fanno parte dell'Enciclopedia.

Una Bibliografia abbastanza dettagliata facilita al lettore, che volesse studiare meno superficialmente il problema, la ricerca di libri e lavori da consultare. — Di alcuni di questi mi sono servito largamente nella compilazione del presente articolo.

1. Trasmissione elettrica dell'energia meccanica.

La trasmissione elettrica dell'energia ha in generale lo scopo di ottenere in una data località dove sia utile, la maggior parte possibile dell'energia sviluppata in altra località, nella quale per ragioni diverse non sia opportunamente utilizzabile.

L'energia così trasportata, sotto forma di corrente elettrica, può essere utilizzata per operazioni elettrochimiche, per dare luce, calore, movimento. - È solamente di quest'ultima applicazione che tratterà, come

lo indica il titolo, il presente articolo.

Uno dei casi più frequenti che si presentano, consiste nel voler trasmettere in stabilimenti industriali o nelle città, l'attività disponibile in una caduta d'acqua situata in luoghi poco accessibili o lontani da vie di comunicazione e dove quindi non sarebbe consigliabile l'impianto di uno stabilimento.

La trasmissione può farsi, consentendolo la distanza, per mezzo di funi telodinamiche, che si appoggiano ad una serie di opportune pulegge, o per mezzo di acqua

o di aria compressa.

La corrente elettrica si presta in modo meraviglioso a questa applicazione, che si realizza essenzialmente nel

modo seguente:

Una macchina dinamo elettrica è messa in moto opportunamente da un motore: essa produce corrente elettrica che, trasportata da fili di convenienti dimensioni, viene utilizzata a distanza da altra dinamo (detta ricettrice o elettro-motore) nella quale la corrente prodotta dalla generatrice induce un movimento di rotazione dell'armatura, la cui puleggia funziona quindi da puleggia motrice per trasmettere a macchine operatrici od a contralberi, l'energia meccanica.

Invece di una generatrice se ne possono avere parecchie, opportunamente accoppiate in serie o in parallelo; e parecchie pure possono essere le ricettrici, che attingono la corrente necessaria a metterle e tenerle in moto, dai conduttori alimentati dalle generatrici.

La pluralità delle dinamo ricettrici può utilizzarsi convenientemente anche a breve distanza dalla generatrice, allo scopo di frazionare l'energia di questa.

E cosl che, per esempio, parecchi piccoli stabilimenti vicini possono trovar conveniente anzichè fornirsi ciascuno di una caldaja e di un motore, di stabilire una batteria di caldaje ed un grosso ed economico motore comune, che azioni una dinamo, la cui corrente suddivisa opportunamente faccia muovere una o più ricettrici, in ognuno degli stabilimenti.

Altra applicazione del trasporto elettrico dell'energia meccanica a breve distanza, che va facendosi molta strada, si ha nel sostituire con miglior rendimento la trasmissione elettrica a quella ottenuta ordinariamente da alberi e contralberi, per distribuire a parecchie macchine operatrici di uno stabilimento, l'energia che produce un motore, sia termico che idraulico.

#### 2. Riversibilità delle dinamo.

Il fatto accennato, del movimento assunto dall'organo mobile (induttore od indotto) di una dinamo, che riceve la corrente da un'altra o da qualunque appropriata sorgente di elettricità, è una conseguenza della legge di Lenz e si indica di solito coll'espressione barbara di riversibilità delle dinamo.

È stato scoperto nel 1873 per caso da un operajo del. l'Esposizione di Vienna, che aveva sbagliato una connessione di fili e venne descritto dal dott. Fontaine, che ha avuto il merito di rilevarne l'importanza.

In generale ogni dinamo può funzionare come un elettro-motore: ma non sempre una buona dinamo si trova nelle migliori condizioni per lavorare come motore, poichè alle due applicazioni diverse corrispondono differenti condizioni di funzionamento.

### 3. Leggi della trasmissione.

Quando una dinamo a corrente continua funziona da motore, la rotazione dell'indotto nel campo magnetico sviluppa una forza contro elettro-motrice (fcem) e contraria alla forza elettro-motrice (fem) E della generatrice; se I è l'intensità che percorre il circuito, prescindendo dall'energia dissipata negli attriti, la potenza o attività (lavoro od energia in un secondo) della generatrice sarà:

$$P_{i} = EI \tag{1}$$

e quella del motore

$$P_{o} = eI \tag{2}$$

per la legge di Ohm, R essendo la resistenza totale del circuito

$$RI = E - e \quad I = \frac{E - e}{R}$$
 (3)

Da questa e dalla precedente, si ha:

$$P_2 = e \frac{E - e}{R}$$

ovvero:

$$R P_2 + e^2 - Ee = zero, \qquad (4)$$

che è l'equazione fondamentale del trasporto elettrico dell'attività a distanza.

L'energia termica svolta nel circuito, per la legge di

Joule sarà:

$$RI^2 = (E - e)I$$

$$P_1 - P_2 = RI^2$$
.

Il rapporto fra le due potenze, ovvero il rendimento elettrico della trasmissione, risulta

$$\varrho = \frac{\mathrm{P_2}}{\mathrm{P_1}} = \frac{e}{\mathrm{E}};$$

dipende quindi solamente dal rapporto fra le fem del motore e del generatore (legge di Siemens) ed è indipendente dalla resistenza del circuito.

Il Deprez ha messo in evidenza che ciò equivale alla indipendenza del rendimento dalla distanza. Legge apparentemente paradossale, ma che implica la condizione

che si mantenga costante il quoziente  $\frac{E^2}{R}$ .

Infatti ponendo nella (4) invece di e il suo valore e E,  $\rho E^2 = R P_2 + \rho^2 E^2$ 

si ha:

$$\rho E = R P_2 + \rho E$$

$$\rho = \frac{R}{E^2} \cdot P_2 + \rho^2,$$

dalla quale emerge, come si possa trasmettere la stessa quantita di lavoro P2 col medesimo rendimento p, qualunque sia il valore di R purchè E cresca come VR; essendo costante il rendimento, e varietà nello stesso rap-

porto e l'intensità  $I=\frac{E-e}{R}$  sarà proporzionale a  $\frac{I}{\sqrt{R}}$ , onde il prodotto  $RI^2$ , che

rappresenta l'energia perduta, non varierà.

Se R non dovesse aumentare colla distanza, occorrerebbero conduttori sempre più grossi, quindi meno economici; d'onde risulta che per effettuare una trasmissione elettrica in condizioni economiche, occorre impiegare elevate fem e piccole intensità di corrente, cosa che si deduce anche riflettendo che l'effetto Joule dipende dall'intensità della corrente e dalla resistenza del conduttore. — Ne consegue, che la perdita della linea può essere ridotta indefinitamente, ove indefinitamente cresca la tensione della dinamo; la qual cosa naturalmente è limitata da ragioni costruttive e pratiche.

Dalla legge di Siemens risulta che il rendimento elettrico tende ad essere massimo (eguale all'unità) quando le due forze elettromotrici tendono ad essere eguali; ma in tal caso la potenza trasmessa e quella utilizzata diven. gono piccolissime, perchè diminuendo il valore di  $\mathrm{E} - e$ diminuisce quello di I. La potenza utilizzabile può divenire tanto piccola da bastare appena, nel caso pratico, a vincere le resistenze passive, in modo che riesca impossibile attingere forza dal motore. Evidentemente in tal caso il rendimento industriale del sistema sarebbe nullo, pur essendo massimo quello elettrico teorico. Che se invece si supponesse nulla la fcem, ovvero se il motore stesse fermo, il rendimento del sistema sarebbe nullo, ma diverrebbe massima l'intensità della corrente e con essa la potenza generata.

Dalla equazione (4) prendendo la derivata di P. rispetto ad e ed eguagliando a zero, si ottiene la condizione di potenza utile massima data da:

$$e = \frac{E}{2}$$

e la potenza utile massima sarà:

$$P_{2 \max} = \frac{E^2}{4 R};$$

si ha così la legge di Jacobi, che si può esprimere dicendo che la potenza utile è massima quando la forza elettromotrice del motore è metà di quella della generatrice, oppure quando il motore gira con tale velocità, che la corrente acquisti una intensità metà di quella che si avrebbe ove il motore fosse tenuto forzatamente fermo. In tal caso il rendimento è di 0,50. Si può ottenerlo migliore ed in pratica lo si ottiene molto migliore, per la economia del sistema, diminuendo la potenza trasmessa.

Riassumendo, il rendimento cresce colla velocità del motore; la potenza utile comincia da zero (e=o), passa

per un massimo  $\left(e=rac{\mathrm{E}}{2}
ight)$  corrispondente alla metà della potenza generata (rendimento 0,50), poi decresce fino a zero (e = E).

Ma non è da confondere il rendimento della massima potenza teorica, col rendimento della massima potenza che si utilizza nella pratica, nè col rendimento massimo possibile.

## 4. Perdita nella linea.

Si è supposto, che la intensità della corrente resti costante nel circuito; cosa che in pratica non avviene sempre, essendo difficile evitare perdite, specialmente quando è elevata la tensione e lunga la linea. In tal caso bisogna ammettere invece che l'intensità I, prodotta dal generatore, sia maggiore di quella I2 che percorre il motore. La perdita di potenza rispetto al generatore sarà:

$$e_1 (I_1 - I_2)$$

 $e_{\mathbf{1}}$  essendo la differenza di potenziali ai morsetti del generatore.

Rispetto al motore, la perdita agisce nel senso di diminuire la corrente disponibile alla stazione di arrivo e di ridurre la differenza di potenziale ai morsetti del motore  $(e_2)$  al disotto del valore corrispondente ad  $I_2$ . E siccome la differenza di potenziale tra i due conduttori in causa della perdita lungo la linea, non è costante, ma diminuisce coll'avvicinarsi all'estremità della linea, la differenza  $I_1 - I_2$  non si trova colla semplice applicazione della legge di Ohm, ma esige un calcolo in cui entra oltre alla resistenza della linea ed all'intensità, la resistenza di isolamento. Il Kapp viene alle seguenti due formole approssimate:

$$I_1-I_2=\left(\frac{e_1+e_2}{2}\right)\frac{\mathrm{I}}{\varrho_{t'}}\cdot\frac{e_1-e_2}{\varrho\,I_1}$$

in cui  $e_1$  è la differenza di potenziale del generatore,  $\rho_\ell$ ' la resistenza totale d'isolamento della linea,  $\rho$  la resistenza della linea.

Se la resistenza di isolamento è assai elevata e debole invece quella della linea, la perdita sarà espressa con sufficiente approssimazione da:

$$I_1-I_2=\left(rac{e_1+e_2}{2}
ight)rac{\mathrm{I}}{e_{t'}}\cdot$$

#### 5. Rendimento industriale di una trasmissione.

È il valore che praticamente ha maggiore importanza e che si deve rendere massimo nello studiare una trasmissione di energia.

È il prodotto del rendimento industriale del generatore, del motore e della linea.

Seguendo il ragionamento di Kapp, chiamiamo  $\gamma$  quella quantità di corrente necessaria a vincere la resistenza passiva del motore, fatta astrazione dalla resistenza esterna e che si può ammettere costante per ogni velocità del motore, ossia quella minima corrente necessaria a tenere in moto, a vuoto, il motore. Allora la corrente corrispondente alla potenza utile del motore sarà:

$$\frac{E-e}{R}-\gamma$$
.

Ammettiamo pure che i sia la minima corrente che moltiplicata per la fem interna del generatore rappresenti la potenza meccanica assorbita dalle resistenze passive di questo.

Avremo pel generatore la potenza assorbita:

$$P_1 = (I_0 + i) E$$

e pel motore quella prodotta

$$P_2 = (I_2 - \gamma) e$$
.

Il rendimento commerciale n del sistema sarà:

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{P_2}}{\mathbf{P_1}} = \frac{I_2 - \gamma}{I_2 + i} \cdot \frac{e}{E}$$

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{I} - \gamma}{I - i} \frac{e}{E + \mathbf{R}I}$$

ed anche

essendo R la resistenza totale, che si ottiene dalla

$$E = e + RI$$
.

Importando che n si renda massimo, si vede che in primo luogo deve essere massima la fem E; supponiamo che E sia appunto il massimo compatibile colle condizioni meccaniche e elettriche della generatrice; sarà quantità costante, mentre le variabili sono la intensità I e la cfem e del motore.

Se questo gira lentamente e è piccolo, una intensità forte lo percorrerà e forte sarà la perdita nella linea e

nelle due dinamo per l'effetto Joule. Se il motore gira troppo presto la sua *efem* ridurrà la intensità e con essa la potenza utile, di modo che si ridurrà il rendimento industriale. Per trovare la intensità e la *fem* che lo rendono massimo eguaglieremo a zero le derivate rispettive ed avremo per l'intensità:

$$\frac{dn}{dI_2}$$
 = zero

e per la fem

$$\frac{d\eta}{de}$$
 = zero.

Eseguendo si ottiene:

$$I_{2} = -i + \sqrt{i^{2} + \frac{E}{R}(i + \gamma) + i\gamma}$$

$$e = E + Ri - \sqrt{R^2 i^2 + R^2 i \gamma + ER(i + \gamma)}$$

che si applicheranno nella pratica. Sia così, un generatore capace di sviluppare la corrente di 20 ampère a 1000 volt col rendimento industriale di 0,80; e sia di 5 ohm la resistenza interna, la differenza di potenziali ai morsetti sarà (per la potenza massima)

$$1000 - (20.5) = 900 \text{ volt}$$

e la potenza assorbita:

dei quali 2500 rappresentano la potenza necessaria a vincere gli attriti meccanici e le resistenze elettriche e magnetiche della dinamo. A 1000 volt questa potenza corrisponde alla corrente di 2,5 ampère. Un analogo ragionamento applicato al motore, dia —  $p \cdot e - 1$ , 5 ampère; si avrà:

$$i=2,5$$
  $\gamma=1,5$ 

Sia di ohm 3,85 la resistenza della linea e di ohm 3 quella del motore; sarà la resistenza totale

$$R = 11.85 \text{ ohm.}$$

L'intensità, che rende massimo il rendimento industriale sarà:

e risulterà:

$$e = 809$$
 volt.

Il rendimento industriale massimo risulta:

$$n = \frac{16,1-1,5}{16,1+2,5} \cdot \frac{809}{1000} = 0,67.$$

La potenza utile effettivamente svolta dal motore è data da  $\frac{809}{736}(16,1-1,5) = 16 \text{ cavalli.}$ 

Facendo variare il carico del motore in modo che la sua velocità e con essa la *cfem* vari, in più o in meno dagli 809 volt trovati, il rendimento diminuirà; e si avrà p. es.

cfem	Intensità	Rendimento industriale	Potenza utile in cav.
733	ampère 22, 2	65, 4	20,5
809	16, 1	67	16
898	8,9	60, 3	8,8

d'onde si vede anche, come possa la potenza variare entro larghi limiti pur decrescendo di poco (ma sempre decrescendo) il rendimento, e dando al sistema di trasmissione elettrica, come osserva opportunamente il Kapp, che attribuisce la massima importanza a questa proprietà, una grande elasticità.

#### 6. Economia della conduttura.

Una conduttura sottile implica rilevanti perdite nella linea per l'effetto Joule; ma coll'aumentarne le dimensioni ne cresce il costo; e può arrivarsi al punto che l'interesse del maggior capitale speso per la linea superi il valore annuo della maggior perdita che si avrebbe avuto riducendo la sezione del conduttore. Tra gli estremi vi sarà il valore migliore, quello cioè che cor-

risponde all'economia del sistema.

Il prof. W. Thomson (1881) ha trovato che la sezione più economica del conduttore è quella per la quale l'interesse annuo del capitale di impianto eguaglia la spesa annua in energia assorbita (1). Il che è però solamente applicabile al caso pel quale il capitale di installazione sia esattamente proporzionale al peso del metallo contenuto nel conduttore; ciò che non ha luogo in pratica, perchè, siano i rivestimenti isolanti e la messa in opera di un conduttore sotterraneo, siano i pali, gli isolatori, la messa in opera di un conduttore aereo, non sono proporzionali al peso del conduttore, del filo, che sarà percorso dalla corrente.

Quindi una certa parte della spesa di impianto non dipende dalla sezione del conduttore. Per la discussione di questo tema rimandiamo, oltre che al citato numero, ai lavori di Ayrton e Perry, di Kapp (Lumière élec-

trique, t. 41), ecc.

#### 7. Sezione dei conduttori.

L'economia della conduttura non basta per indicare la sezione che si deve assegnare ai conduttori; infatti nel caso in cui la spesa di impianto avesse ad essere la più piccola possibile, come avviene in un impianto provvisorio, nel quale il rendimento del sistema va posto in seconda linea, si potrebbe essere condotti ad adottare una densità di corrente incompatibile col riscaldamento.

Per stare in limiti pratici ci contenteremo di accennare le seguenti cifre, da considerarsi come limite massimo:

Filo di rame nudo teso tra isolatori all'aria aperta, 6 ampère per mmq.;

Filo di rame coperto da isolante e teso come sopra,

5 ampère per mmq.;
Filo di rame coperto da isolante, teso in ambiente

chiuso, 4 ampère per mmq.; Filo di rame coperto da isolante, racchiuso in tubi

metallici o simili, 3 ampère per mmq.

Per maggiori dettagli rimandiamo al bel libro di Herzog e Feldmann sul calcolo delle reti di conduttori elettrici.

Per le correnti alternate e per quelle rotatorie, in causa dello spostamento di fase, dell'autoinduzione, della distribuzione non costante della corrente nei diversi punti della sezione del conduttore, della capacità elettrostatica, ecc., le condizioni del problema cambiano. Ma la sua discussione ci porterebbe oltre ai limiti di questo articolo, ed anche qui dobbiamo rimandare il lettore ai trattati speciali citati nella Bibliografia.

#### 8. Distribuzione della corrente.

Quando la trasmissione elettrica non ha il solo scopo di trasportare l'energia da una stazione generatrice a quella motrice o ricettrice, ma anche di distribuire la energia a vari punti, come sarebbe nel caso di un trasporto alle diverse macchine operatrici di un opificio od a diversi motori sparsi in una città, allora occorre studiare la distribuzione della corrente anche sotto un terzo punto di vista: Se i diversi motori sono disposti in serie sul circuito, nel qual caso è costante la intensità della corrente che li percorre, la sezione del conduttore risulta costante e si determina in rapporto all'economia della trasmissione ed al riscaldamento dei conduttori.

Ma quando i motori sono in derivazione, entra la terza condizione, per la quale la tensione della corrente ad ogni motore deve essere compresa entro certi limiti abbastanza ristretti. Nel caso pratico infatti, di una distribuzione di questo genere, tutti i motori che si impiegano sono del medesimo tipo e devono quindi funzionare a differenza di potenziale prossimamente costante. Il problema, che si deve risolvere, mira allora allo scopo di avere tale una sezione di conduttori che ogni motore riceva la corrente ad un potenziale compreso fra dati limiti, funzionino o sieno in riposo gli altri motori dell'installazione.

Il problema è analogo a quello che si presenta in una distribuzione per illuminazione elettrica; colla differenza che nel trasporto di energia sono di solito meno numerose le prese di corrente, ma in ognuna di esse è sensibile l'intensità della corrente assorbita e variabile col carico del motore. Nel caso particolare delle tramvie e delle ferrovie elettriche, bisogna inoltre tener conto del continuo cambiamento di posizione dei motori rispetto alla linea. Un accenno al problema è dato nell'articolo ILLUMINAZIONE di questa Enciclopedia, vol. IV; ma per la sua più completa soluzione rimandiamo al Manuale di illuminazione elettrica di E. Piazzoli ed al libro già citato di Herzog e Feldmann.

#### 9. Macchine dinamo elettriche.

Per studiare completamente l'argomento che ci occupa, dovremmo ora intrattenerci del modo di funzionamento delle macchine dinamo elettriche impiegate nelle stazioni generatrici alla produzione della corrente. Rimandiamo invece il lettore all'articolo MACCHINE DINAMO ELETTRICHE, che nel volume quinto (p. 835) tratta in modo esauriente lo studio che dovremmo far qui.

#### II. - MOTORI ELETTRICI A CORRENTE CONTINUA.

10. Senso ed inversione della rotazione. — 11. Potenza e coppia sviluppata da un motore. — 12. Comportamento dei motori diversamente eccitati. — 13. Regolazione dei motori. — 14. Dati industriali relativi ad alcuni motori.

Ci occupiamo solamente delle dinamo funzionanti da motori, tralasciando quegli apparecchi di pessimo rendimento e nessuna importanza industriale, fondati sulle attrazioni esercitate da elettromagneti sopra armature, o sull'azione assorbente esercitata da solenoidi sopra nuclei o simili (2) e che si sono fatti muovere colla corrente prodotta da pile o accumulatori.

## 10. Senso ed inversione della rotazione.

Quando l'armatura di una dinamo a corrente continua, ricevendo la corrente opportuna si mette a girare, bisogna muovere le spazzole finchè lo scintillo sia tolto o almeno attenuato; si riconosce subito che il diametro di commutazione risulta spostato rispetto alla linea assiale dell'induttore, in senso contrario a quello di rotazione.

Ove il senso di rotazione, per necessità pratiche, dovesse invertirsi, ad evitare scintille si avrebbe la necessità dispostare le spazzole in senso inverso al primitivo. Nei motori, in cui sono frequenti gli invertimenti di rotazione, come sarebbero quelli delle tramvie elettriche, si cerca invece che il diametro di commutazione si mantenga fisso nello spazio anche quando varia il senso della rotazione; il che si ottiene col fornire il motore di un così potente campo magnetico, che rispetto ad esso abbia a riuscire praticamente trascurabile la reazione del campo dell'indotto.

Per evitare che le spazzole si guastino col cambiamento della rotazione, si fanno sovente di carbone e si dispongono nel prolungamento di un diametro del collettore, in modo che questo possa egualmente muoversi

in un senso o nell'altro.

Ove poi necessitasse di avere un motore assai leggero, il che è incompatibile con un forte campo magnetico, per rendere praticamente immobile il diametro di commutazione si studia in modo speciale la forma delle espansioni polari, o si adottano induttori multipli, o poli ausiliari.

Vi sono pure degli organi di inversione specialmente studiati per cambiare, contemporaneamente al senso di movimento, la posizione delle spazzole, e sono notissimi quelli di Reckenzaun, che sostituiscono rapidamente una coppia di spazzole ad un'altra, ognuna disposta in modo da applicarsi al collettore nel senso opportuno per la sua direzione.

Il senso di rotazione di un motore (dipendente dalla

legge di Lenz) varia colla sua eccitazione.

Se il motore è in serie, il senso di rotazione è inverso a quello che avrebbe ove funzionasse da generatore, per dare una corrente nel senso medesimo di quella che riceve; il senso si mantiene invece il medesimo quando il motore è eccitato in derivazione. La rotazione dei motori a doppio avvolgimento (compound) è indipendente dalla direzione della corrente, ed ha luogo in uno o nell'altro senso, secondochè prevale l'avvolgimento in serie o quello in derivazione, perchè le due eccitazioni agiscono in senso contrario una dell'altra.

Per invertire il senso del movimento in un motore sia in serie, che in derivazione, occorre cambiare il senso della corrente o nell'indotto o nell'induttore; cambiandola in entrambi, il senso di rotazione resta immutato: d'onde la possibilità teorica di alimentare un motore in

serie, con correnti alternate.

Prima di invertire il senso della corrente, nell'induttore o — preferibilmente — nell'indotto, per evitare le estracorrenti è opportuno diminuirne gradatamente la intensità della corrente, mediante apposito reostata.

#### 11. Potenza e coppia sviluppata da un motore.

Se i è la corrente, che si divide in due parti eguali, nell'armatura di una dinamo bipolare e se N è il flusso magnetico totale attraverso l'armatura, il lavoro prodotto da una spirale di questa durante un giro completo è dato da:

$$\frac{i}{2}$$
.  $2\mathfrak{N}=i\mathfrak{N}$ .

Se vi sono n fili e se N è il numero di giri per secondo la potenza è data da:

E siccome

$$n N \mathfrak{N} = e$$

$$P = ei.$$

La forza e è di senso contrario alla differenza E di potenziale applicata all'elettromotore, onde si ha:

$$i = \frac{E-e}{r}$$

r essendo la resistenza del motore.

Se C è la coppia sviluppata sull'albero motore, il lavoro per ogni giro sarà  $2\pi C$  e la potenza utile  $2\pi CN$ . Trascurando gli attriti meccanici e magnetici e le correnti di Foucault si può scrivere:

 $2\pi CN = inN$  N

d'onde

$$C = \frac{in\mathfrak{N}}{2\pi}$$

## 12. Comportamento dei motori diversamente eccitati.

a) Motore in serie. — Se un motore in serie è applicato ad una distribuzione in serie (corrente costante)

dalla C $=\frac{in\mathfrak{N}}{2\pi}$  risulta che il flusso di forza e la coppia

motrice rimangono costanti a qualunque velocità.

Il motore non si metterà in movimento, che quando la coppia resistente è inferiore a quella motrice; se durante il lavoro la carica cresce, la velocità diminuirà: se la carica diminuisce, la velocità aumenterà fino a raggiungere quella nuova velocità, che corrisponde allo equilibrio tra la coppia motrice da un lato e la coppia resistente dall'altro.

Se il motore è applicato ad una distribuzione in derivazione (a potenziale costante) quando esso è fermo (cioè quando non sviluppa forza cem) sarà massima la corrente che lo attraversa; saranno massimi pure per conseguenza il flusso  $\mathfrak V$  e la coppia motrice.

Per limitare la intensità della corrente, che potrebbe assumere valori incompatibili colla sezione dei fili formanti l'indotto, si interpone una resistenza, spesso a liquido, che si va eliminando poco a poco a misura che la velocità e quindi la fcem del motore crescono.

Alla messa in moto, se la coppia resistente non supera quella motrice corrispondente alla corrente iniziale, limitata dal reostato, il motore comincia a muoversi e la velocità cresce sino all'equilibrio fra le due coppie. La forza cem cresce colla velocità, diminuendo quindi l'intensità della corrente, il flusso magnetico e la coppia C. Quando le resistenze si riducono agli attriti del motore, la velocità cresce sinchè la contro fem risulti quasi eguale alla fem; e siccome il campo magnetico diminuisce coll'intensità della corrente, la velocità può crescere incompatibilmente colle condizioni di sicurezza del motore, specialmente nei motori abbastanza grandi, nei quali le resistenze passive non sono (come nei piccoli motori) relativamente grandi.

D'onde la preferenza che si dà ai motori in derivazione, quando sono in condizioni pratiche tali, da dover lavorare talvolta a vuoto o poco caricati.

b) Motori in derivazione. — Bisogna tener conto della corrente:

$$id = \frac{E}{d}$$

che percorre gli induttori di cui  $\alpha$  è la resistenza. Se la distribuzione è in serie, la corrente derivata negli induttori comincia coll'essere assai piccola, data la poca resistenza dell'armatura e debolissimi riescono il flusso  $\mathfrak{N}$  e la coppia C.

Quando l'armatura gira a vuoto, la contro fem che si genera, fa aumentare rapidamente la differenza di poten-

ziali ai morsetti del motore; quindi gli induttori vengono percorsi da corrente mano mano più intensa, che fa aumentare il flusso e la coppia, in modo che il motore resta capace di vincere gli sforzi resistenti.

Qualora fosse necessario che il motore si avviasse col carico anzichè a vuoto, si rende necessario di inserire una resistenza tra linea ed armatura, in modo che si accresca l'eccitazione iniziale degli elettromagneti; col generarsi ed aumentare la contro fem questa si sostituisce alla resistenza, che si va eliminando con apposito

regolatore.

Avviene l'inverso quando la distribuzione è in derivazione: in questo caso infatti, per la costanza del potenziale ai morsetti del motore, la corrente id, nei magneti, si mantiene costante e la coppia motrice, massima all'avviamento, va diminuendo col crescere della velocità per la diminuzione della corrente i, mentre il flusso rimane quasi costante; la diminuzione della coppia motrice colla velocità è quindi meno sentita, che nel caso del motore in serie, dove corrente e flusso diminuiscono insieme.

Anche qui occorrerà servirsi di un reostata per l'avviamento, onde evitare che l'armatura sia percorsa da corrente troppo intensa. Si vede che a velocità crescente corrisponde minor consumo di corrente e minor lavoro.

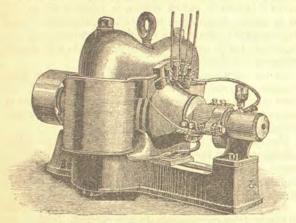


Fig. 1302.

Il motore in queste condizioni regola automaticamente la sua velocità, che quasi non risente la differenza dei carichi; lo si rileva considerando la contro fem il cui valore è:

$$e = n \, \mathbb{N} \, \mathfrak{I} = E - i r$$

$$\mathbb{N} = \frac{E - i r}{n \, \mathfrak{I}}$$

d'onde

entrambi i termini di questa espressione diminuiscono. benchè non egualmente, col crescere l'intensità della corrente nell'indotto, poichè il flusso 97 diminuisce in causa del flusso antagonista dovuto all'indotto. Quindi il numero dei giri N varia poco colla corrente, la cui intensità è sensibilmente proporzionale alla coppia motrice.

E una proprietà preziosa, che rende il motore in derivazione disposto sopra una distribuzione a potenziale costante assai atto ad applicazioni domestiche ed industriali, dove facilmente il carico è variabile.

c) Motori ad eccitazione mista. - Fra i differenti sistemi adottabili e proposti, si distingue quello applicato dallo Sprague nei suoi noti motori (fig. 1302) applicati a distribuzioni a potenziale costante, nel quale il motore eccitato in derivazione, è munito di un avvolgimento in serie, la derivazione essendo presa ad una spazzola da un lato e dall'altro dopo l'avvolgimento in serie, il quale si trova così tra l'altra spazzola e l'origine della derivazione (lunga derivazione). La corrente nella spirale in serie è diretta in modo (contrariamente a quanto avviene nelle dinamo compound) da indebolire l'eccitazione; cosichè l'azione induttrice risulta differenziale e l'eccitazione diminuisce col crescere l'intensità della

Per l'avviamento occorre sopprimere oppure rove. sciare la corrente nell'avvolgimento in serie, per rista. bilirla normalmente quando il motore ha assunto la

velocità di regime.

Il motore compound alimentato a potenziale costante è eminentemente atto a mantenere costante la velocità col variare degli sforzi. Le spire di eccitazione in serie devono disporsi in modo da smagnetizzare il campo coll'aumentare della corrente, ossia col crescere dello sforzo richiesto al motore, e ciò perchè diminuendosi la contro fem aumenti l'intensità della corrente.

Bisogna osservare, che se gli sforzi resistenti sono troppo variabili, si corre pericolo che pel sopravvento della corrente abbia ad invertirsi la polarità degli

induttori.

L'efficenza di un motore ad eccitazione differenziale è meno elevata di quelli ad eccitazione unica, per la maggior spesa di energia, che ha luogo nell'eccitazione di quelli.

Possono anche costruirsi motori compound i cui avvolgimenti agiscano nello stesso senso, nel qual caso la velocità angolare si mantiene costante nel variare, entro

certi limiti, il potenziale ai morsetti.

Rimandiamo a trattati speciali la discussione completa del problema relativo a diversi sistemi di eccitazione compound.

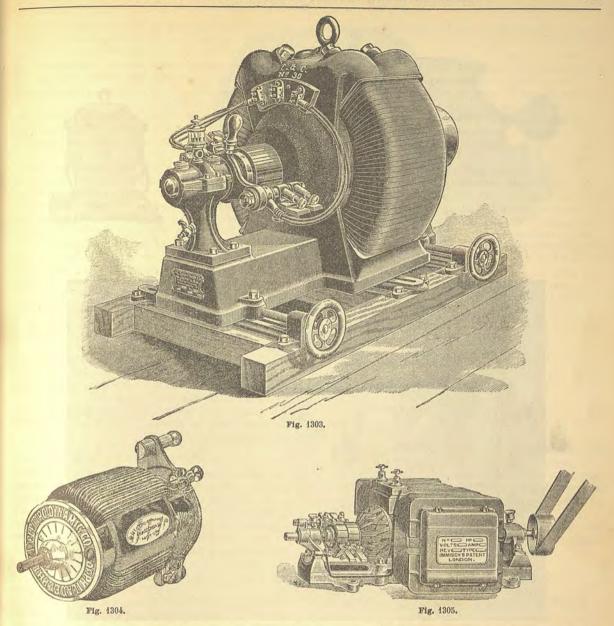
## 13. Regolazione dei motori.

a) Motori in serie. - Se il motore è applicato a distribuzione in serie, il che conviene specialmente per le grandi distanze, si ottiene la regolazione intercalando ai morsetti dell'avvolgimento degli induttori una resistenza variabile, che derivi una maggiore o minore quantità di corrente, modificando l'intensità del campo magnetico.

L'autoregolazione non si può ottenere senza un organo esteriore, che regoli la potenza, perchè non esiste una relazione diretta tra la velocità di un motore e la corrente che circola nel suo indotto. Il Kapp ha dimostrata l'impossibilità di ottenere una regolazione senza ricorrere ad organi esterni, col disporre tre motori in serie, di identica costruzione, in serie sopra un circuito; ha caricato i tre motori in modo che sopportassero uno sforzo resistente il più possibile eguale, ed ha constatato che la minima irregolarità di corrente o di attrito nei freni determinava l'arresto di uno dei motori dapprima, poi del secondo, mentre il terzo assumeva una velocità eccessiva.

La corrente essendo costante, col crescere dello sforzo deve crescere la fem; se il numero dei giri deve rimanere costante, colla fem ai morsetti ossia collo sforzo, deve crescere la corrente di eccitazione, ossia deve crescere la resistenza del reostata in derivazione. Si può dimostrare facilmente, che la corrente di eccitazione deve crescere in maniera più rapida della fem. La variazione della resistenza in derivazione si ottiene automaticamente per mezzo di un reostata comandato da un regolatore a forza centrifuga, mosso dal motore stesso.

Questo sistema è applicato, p. es., ai motori bipolari Thury di potenza inferiore ai 18 cavalli, adottati nell'impianto di Isoverde-Genova della Società dell'acquedotto De Ferrari Galliera: però ad impedire la fuga del



motore in caso di caduta di cinghia è necessario che gli elettromagneti sieno di ferro dolce, senza alcuna parte di ghisa o acciajo, onde non conservino che pochissimo magnetismo residuo.

Nei motori più grandi dello stesso impianto, che sono moltipolari, la regolazione si ottiene invece spostando più o meno l'entrata e l'uscita della corrente degli elettromagneti, che producono un'eccitazione in senso inverso alla normale, in modo che il campo magnetico resti, occorrendo, annullato e anche rovesciato. I regolatori sono a servomotore e la velocità di regime si modifica a mezzo di una leva a contrappeso mobile.

Quando la distribuzione è a potenziale costante, la regolazione si ottiene pure inserendo una resistenza variabile tra il motore e la linea, oppure variando il numero e l'accoppiamento delle spirali di eccitazione. Nel primo caso per mantenere la velocità costante, col crescere dello sforzo bisognerà far diminuire la differenza di potenziali ai morsetti del motore. Si perde però dell'energia, onde conviene meglio il secondo metodo;

si aumenta o diminuisce cioè il numero delle spire induttrici, anche qui per mezzo di un regolatore a forza centrifuga nei motori fissi; mentre in quelli applicati alla trazione elettrica (i quali sono ordinariamente motori in serie) dove si tratta di modificare a piacere la velocità, si suole far variare non solo il numero delle spire, ma anche il loro aggruppamento, per mezzo di un regolatore a mano.

Quando si vuole una velocità maggiore, il motore dovrà sviluppare una potenza maggiore, avvicinandosi

a quella massima, che si ha quando  $e=rac{E}{2}$ .

Se  $e>rac{E}{2}$  (cosa che in pratica avverrà sempre) per

aumentare il lavoro dovrà ridursi e, il che si ottiene riducendo il campo, poichè la velocità deve aumentare e l'armatura è sempre la medesima; quindi col crescere lo sforzo e la velocità richiesti al motore, i regolatori devono manovrarsi in modo da afflevolire il campo

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 97.

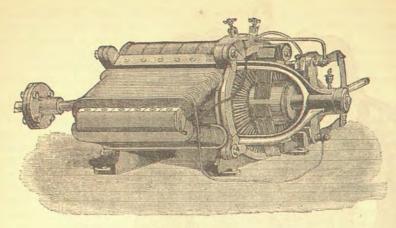


Fig. 4306.

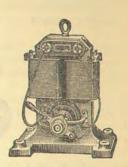


Fig. 4307.

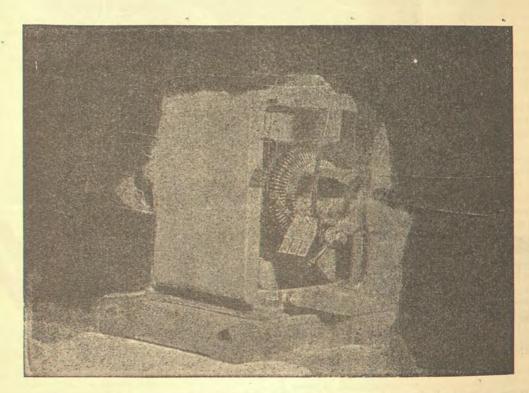


Fig. 1308.

magnetico. Condizione apparentemente paradossale. Ma l'affievolimento del campo magnetico diminuisce la contro fem, ed aumenta quindi la intensità della corrente, con che si aumenta il lavoro sviluppato e quindi la velocità.

b) Motori in derivazione. — Se la distribuzione è in serie, si munisce il circuito del campo di una resistenza variabile, che si manovra, sia a mano, sia per mezzo di regolatore a forza centrifuga.

Crescendo lo sforzo del motore, aumenta la fem ai suoi morsetti e perchè la velocità rimanga costante deve aumentare il flusso magnetico, diminuendo la resistenza addizionale del campo.

Se la distribuzione è in derivazione, il motore, come si è visto, è quasi autoregolabile, e la resistenza di cui si munisce l'armatura serve, più che per la regolazione, per limitare la corrente all'avviamento.

# 14. Dati industriali relativi a motori a corrente continua.

Come per le dinamo, così pei motori elettrici vi sono innumerevoli forme, tra le quali tendono ad essere preferite quelle a forti espansioni polari; in generale però si può dire che quasi tutte le forme tipiche delle dinamo vennero pure adottate pei motori.

La fig. 1303 rappresenta il motore della General Electric Co di New-Jork; la fig. 1304 il piccolo motore Griscom, che ebbe molta diffusione specialmente in America.

La figura 1305 rappresenta il motore Immisch e la fig. 1306 quello di Reckenzaun, entrambi inglesi.

La fig. 1307 rappresenta un piccolo motore dell'A. E. G.; la figura 1308 l'ottimo motore Schuckert; la fig. 1309 un grosso motore Oerlikon da 250 cavalli.

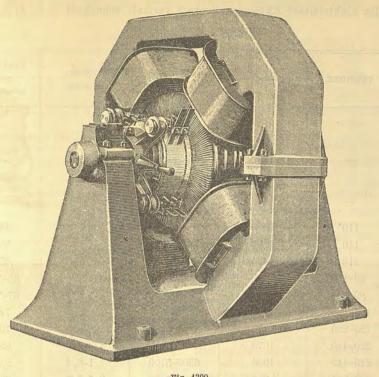


Fig. 1309.

Il rendimento dei motori non differisce, a parità di costruzione, da quello delle dinamo, se si tratta di macchine di una certa potenza; ma le piccole dinamo hanno rendimento assai migliore usate come motori che come generatori; differenza che dipende da una reazione dell'indotto più debole nei motori e da circostanze che affettano l'eccitazione dei generatori; le superficie polari nelle piccole dinamo, sono piccole rispetto all'intraferro la cui resistenza magnetica riesce, relativamente, assai grande; la forza magnetizzante deve essere quindi pure grande e può avvenire che l'energia necessaria a produrre l'eccitazione sia uguale o superiore a quella che può fornire l'armatura. Nel qual caso la dinamo non genererà corrente, mentre potrà funzionare facilmente da motore.

Per dare un' idea del peso e del rendimento dei motori, trascriviamo alcune tabelle ricavate da cataloghi industriali:

## Motori della Ditta Belloni e Gadda di Milano.

N.	Giri al 1'	Peso Kg	Watt	Forza sviluppata cavalli	Prezzo appros- simativo in lire
1	2400	25	225	1/4	150
2	2100	50	450	1/2	250
3	1950	90	900	1	350
4	1800	140	1800	2	460
5	1560	250	3500	4	660
6	1350	350	5300	6	840
7	1100	560	8500	10	1200
8	1000	700	11800	14	1450
9	900	1100	18400	22	2000
10	800	1600	33000	40	3200
11	700	2600	56000	68	5000
12	600	4000	82000	100	6600

#### Motori delle officine elettrotecniche Nazionali

(Ing. Einstein, Garrone e C., in Pavia).

Motori bipolari a corrente continua, tipo 7 R.

Gran- dezza					Potenza in Watt	Giri al minuto	Prezzo appros- simativo in lire
		Mary III	_ An - 800		2.14		
06	2	0,5	550	2200	450		
02	2	1,0	1000	2000	550		
0	2	2,5	2200	1750	700		
1	2	3,8	3300	1600	850		
2	2	7,0	6000	1350	1100		
3	2	12,0	10000	1150	1450		
4	2	17,0	14000	940	1750		
5	2	21	17500	850	2150		

Motori della Elektrizitäts Aktiengesellschaft vormals Schuckert et C. di Norimberga (rappresentati dalla fig. 1308).

MODELLO TENSIONE		GIRI AL MINUTO	ENERGIA assorbita	POTENZA in cavalli	EFFETTO utile industriale	PESO NETTO
	7 - 1 - 2 1 1		watts		0/0	Kg.
H						
1		1				
1/15	A DELIVERY	1800	66	1/30	-	10
1/10	e ed e	1600	100	0, 06	-	13
AF						
	110	1800	100	0,06	15	-
1/10	110				45	22
1/5	110	1650	200	0, 15	55	39
1/3	110	1400	350	0, 30	65	48
1/2	80-110	1300	530	0, 50	65-70	72
3/4	80-110	1200	800	0,80	67-72	97
1	135-220	1100	1190	1,20	74	115
2	135-220	1100	2600	2,80	79	215
3	220-440	1070	3900	4, 3-3, 9	82	325
6	220-440	1030	6300-5700	7, 1-6, 4	83	430
8	300-500	950	8300-7500	9, 6-8, 7	85	615
10	300-600	850	10400-9400	12-11	86	815
15 (2 poli)	350-600	750	15900-12900	19-15	86	1100
15 (4 poli)	135	750	15900-12900	19-15	86	900
21	250-600	720	21800-17700	26-21	87	1330
30	260-600	680	30900-24900	37-29	87	1900
40	270-700	640	41000-33000	49-39	88	2130

Per potenze superiori il rendimento aumenta ancora.

	Motori del	la Allgemeine E	lektrizitäts Ges	sellschaft di Be	rlino.	
S 1	60-105	1700	140	1/16	-	14
S 2	60-105	1100	260	1/8	_	23
S 3	60-105	2100	305	1/4	-	32
S 5	60-105	1900	525	1/2		50
S 10	60-105	1700	1000	1	-	85
S 50	60-500	850-1150	5400-5530	6	-	400
S 100	60-500	925-1050	8750-8700	10	-	670
NS 15	105-500	1600-1800	1950-1500	2-1,5		220
N S 20	105-500	1390-1520	2800	3	-	445
N S 30	105-500	1250-1450	5200	6	-	560
NS 100	105-500	1175-1250	10400	12	Mr. Daniel	1075
G 150	120-440	790-900	18600-16300	22-19	-	1450
G 400	120-440	630-600	37200-33800	45-40	-	3400
G 600	120-360	480	73300	90	-	3960
T G 150	120-220	880	18600-17850	22-21	-	960
T G 400	120-220	610	49500-45500	60-55	N -	1950
T G 800	120-220	345-340	98000-90000	120-110	131 -101	3000

## Motori della Ditta Ing. Morelli, Franco e Bonamico di Torino.

		1								
Tipo	$\mathbf{M}_{0}$	M <sub>1</sub>	$M_2$	M <sub>3</sub>	$M_4$	$M_5$	N <sub>1</sub>	$N_2$	$N_3$	N <sub>4</sub>
Forza di cavalli sull'albero	1,8	3,5	6,5	10	15	20	25	36	50	70
Velocità (giri al l')	1800	1700	1600	1200	1100	1000	900	800	700	600
Peso in Kg. Ca	250	350	450	550	800	1200	1500	2000	2500	3000
Prezzo in lire	800	950	1200	1600	2200	2800	4000	4600	6000	-

## Motori del Tecnomasio Italiano, Milano (Ing. B. Cabella e C.).

		(Ing. B. Ca	bena e c.j.		
	Teu-	Intensità	Velo	Potenza	
Tipo	volt	ampère	normale	ridotta	cavalli
TVN (bipolari)	110	10	1900	1300	1, 5
TVN1	>>	13	1300	-	1,75
TVOO	>>	18	1600	1300	2,5
TV001	>>	25	1600	-	3, 30
TVO	>>	36	1200	800	4,5
TVO1	>>	50	1250	=	6,0
TVA <sup>3</sup>	>>	60	1200	800	7,5
TVA1	>	80	1100	800	10
$TVA^2$	>>	100	1000	750	12,5
TVA <sup>4</sup>	>>	100	\$50	600	12,5
TVB	»	130	950	600	16,5
TVB1	>>	160	950	600	20
$TVB^2$	>>	180	950	600	23
$\mathrm{TVC}^{35}$	>>	220	900	600	30
TVC <sup>45</sup>	*	220	700	500	30
TVC <sup>46</sup>	>>	250	800	600	35
TVE	>	300	650	450	40
TVD	>>	325	500	400	45
TVD1	>>	400	500	400	50
TVF	»	500	450	350	65
TVG	>>	700	450	300	90
QP	65	100	300	_	8
(multipolari)		150	200		12
»	*	150	300	MZ	N. E.
»	*	200	300	No fill	16
>>	*	300	250	-	24
»	110	100	300	01	13, 5
»	>>	200	300		40
»	>>	300	300		
»	*	400	300		54 67
»	*	500	300	400	1000
*	*	100	600	400	13, 5
»	>	250	600	400	A COLUMN TO THE REAL PROPERTY.
*	*	350	600	400	47
*	>>	400	400	300	53
» SP	»	500	400	300	67
	*	800	300	200	110
>>	*	1000	200	150	130

### III. - MOTORI A CORRENTE ALTERNANTE.

 Motori sincroni. — 16. Motori asincroni. — 17. Motori a campo magnetico girevole. — 18. Motori sincroni ad avviamento spontaneo. — 19. Differenza tra il motore Ferraris e quello Tesla. — 20. Motori del tipo Brown.

Per trasmettere economicamente a grande distanza la corrente elettrica è necessario adottare delle tensioni elevatissime, alle quali in generale si prestano male i motori a corrente continua, per la difficoltà dell'isolamento delle macchine e per i loro collettori.

Le correnti alternate permettono di avere dinamo senza collettori e di adottare dei trasformatori, i quali elevano la tensione della corrente prodotta dalla generatrice, perchè possa percorrere la linea con intensità ridotta e la abbassano prima che venga utilizzata dai motori. Cosicchè, mentre generatori e motori non sono a tensioni elevate, il che permette di costruirli più economicamente e di maneggiarli più facilmente, la trasmissione ha luogo in modo economico.

#### 15. Motori sincroni (a campo costante).

Sono le solite dinamo a corrente alternata, di cui si utilizza il principio di riversibilità; il campo magnetico è costante, dovuto sia ad una corrente continua separatamente prodotta, sia ad un opportuno raddrizzamento della corrente alternata.

E noto però, che gli alternatori usati come generatori forniscono una energia variabile durante la rotazione; così adoperandoli come motori, è variabile periodicamente la coppia motrice sviluppata, il che determina durante una rivoluzione, una serie di punti morti. Per avere un'idea della possibilità di una trasmissione di energia tra due alternatori a campo costante, consideriamo un galvanometro ordinario nel quale si mandino delle correnti alternate: le impulsioni sull'ago, mantenuto a posto, saranno energiche, egualmente in un senso o nell'altro; ma supponiamo che dopo un'impulsione. l'impulsione contraria non sia mandata che quando l'ago avrà oltrepassata la posizione dello zero: in questo caso la seconda, aumenterà le velocità dell'ago; così ritardando la terza impulsione fino a che l'ago abbia ripassata la posizione neutra, la velocità di questo sarà ancora aumentata. Questa forma elementare del problema dimostra che la rotazione dell'ago, che funge da ricettrice, è indeterminata, dipende dalla sua posizione rispetto al punto neutro nel momento in cui si produce la prima impulsione, mentre le successive devono seguirsi in modo da aumentarne la velocità.

Ritornando all'alternatore, che riceve una corrente alternata mentre il suo campo è eccitato, si renderà necessario che la messa in moto avvenga a vuoto e inoltre (almeno per macchine di una certa potenza) che l'avviamento si faccia a mano o con altro mezzo esterno, come nei motori a gas.

Le reazioni della corrente alternata sul campo magnetico in certe posizioni dell'armatura tendono ad accelerare il movimento, in altre a ritardarlo. E quando

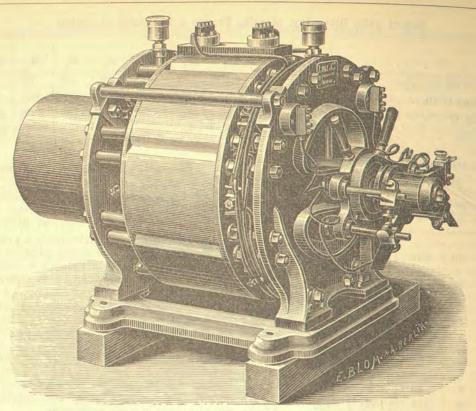


Fig. 4310.

la velocità acquistata sarà tale che la somma delle reazioni favorevoli superi quella delle contrarie, si stabilirà l'equilibrio e la velocità di regime sarà funzione del periodo della corrente sviluppata dalla generatrice; generatrice e ricettrice si muoveranno allora sincronicamente e la regolazione automatica della velocità che in altri motori è un desideratum, qui rappresenta invece una condizione essenziale di funzionamento e costituisce una delle più belle proprietà di questo motore. Quando la velocità di regime è raggiunta, si può caricare gradatamente il motore; ma se il carico è troppo forte il motore si rallenta, perde la fase e si arresta. Per evitare in certo modo questo inconveniente, il Kapp stima prudente di adoperare normalmente il motore per una potenza che sia 2/3 di quella che potrebbe dare. La qual cosa però si traduce nell'adoperare un motore molto più grande, epperò più costoso, di quello che sarebbe strettamente necessario.

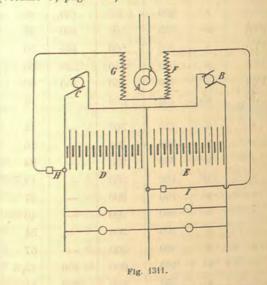
L'applicazione di pesanti volani riduce a minor proporzione il difetto, eguagliando ad un certo punto la variabilità del carico. Se ne trova un'applicazione nell'impianto di Intra eseguito dalla Società Edison di Milano con motori sincroni Ganz, i cui risultati pratici per carichi variabili, lasciano però a desiderare.

Diversi metodi vennero proposti finora per mantenere il sincronismo, ma non hanno dato dei risultati pratici abbastanza soddisfacenti per mettere il motore sincrono in condizioni analoghe a quelle degli altri motori elettrici.

Quando per un sovraccarico accidentale il motore tende a fermarsi, annullandosi la contro fem, l'intensità della corrente può assumere valori troppo forti, onde si rende opportuno un organo, che possa staccare il motore dalla relativa trasmissione quando il carico cresce oltre un certo limite, perchè quello possa continuare a girare a vuoto, sincronicamente.

Però, la energica autoinduzione degli alternatori a ferro limita l'accennato difetto; nei motori Ganz, per es, la intensità della corrente a motore fermo non è il doppio di quella che si ha a motore in velocità di regime.

Tra i motori sincroni sono classici quelli di Ganz (fig. 1310) e Mordey già descritti in questa *Enciclopedia* (volume V, pag. 1064).



A Cassel (Hess) a 6 chilom. l'uno dall'altro, due alternatori Kapp da 60 chilowatt, funzionano rispettivamente da generatrice e da motore; quest'ultimo è accoppiato ad una dinamo che fornisce corrente continua ad una batteria di accumulatori adoperata per l'illuminazione di Cassel. I gruppi di alternatori sono due e funzionano anche in parallelo; sono quindi due anche le

dinamo a corrente continua, montate in serie per formare una distribuzione a tre fili. L'avviamento è fatto dalle dinamo a corrente continua, che attingono dagli accumulatori la necessaria corrente. L'impianto, dovuto all'ingegnere Miller, è stato eseguito nelle officine di Oerlikon e rappresenta uno dei migliori esempi di trasmissione elettrica dell'energia a mezzo di motori sineroni. La fig. 1311 ne dà lo schema.

#### 16. Motori asincroni (a campo alternante).

Si è già visto come teoricamente un motore in serie (come del resto anche un motore in derivazione) possa essere alimentato da correnti alternate. Il senso della corrente cambiando contemporaneamente nell'induttore e nell'indotto, il motore resta autoeccitatore e la sua velocità non ha alcuna ragione di dipendere dalla fase della corrente che riceve, d'onde il nome di asincrono, che si applica a questi motori; per conseguenza il motore si avvierà spontaneamente.

Senonchè le correnti di Foucault prodotte nel nucleo degli induttori dalle rapide inversioni della corrente saranno così intense, da necessitare che i nuclei siano lamellari e formati da sottili lamine. Ciò non ostante, la forte autoinduzione del sistema e le reazioni relative influiranno notevolmente sul rendimento della macchina (sopratutto se il campo è in derivazione) e produrranno così forti scintille al collettore, da rendere

impossibile un funzionamento continuato.

Ove la macchina non comportasse ferro, il motore potrebbe funzionare, dando piccolo lavoro rispetto alla sua massa; ne abbiamo un esempio nei misuratori a motore, come sarebbero i Schuckert ed i Thomson. Gli inconvenienti citati limitano le applicazioni dei motori asincroni, con eccitazione in serie, a lavori piccolissimi,

oppure all'avviamento dei motori sincroni.

Il motore Ganz, del quale abbiamo parlato, è stato modificato in modo da potersi avviare spontaneamente, munendolo di due avvolgimenti, tanto sull'indotto che sull'induttore; uno degli avvolgimenti fa funzionare il motore come motore in serie e lo avvia; raggiunta la velocità di regime, per mezzo di un commutatore si passa la corrente sul secondo avvolgimento ed il motore seguita a funzionare come sincrono.

I motori in derivazione invece non possono essere applicati alla corrente alternata, perchè la differenza di fase che avrebbe luogo fra la corrente induttrice e la indotta darebbe delle reazioni che affievoliscono o an-

nullano la coppia motrice.

Vari metodi sono stati proposti per diminuire i gravi inconvenienti cui sono soggetti i motori in serie asincroni; ma non diedero luogo ad applicazioni industriali; così Mordey e Leblanc hanno adottato delle disposizioni speciali per raddrizzare la corrente degli induttori. E. Thomson dopo aver avviato un motore in serie separa l'armatura dal circuito e chiude le spazzole in corto circuito a convenienti intervalli di tempo, dando luogo a reazioni che si esercitano tra il flusso periodico degli induttori e le correnti indotte, che questo sviluppa nell'armatura e che ne mantengono il movimento.

Pure a reazione è il motore Eschenburg, nel quale però la corrente alternata percorre l'armatura (tipo Gramme) girevole, mentre i magneti sono chiusi in corto circuito per mezzo di una resistenza regolabile; inoltre delle derivazioni vengono prese sul circuito dei magneti (che costituiscono un secondo anello Gramme), il che

permette di regolare il motore.

Stanley e Kelly hanno adottato invece un motore in derivazione, al solito coi nuclei lamellari, nel quale il

numero delle spire induttrici è la decima parte di quelle che si avrebbero in analogo motore a corrente continua; inoltre nel circuito dei magneti si è inserito un condensatore per ridurne la autoinduzione; per ridurre l'autoinduzione dell'armatura, si incastrano nei nuclei dei conduttori paralleli alle spire indotte, costituenti dei circuiti chiusi, aventi i piani paralleli alle linee di forza prodotte dai poli, in modo da impedire la produzione di correnti indotte, dovute alle variazioni del flusso induttore.

La Comp. Helios ha intercalato tra l'indotto ed il collettore una serie di avvolgimenti disposti sopra un anello di ferro (quasi a costituire una seconda armatura) e di direzioni alternativamente contrarie. L'autoinduzione di tali avvolgimenti è nulla pel circuito generale (annullandosi quella di due avvolgimenti vicini) ma si fa sentire sulle correnti indotte dei singoli circuiti, diminuendo l'intensità nell'indotto e le scintille alle spazzole.

#### 17. Motori a campo magnetico girevole.

La difficoltà dell'avviamento e la facilità di fermarsi con un sopraccarico, nei motori sincroni, che pure possono riuscire preziosi in vari casi per la perfetta autoregolabilità; e la mancanza dei requisiti industriali nei motori a campo alternante, costituiva una inferiorità dei motori animati da correnti periodiche. E non è che l'invenzione del campo magnetico rotante, che ha potuto risolvere brillantemente il problema del trasporto a distanza con motori a corrente alternata.

Nel 1885 il prof. Ferraris di Torino, basandosi sull'analogia dei fenomeni ottici ed elettromagnetici e ripensando all'origine della luce polarizzata elitticamente e circolarmente, ebbe l'idea di un campo magnetico girevole o rotatorio, cioè che non si annulla in nessun

istante e la direzione del quale ruota.

Per farcene un'idea, consideriamo un punto dello spazio non occupato da materia magnetica, messo sotto l'azione di un campo magnetico prodotto, p. es., da un rocchetto di fili percorsi da una corrente continua; se all'azione di questo campo aggiungiamo quella di un secondo campo magnetico prodotto, p. es., dall'azione di altro rocchetto, il punto considerato sarà sottoposto all'azione di una forza magnetica, che è la risultante delle due azioni prodotte separatamente da ognuno dei due campi magnetici.

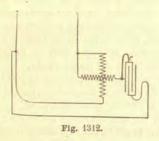
Se le azioni dei due campi sono rappresentate in grandezza e direzione rispettivamente dalle linee OA ed OB (fig. 1625, vol. V) il campo risultante sarà rappresentato in grandezza e direzione dalla risultante OR.

Se le correnti che producono i due campi, invece che continue fossero alternate, cioè se le intensità dei due campi componenti variano in funzione del tempo, anche la risultante OR varierà col tempo ed il punto R descriverà una curva, che sarà chiusa, quando i campi magnetici sono periodici: se poi questi variano colla legge sinusoidale ed hanno il medesimo periodo, allora il campo magnetico risultante varia secondo la legge che si deduce dall'equazione ottenuta eliminando il tempo. Quando il valore angolare della differenza di fase è nullo, l'equazione è quella di una retta passante per l'origine e quindi il campo magnetico risultante è semplicemente alternativo; ma se il valore angolare della differenza di fase invece di essere nullo è, p. es., di 90° (un quarto di periodo) e se sono supposte normali fra di loro le direzioni dei campi, allora l'equazione è quella di una elisse di centro O, onde in tal caso ORè il raggio vettore di una elisse descritta dal punto R; vale a dire che si ha un campo rotante l'intensità del quale non si annulla mai. E se, come caso particolare, le intensità

massime dei due campi magnetici componenti sono eguali fra di loro, l'elisse si riduce ad un cerchio di centro O ed il campo magnetico rotante ha una intensità costante, eguale al valore massimo delle intensità dei due campi componenti, ed una direzione, la quale ruota con velocità uniforme, compiendo un giro in ogni periodo.

Il prof. Ferraris ottenne la differenza di fase necessaria a verificare il principio scoperto, in due modi: l° adoperando due derivazioni distinte prese sul medesimo circuito a corrente alternata, e munite di due resistenze apparentemente eguali, ma costituite essenzialmente l'una da una grande resistenza ohmica e l'altra da una grande resistenza apparente, cioè di autoinduzione; 2° utilizzando per produrre i due campi magnetici alternativi le due correnti primaria e secondaria di un trasformatore, nella spirale primaria del quale si faceva passare la corrente data, nel circuito secondario inserendosi opportuna resistenza.

Le due correnti alternate, spostate di fasi, producevano due campi magnetici alternanti per mezzo di due coppie di rocchetti, in una delle quali le spirali erano in piani verticali, e nell'altra in piani orizzontali (fig. 1627 del vol. V); il campo rotatorio (detto anche campo Ferraris) si metteva in evidenza per mezzo di un cilindro di rame vuoto e chiuso, montato su un albero orizzontale di ferro, il quale assumeva un movimento di rotazione non appena i rocchetti erano percorsi rispettivamente dalle due correnti; invertendo una delle correnti si invertiva tosto la rotazione del cilindretto.



Questa classica esperienza di laboratorio era il punto di partenza dei motori a campo girevole; il cilindro girevole costituiva un motore rudimentale, a correnti alternate, senza spazzole e senza collettore e bentosto lo Schallemberger ne utilizzò il principio nel suo misuratore di correnti alternate, nel quale le due correnti alternate spostate di fase, sono ottenute da unico circuito facendo percorrere alla corrente da misurare un rocchetto nel cui interno (separato da lui) è disposto un anello elittico chiuso su se stesso e fermato obliquamente al rocchetto; nell'anello si genera una corrente secondaria, che agisce insieme alla primaria del rocchetto sopra un dischetto girevole sospeso in mezzo all'anello.

Oltre ai metodi accennati si può produrre lo sposta. mento di fase voluto, con altri mezzi. Così il Blathy nei suoi misuratori adopera due rocchetti, per uno dei quali passa la totalità della corrente mentre l'altro (a filo fine) è attraversato da una derivazione opportuna. Hutin e Leblanc intercalano in una delle derivazioni un condensatore, il quale presenta la proprietà di fare anticipare la fase della corrente rispetto alla fem, agendo in senso inverso di una resistenza che presenti autoinduzione (fig. 1312). Stanley e Kelly introducono invece un voltametro in una delle derivazioni.

Ritornando alla fig. 1625 del vol. V, possiamo estendere il ragionamento e supporre che nel punto O si sovrappongano invece di due, n campi magnetici; potremo ottenere l'intensità del campo magnetico risultante componendo, come forze, le intensità degli n campi componenti. E se gli n campi componenti variassero colla legge sinusoidale, avessero lo stesso periodo e la stessa intensità massima, facessero fra di loro un angolo

di  $\frac{\pi}{n}$  gradi e presentassero una differenza di fase il cui

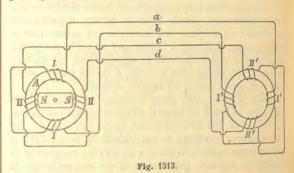
valore angolare fosse eguale a  $\frac{\pi}{n}$  gradi, si otterrebbe un

campo risultante di intensità costante e di direzione, che ruota con velocità uniforme compiendo un giro in ogni periodo.

Per ottenere questi n campi magnetici, si devono avere n correnti alternative a fase spostata, ovvero un sistema di n correnti polifasi, e per ottenerle si potrebbe ricorrere a derivazioni prese sopra uno stesso circuito e opportunamente munite di resistenze, condensatori, rocchetti di induzione, ecc.

Motore Ferraris. — Il motorino ideale del Ferraris è stato, come si è detto, il primo motore a campo ma gnetico rotatorio o girante (vedi vol. V, p. 1061).

Motore sincrono Tesla. — Ma quasi contemporaneamente (maggio 1888) il dott. Nikola Tesla di Pittsburg brevettava un nuovo motore elettrico per correnti alternative, il quale funzionava sul principio del campo magnetico rotatorio, benchè sia stato costruito partendo da principii affatto diversi.



Il motore Tesla (descritto a pag. 1063 del vol. V) è essenzialmente così costituito:

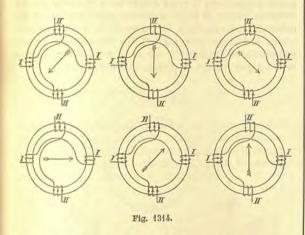
Immaginiamo un nucleo di ferro anulare A convenientemente sezionato, in modo da essere suscettibile a rapide variazioni di magnetizzazione, munito di quattro avvolgimenti disposti in serie due a due sopra due circuiti distinti completati, come mostra la fig. 1313, da analoghi avvolgimenti di un analogo sistema, collocato a distanza dal primo.

Se una calamita NS ruota nell'anello A, produrrà in ognuna delle coppie di avvolgimenti, una fem indotta alternata, che darà luogo ad una corrente, che cambia di segno due volte ad ogni rivoluzione; le correnti circolanti in uno dei circuiti, p. es., 111'1' avranno un valore massimo positivo o negativo, quando si annulleranno le intensità delle correnti circolanti nell'altro circuito.

Nel secondo sistema, le correnti indotte col primo sistema magnetizzando alternativamente il nucleo di ferro, svilupperanno per ogni rivoluzione del magnete un corrispondente progressivo spostamento di polarità positive o negative messo in evidenza dalla fig. 1314 nella quale la freccia indica la rotazione del polo magnetico nell'anello, durante le alternazioni della corrente.

Questo fatto venne utilizzato dal Tesla per produrre la rotazione di un'armatura nell'interno dell'anello del secondo sistema. Infatti se in questo secondo anello si colloca una sbarra rettilinea di ferro a forma di disco a cui siano stati portati via due segmenti simmetrici, munita di un albero sul quale possa ruotare, essa tendendo ad assumere quella posizione in cui abbraccia il maggior numero di linee d'induzione magnetica, verrà posta in rotazione seguendo il movimento di tali linee, ossia lo spostamento dei poli e tendendo a seguire continuamente questi poli assumerà un movimento sincrono con quello della generatrice.

Analogo nel principio sarà il motore, ove si tenga fisso il disco di ferro e si faccia mobile l'anello colle spirali. Questo può allora sostituirsi con un nucleo a tamburo convenientemente suddiviso, avvolto longitudinalmente con due spirali, le quattro estremità libere delle quali sieno rispettivamente connesse a quattro anelli di contatto isolati, che ricevono da opportune spazzole le correnti generatrici. Un involucro di ferro abbracciante il cilindro farà le veci del disco magnetico.



È evidente, che in questo caso l'armatura muovendosi relativamente all'involucro, si sposterà in senso inverso al progressivo spostamento dei poli ed assumerà un movimento prima lento e poi sincrono con tale spostamento. Quando il movimento sarà divenuto sincrono, i poli dell'armatura assumono una posizione fissa, nello spazio, rispetto al magnete di campo, che per influenza magnetica presenterà due poli distinti in corrispondenza dei due pezzi polari. All'avviamento questi pezzi polari sono dunque soggetti a rapide inversioni di polarità, che divengono meno frequenti col crescere la velocità, per cessare affatto quando il sincronismo è raggiunto.

Se a questo punto si munisce il magnete di campo di un avvolgimento percorso da corrente continua, tale da mantenere costante il campo magnetico, si verrà ad aumentare notevolmente, a parità di condizioni, l'effetto del motore. Ma se l'eccitazione del campo o almeno una energica eccitazione del campo si producesse prima di aver raggiunto il sincronismo, la sua influenza magnetica, preponderando su quella dell'armatura, impedirebbe l'avviamento spontaneo del motore.

Il motore Tesla descritto è dunque un motore bifase sincrono, durante il lavoro, mentre si avvia spontaneamente come un motore Ferraris.

Motore asincrono Tesla. — Lo spostamento dei poli che dà luogo al movimento dell'armatura può venire utilizzato come campo magnetico rotatorio, nel motore bifase asincrono di Tesla, che si ottiene col sostituire al disco precedentemente considerato un nucleo convenientemente sezionato, munito di due avvolgimenti

disposti ad angolo retto colle estremità libere rispettive riunite, in modo da formare due spirali chiuse, separate.

Il fatto di aver qui un nucleo magnetico, che implica un campo magnetico molto più intenso di quello che aveva Ferraris nel suo motore, permette di ottenere un motore industriale; a realizzare ancora meglio questo scopo, sarà opportuno di avvolgere le spirali percorse dalle correnti generanti il campo magnetico rotante, sopra projezioni polari facenti parti dell'anello, o ad esso unite, in guisa da poter ridurre lo spazio racchiuso tra questo ed il nucleo dell'armatura a quello strettamente necessario per contenere i conduttori in cui si producono, per l'influenza del campo rotante, le correnti indotte.

Il motore così costituito funziona dunque in virtù delle correnti indotte di cui è sede il sistema di spirali chiuse su se stesse, situate nel campo elettrico rotante a cui esse correnti sono dovute. Correnti che sarebbero nulle ove l'armatura fosse immobile relativamente al campo. vale a dire se si muovesse colla stessa velocità di rotazione del campo; è appunto per cercare di soddisfare questa condizione della relativa immobilità, che l'armatura ruota nel campo e nello stesso senso di questo. Siccome dunque queste correnti possono solamente essere prodotte allorquando esiste una differenza di velocità tra l'armatura ed il campo rotante, ne segue che un motore fondato su tale principio, è essenzialmente asincrono. - Vale a dire che se il motore gira a vuoto. la rotazione della sua armatura sarà quasi sincrona colla rotazione del campo; ma se si carica il motore la velocità tende a diminuire, e contemporaneamente accrescendosi le correnti indotte, aumenta la coppia di rotazione che viene esercitata sull'armatura.

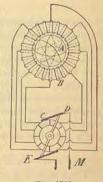
Un tale motore si avvia facilmente da sè; il verso della rotazione è determinato e costante per un dato collegamento dei circuiti e si può invertire pressochè istantaneamente invertendo le connessioni di uno dei circuiti agenti.

#### 18. Motori sincroni ad avviamento spontaneo.

I motori a campo magnetico rotante descritti, possono dar luogo ad una combinazione, che permette di utilizzare la loro proprietà dell'avviamento alla messa in

moto e funzionare come motori sincroni, quindi autoregolatori, dopo aver raggiunta la velocità opportuna.

Così, nel motore sincrono di Tesla, se si mettono in corto circuito le spirali destinate ad essere percorse da una corrente continua per azionare energicamente il magnete del campo, avremo un motore a campo magnetico rotatorio, che si mettera rapidamente in movimento, esercitando una notevole coppia di rotazione (più energica assai di quella che si avrebbe lasciando aperte le dette spirali) dovuta alle correnti indotte dal campo rotante nelle



Fig, 1315.

spirali chiuse in corto circuito; e se si aggiungono delle altre spirali percorse da corrente continua, quando il motore avrà raggiunto il sincronismo colla generatrice continuerà a ruotare per l'azione reciproca tra i poli rotanti dell'armatura ed i poli fissi del magnete di campo eccitato da una corrente continua, fungendo da motore sincrono; ove per un sopraccarico venisse a fermarsi, si rimetterà subito in moto appena tolto il sopraccarico, il che non avverrebbe ad un alternatore ordinario.

Per avviare i motori sincroni a campo alternante semplice, la Casa Oerlikon adotta il seguente dispositivo: L'indotto A (fig. 1315) è costituito da spire chiuse su se stesse; l'induttore B è formato da un avvolgimento in cui dei punti simmetrici sono riuniti alle spranghe di un collettore C, tipo Gramme, sul quale possono spostarsi automaticamente o a mano le spazzole D, E, per le quali arriva la corrente. Spostando rapidamente le spazzole sul collettore la linea dei poli dell'induttore gira ed il motore si avvia.

#### 19. Differenza tra il motore Ferraris e quello Tesla.

Una differenza sostanziale tra il motore Ferraris e quello Tesla consiste nella maggiore potenza del secondo, che si presenta come motore industriale in grazia dei nuclei di ferro di cui è munito; ma d'altra parte il campo magnetico non generandosi in uno spazio magneticamente omogeneo (come nel motore Ferraris) non risulta nè di costante intensità, nè di velocità uniforme; ed il fiusso di induzione magnetica, che quando è dovuto ad una corrente sinusoidale affetta pure la forma sinusoidale in uno spazio occupato da sostanza non magnetica, non si trova più in tale condizione quando il campo

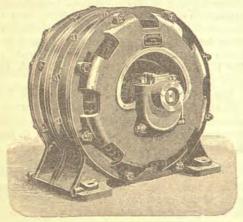


Fig. 1316.

è occupato parzialmente da ferro. In altre parole, il campo magnetico anzichè uniforme è fortemente pulsante. D'onde una energica autoinduzione che può divenire grandissima se è grande la potenza dei motori, e che produce notevole afflevolimento dell'efficacia del motore.

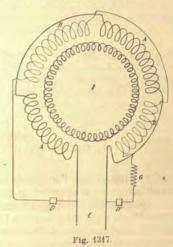
In ultima analisi si può quasi dire che i motori a campo rotante bifase hanno difetti analoghi a quelli dei motori a corrente alternata monofase asincroni, in causa della notevole oscillazione del campo.

#### 20. Motori del tipo Brown.

Tra i motori a corrente alternata semplice, che funzionano in virtù di un campo rotatorio è da notare il motore Brown, il quale dà ottimi risultati e comincia ad essere largamente adoperato negli impianti a corrente alternata monofase.

È fabbricato dalla Casa Brown e Boveri e Comp. di Baden e funziona pel periodo di avviamento come motore a campo magnetico rotante e nel periodo di funzionamento normale come motore asincrono monofase. È un motore a corrente alternata semplice, ad indotto chiuso (fig. 1316). Supponiamo di avere un'armatura del tipo a tamburo cogli avvolgimenti non interrotti dal commutatore, ma continui; e lasciamola libera di girare in un campo alternativo semplice. Finchè l'armatura è ferma, il flusso di forza che attraversa due spirali facenti lo stesso angolo colla direzione del campo, è eguale e le coppie motrici si neutralizzeranno; ma se l'armatura vien fatta girare, in una delle due spirali considerate, il flusso va per es. diminuendo pel suo avvicinarsi alla direzione del campo, mentre nell'altra aumenta; ne risulterà un movimento dell'armatura, che seguiterà a sussistere anche se le si fa superare uno sforzo resistente.

L'armatura si riduce a due anelli di rame estremi col legati da sbarre ad essi normali, circondanti una serie di sottili dischi di ferro tra loro isolati, che formano il nucleo magnetico indotto. Nel caso pratico i dischi dell'indotto portano delle scanalature o fori superficiali, che contengono le sbarre di rame isolate, riunite rispettivamente alle estremità dagli anelli di rame. Si potrebbe anche sopprimere il rame e costituire l'indotto con un semplice blocco di ferro massiccio, che permetta la circolazione delle correnti di Foucault, le quali sarebbero allora le uniche correnti indotte del sistema. Questo semplicissimo indotto è stato usato dall'ing. Dobrowolsky per motori di piccola potenza.



L'induttore assume la forma di un anello Pacinotti, nel quale due poli di segno alternativamente contrario, vengono prodotti lungo un determinato asse, dalla corrente, che si lancia nell'avvolgimento. Il numero dei fori dell'indotto ed i poli dell'induttore, non devono avere fattori comuni, onde non vi sia tendenza al sincronismo.

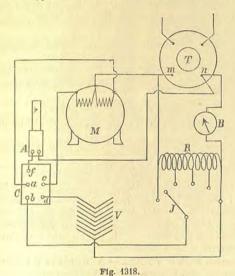
La descrizione di questo motore, fatta dal Brown, suscitò molte dispute di priorità da parte di Thomson, Hutin e Leblanc, Arnold, la Ditta Oerlikon, che avevano proposte o costruite macchine fondate su analogo principio.

Anche le Officine di costruzione Oerlikon costruiscono motori di questo tipo, senza spazzole o contatti a sfregamento; la loro velocità non varia che del 3% fra movimento a vuoto ed a pieno carico; se ne costruiscono da 1/20 a 60 cavalli.

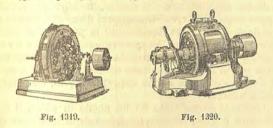
Per l'avviamento si è disposto un secondo avvolgimento induttore B (essendo 1 l'indotto chiuso su se stesso) (fig. 1317) intercalato tra le spire del primo A, e che ha un diverso coefficiente di autoinduzione dovuto ad una resistenza G, in modo da produrre all'avviamento una corrente di fase diversa da quella che percorre il primo avvolgimento, dando luogo ad un

campo girevole che inizia il movimento. Un commutatore a due vie (o due interruttori D D<sub>1</sub>) permette di dare la corrente al secondo avvolgimento.

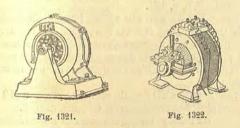
Il dott. Banti (*Elettricista*, 1893, p. 273), ha pubblicato i risultati di accurate esperienze fatte sopra motori Brown da  $^{3}/_{4}$ ,  $^{1}/_{2}$  e 3 cavalli funzionati a 106 volt di



differenza di potenziali efficace e con frequenza uguale a 40, dalle quali è risultato il pratico funzionamento di questi motori il cui rendimento massimo a lavoro normale sall a 0,78 pel motore da 3 cavalli; 0,73 per quello di 1½; 0,71 per quello di 3¼ di cavallo.



La fig. 1318 offre lo schema dell'impianto: M è il motore, alimentato dal trasformatore T; per metterlo in moto si abbassa il commutatore C che riunisce i punti ab e cd; stabilito l'avviamento si gira in alto il commutatore C in modo da riunire i punti a ed f.

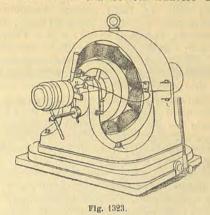


Il prof. Riccardo Arnò (*Elettricista*, 1894, p. 149) ha recentemente esperimentato un motore Brown da 15 cavalli funzionante a 150 volt con una frequenza eguale a 40, trovando che a 13,56 cavalli dava il rendimento industriale di 0,88, ed a pieno carico di 0,82.

Il dott. Esson (*Electrical Review* del 14 settembre 1894) esperimentando sopra motori Brown funzionanti

a 100 volt con una frequenza eguale a 90, di piccola potenza (sino a 2 cavalli), trovò il rendimento variabile da 0,50 a 0,72.

La fig. 1319 rappresenta il motore monofase della «Société l'Éclairage Electrique» di Parigi; la fig. 1320 il motore asincrono della Società francese Thomson



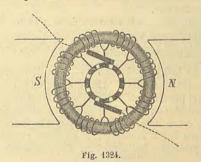
Houston; la fig. 1321 il motore asinerono a indotto chiuso della « Maschinenfabrik Oerlikon »; la fig. 1322 il motore asinerono con eccitazione raddrizzata Ganz; la fig. 1323 il motore Westinghouse monofase ad eccitazione separata.

#### IV. MOTORI A CORRENTE ROTATORIA.

 Dinamo a correnti polifasi. — 22. Concatenamento delle correnti. — 23. Motori trifasi. — 24. Motori industriali – Dati relativi ad alcune dinamo e motori a corrente alternante e rotatoria.

### 21. Dinamo a correnti polifasi.

Per ottenere dei campi girevoli atti a far funzionare motori di potenze elevate, invece di ricorrere ai metodi accennati, per produrre le volute differenze di fase tra le correnti generatrici, è preferibile ricorrere a macchine, che producano direttamente due o più correnti a fasi spostate.

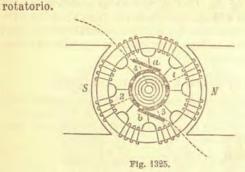


Immaginiamo un anello Pacinotti (fig. 1324) ruotante tra le espansioni polari di una calamita; sappiamo che se si suppone un piano diametrale perpendicolare alla direzione dei poli magnetici, nei rocchetti situati da una parte del piano si dà luogo a correnti elettriche dirette in senso opposto a quelle che nascono dall'altra parte del piano. Tali correnti raccolte dalle spazzole sul commutatore, si riducono ad una corrente praticacamente continua. Ove però si consideri un solo degli avvolgimenti (che sono otto nella figura) di cui è munito l'anello, è evidente che in esso si produrra una

corrente periodica, la quale è nulla quando l'avvolgimento si trova sul piano supposto e massima quando passa a 90º dal piano stesso, nel piano dei poli.

Se ora supponiamo di mettere quattro delle otto spirali dell'anello in comunicazione rispettiva con quattro anelli metallici isolati (come è rappresentato schematicamente dalla fig. 1325) potremo raccogliere per mezzo di contatti striscianti sopra gli anelli, due correnti alternate, una dagli anelli 1 e 2 e l'altra dagli anelli 3 e 4; è evidente che quando la corrente degli anelli 1 e 2 acquista il valore massimo passando pel piano dei poli, quella raccolta dagli anelli 3 e 4 si annulla, e viceversa; in modo che si avranno realmente due correnti alternate spostate di 90º ossia di 1/4 di periodo, colle quali potremo ripetere l'esperienza Ferraris, adoperando due rocchetti di eguali dimensioni.

Se l'anello Pacinotti fosse munito di un numero diverso di avvolgimenti, per es. di sei, le cui estremità si saldassero rispettivamente a sei anelli sui quali appoggiassero delle spazzole, riunendo a mezzo di sei fili rispettivamente le spazzole degli anelli 1 e 4, 2 e 5, 3 e 6 si otterrebbero tre correnti alternate a fase spostata di 120°, colle quali potremo produrre campi alternanti, che daranno luogo ad un campo risultante



Si capisce facilmente come, in generale, si possa ottenere analogamente un numero qualunque n di correnti alternanti a fase spostata di  $\frac{\pi}{n}$  gradi, adoperando 2nconduttori o quanto meno (se il ritorno è comune) n + 1 conduttori.

In queste dinamo il numero delle alternazioni sarà, come nelle dinamo a semplice corrente alternante, eguale al prodotto del numero di giri al secondo, pel numero

dei poli.

Dinamo bifase Schuckert. - Una delle prime macchine fondate su questi principii, è quella che la casa Schuckert presentò all'Esposizione di elettricità di Francoforte sul Meno; è una delle solite macchine Schuckert a corrente continua, sull'asse della quale vennero stabiliti quattro anelli metallici, in contatto rispettivo con quattro rocchetti dell'armatura disposti a 90º uno dal-

Unendo tra loro con un filo i due anelli in comunicazione con due rocchetti posti sullo stesso diametro e con un altro filo i due anelli posti sul diametro normale al primo, si avranno due circuiti percorsi da correnti alternate spostate di 90° l'una dall'altra. Dal collettore ordinario si può ricavare la corrente necessaria all'eccitazione dei magneti.

Si capisce da quanto si è detto a proposito dei motori Tesla, che una tal macchina è riversibile e può funzio-

nare da motore.

Per utilizzarla in tal modo, si lanciano le due correnti alternate nell'armatura della ricettrice e si aspetta che

essa ruoti sincronicamente colla generatrice; si stabilisce allora la corrente di campo, ricavandola dalla dinamo stessa, oppure da una eccitatrice separata, nel qual caso la dinamo è sprovvista del commutatore di corrente continua. Così era disposto il motore di 50 cavalli che figurava a quella Esposizione.

Si capisce facilmente come una dinamo di tal genere, munita di commutatore a corrente continua, possa fun-

zionare nei seguenti modi:

1º come dinamo ordinaria a corrente continua;

2º come motore a corrente continua;

3º come dinamo autoeccitatrice a corrente alternata semplice, oppure fornendo due correnti alternate spostate di 90°:

4º come motore a correnti alternate;

5° come trasformatore di corrente continua in corrente alternata:

6º come trasformatore di corrente alternata in continua (1).

E negli ultimi due casi anche come motore.

Il sistema esige quattro conduttori per la trasmissione; ma questi possono ridursi a tre, adoperando dei trasformatori disposti uno alla stazione generatrice l'altro a quella ricettrice; con che il potenziale della trasmissione può essere molto più elevato di quello della generatrice e della ricettrice.

Dinamo trifase Brown. - Alimentava il motore Dobrowolsky dell'Esposizione di Francoforte: l'induttore è interno e mobile e può essere estratto dall'armatura per essere ispezionato, pulito ed eventualmente riparato (fig. 1326). E costituito da un nucleo cilindrico di ferro ad asse orizzontale, sul quale si avvolge la spirale magnetizzante; due dischi laterali di ghisa, muniti ciascuno di 16 denti, come mostra la figura, sono avvitati a destra ed a sinistra del nucleo, in modo che i denti appartengano alternativamente al disco di destra od a quello di sinistra; evidentemente la polarità dei denti che si seguono sarà alternativamente positiva e negativa. L'eccitazione è prodotta da una piccola dinamo i cui poli si fanno comunicare coi morsetti della spirale eccitatrice a mezzo di due opportuni anelli, che girano coll'induttore.

L'indotto è costituito da un anello di ghisa, il cui spessore è attraversato nel senso della lunghezza da 96 spranghe di rame di 27 mm. di diametro egualmente distanziate, isolate con amianto dall'anello di ghisa; le estremità delle spranghe sono collegate da nastri di rame opportunamente piegati in modo da costituire tre spirali, ciascuna di 32 spire, la prima formata dalle spranghe 1, 4, 7, 10 ...; la seconda dalle 2, 5, 8, 11 ...; la terza dalle 3, 6, 9, 12...

Muovendosi davanti alle spirali i 32 poli alternati dell'induttore, vengono indotte in esse delle correnti alternanti della stessa frequenza, corrispondenti alla sedicesima parte della durata di una rivoluzione, ma con una differenza di fase dall'una all'altra, di un terzo del periodo.

Il rendimento elettrico di questa dinamo a 150 giri,

producendo 1400 ampère a 50 volt era di 0,96. Le tre correnti si raccoglievano con concatenamento

aperto. Smettiamo per brevità di descrivere le numerose dinamo trifasiche che costruiscono ormai tutte le Case specialiste.

<sup>(1)</sup> Sopra questo princípio sono i trasformatori rotatori costruiti dalla ditta Ganz e C., che trasformano nell'officina di Porta Pia a Roma in corrente continua per la trazione elettrica, la corrente alternante proveniente dall'impianto di Tivoli.

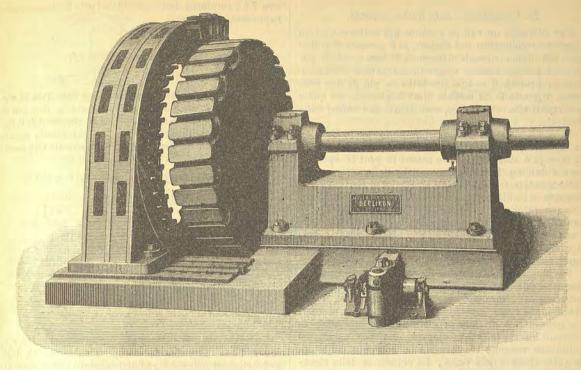


Fig. 1326.

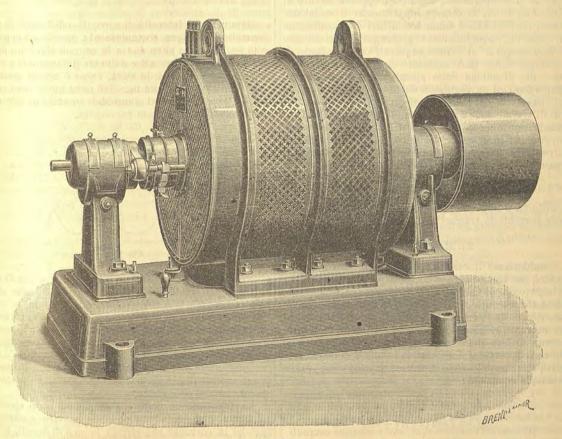


Fig. 1327.

#### 22. Concatenamento delle correnti.

Per ottenere un campo rotante più uniforme, ed un migliore rendimento nei motori, si è pensato di utilizzare più di due correnti alternanti di fase spostata per la produzione del campo magnetico; e si è riusciti ad adottare in pratica il campo prodotto da più di due correnti, in grazia di un metodo di avvolgimento col quale n correnti spostate di fase, sono trasmesse con n conduttori.

Tale metodo, trovato indipendentemente da Bradley in America, Haselwalder in Offenburg e Wenström in Isvezia è stato studiato e messo in pratica specialmente dall'ing. Dolivo Dobrowolsky della Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft (A. E. G.) di Berlino; esso consiste nel collegare in modo speciale gli avvolgimenti nel generatore e nel motore; collegamento cui il Dobrowolsky diede il nome di concatenamento delle correnti, mentre chiamò corrente rotatoria (drehstrom) il complesso delle n correnti destinate a generare un campo magnetico rotante.

Per farci una chiara idea di questo sistema, consideriamo due dinamo a corrente continua eccitate separatamente, inserite nel medesimo circuito, l'una funzionante come generatore e l'altra come motore. La generatrice produce originariamente una serie di correnti alternate di fase diversa, che, per mezzo del collettore vengono trasformate in corrente continua, la quale viene a sua volta, dal collettore della ricettrice, suddivisa di nuovo nelle sue componenti, vale a dire in una serie di correnti alternate di fase diversa.

Il nuovo sistema consiste semplicemente nell'eliminare le due operazioni uguali ed opposte dovute al collettore, il che si ottiene sopprimendo il collettore stesso, ed utilizzando come conduttori di trasmissione gli stessi fili, opportunamente prolungati, che riunivano le diverse spirali ai diversi segmenti del collettore. E siccome si hanno tanti segmenti di collettore e quindi tanti fili di unione delle spirali coi detti segmenti, quanti sono gli avvolgimenti del nucleo dell'indotto, così nel sistema di cui ci occupiamo, avremo tanti conduttori di trasmissione quanti sono gli avvolgimenti, ossia quante sono le correnti prodotte dalla generatrice e trasportate per azionare la ricettrice. Se il numero di tali correnti è n, avremo n conduttori per la loro trasmissione. È evidente che le n correnti presenteranno fra

loro una differenza di fase eguale a  $\frac{2\pi}{n}$  gradi; quindi il sistema è applicabile solamente quando il numero delle correnti da trasmettere è maggiore di due.

## 23. Motori trifasi.

Consideriamo il caso più semplice, di tre correnti. Poichè per trasmettere n correnti presentanti fra loro la differenza di fase di π:n gradi; con n conduttori, basta concatenarle, nel qual caso la loro differenza di fase risulta di 2π: n gradi; basterà nel caso concreto di tre correnti, sceglierle in modo che presentino la differenza di fase di 120° anzichè di 60°. Vale a dire che nel caso di correnti sinusoidali le intensità delle tre correnti, alla fine del tempo t, invece di essere rappresentate dalle equazioni:

$$j_1=I \sec 2\pi nt$$
  
 $j_2=I \sec (2\pi nt+60)$   
 $j_3=I \sec (2\pi nt+120)$ 

ove I è l'ampiezza delle correnti ed n la frequenza, sono rappresentate dalle

$$i_1 = I \operatorname{sen} 2 \pi n t = j_1$$
  
 $i_2 = I \operatorname{sen} (2 \pi n t + 120^\circ) = j_3$   
 $i_3 = I \operatorname{sen} (2 \pi n t + 240^\circ) = -j_2$ 

in modo, che col concatenamento si è cambiata la corrente  $j_2$  nella  $i_3$ , vale a dire si è spostata la fase sua di 180° o in altre parole si è invertita la corrente  $j_2$  il che si realizza in pratica invertendo le unioni della spirale percorsa da tale corrente, colle altre spirali. Ora osservando che:

$$i_1 + i_2 = I \left[ \sec 2\pi n t + \sec \left( 2\pi n t + 120^{\circ} \right) \right]$$

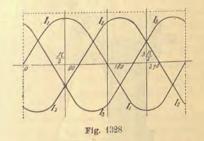
$$= I \left( \frac{\sec 2\pi n t}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos 2\pi n t \right)$$
e che
$$i_3 = I \sec \left( 2\pi n t + 240^{\circ} \right)$$

$$= -I \left( \frac{\sec 2\pi n t}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cos 2\pi n t \right)$$
si ha
$$i_1 + i_2 = -i_3$$
ovvero
$$i_1 + i_2 + i_3 = \text{zero.}$$

Lo stesso può dirsi per le differenze di potenziali e, e, e, che si hanno alla fine del tempo t all'estremità degli avvolgimenti percorsi rispettivamente dalle correnti i, i, i, similmente dunque:

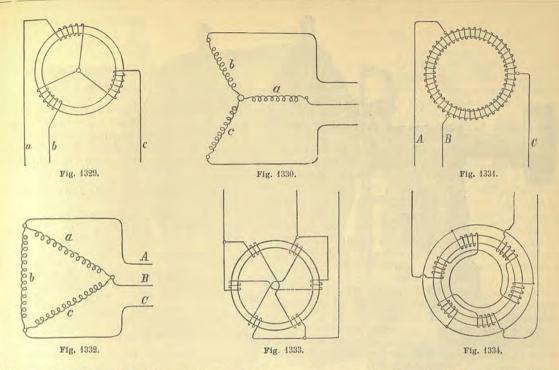
$$e_1 + e_2 = -e_3$$
 ossia 
$$e_1 + e_2 + e_3 = {\tt zero.}$$

Ognuna delle intensità di correnti o differenze di potenziali è adunque costantemente uguale ed opposta alla somma delle altre due e la somma algebrica delle tre intensità di correnti o delle tre differenze di poten. ziali è in ciascun istante nulla, come è messo graficamente in evidenza dalla fig. 1328 nella quale sono rappresentate tre correnti sinusoidali spostate di 120º una delle quali (la Ja) è stata rovesciata.



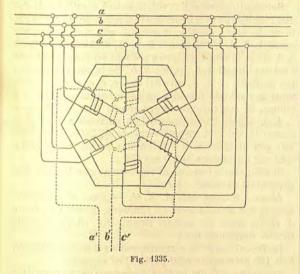
Ne segue, per i principii di Kirchhoff, che una di tali correnti può venire inserita continuamente colle altre due in parallelo o in derivazione colle altre due in serie. Ne risultano quindi due modi di avvolgimento nei quali il primo, simile a quello delle armature Thomson Houston per lampade ad arco (figure 1329 e 1330) si chiama concatenamento aperto od a triangolo; e l'altro, rappresentato dall'avvolgimento di un anello Pacinotti a tre spirali (fig. 1331 e 1332) si chiama concatenamento chiuso od a stella.

La trasmissione delle tre correnti di fase spostata di 120° si è dunque resa possibile con tre conduttori, poiche la corrente che circola in uno di questi, trova  $j_3 = I \operatorname{sen} (2\pi nt + 120)$  sempre il ritorno negli altri due.



Quello che si è detto per tre correnti potrebbe estendersi ad un numero maggiore di esse.

Coll'aumentare il numero delle spirali percorse dalle diverse correnti alternate ci si avvicina al raggiungimento delle condizioni ideali di assoluta costanza di intensità e di perfetta uniformità di velocità angolare del campo; e l'esperienza dimostra che tali condizioni sono meglio soddisfatte in un motore a sei spirali che in uno



a quattro e sopratutto che in uno a tre e che possono praticamente ritenersi come soddisfatte da un motore a dodici spirali (esperienze della Casa Siemens ed Halske).

Si può anche combinare l'avvolgimento di Bradley e Haselwander con quello di Tesla, ed ottenere un motore a sei spirali azionato da tre correnti concatenate trasmesso per mezzo di tre soli conduttori, come mostra la fig. 1333 pel concatenamento chiuso e quella 1334 pel concatenamento aperto. Anzi nel caso del concatenamento chiuso (fig. 1332) oltre le tre correnti  $\alpha$ , b, c, si possono impiegare anche le correnti A, B, C, che percorrono i conduttori, avendosi così sei correnti alternate spostate nella loro fase l'una rispetto all'altra di  $60^\circ$  e quindi, per la generazione del campo rotante, sei campi magnetici componenti, facendo uso di soli tre conduttori. E facendo uso di un avvolgimento analogo si può ottenere un motore a dodici spirali azionato da sei correnti, tre sole delle quali però vengono trasmesse per mezzo di tre conduttori, da esse ricavandosi le altre tre.

Nelle macchine ora costruite dall'A. E. G. le tre correnti generatrici non sono concatenate, ma indipendenti, con che si evitano alcuni inconvenienti delle correnti concatenate, tra le quali la difficile misurazione e regolazione e la minore utilizzazione della dinamo; le tre correnti sono portate per mezzo di quattro conduttori, dapprima ad un quadro provvisto di strumenti di misura e regolatore, e poi in appositi trasformatori (fig. 1335) dove fungono da correnti primarie; le correnti secondarie, di alto potenziale, vengono concatenate per mezzo dello speciale avvolgimento in modo da avere tra loro la differenza di fase di 120 gradi ed essere così trasportate per mezzo di tre conduttori ai luoghi di utilizzazione.

#### 24. Motori industriali.

Motore Dobrowolski. — Il motore industriale da 100 cavalli dell'ing. Dobrowolski rappresentato dalla fig. 1336 che figurava all' Esposizione di Francoforte ha l'induttore girevole e l'indotto fisso; l'induttore è a tamburo, avvolto da tre spirali formate da 81 spranghe di rame di 20 mm. di diametro riunite a stella, le cui estremità sono in comunicazione rispettiva con tre anelli, che ricevono la corrente per mezzo di tre spazzole, dai tre conduttori di linea. Tale disposizione, che esclude il vantaggio dei motori polifasi di non aver spazzole, fu presa per aver voluto portar fuori dal motore il punto nodale delle tre correnti e per aver voluto l'induttore mobile allo scopo di farlo leggero e con poca massa di ferro, onde diminuire l'isteresi e le correnti di Foucault che in esso si

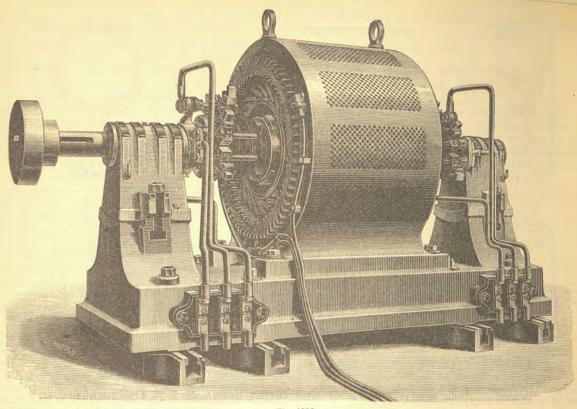


Fig. 1336.

sviluppano. L'armatura esterna, fissa, è formata da anelli piatti di ferro, circondati da 138 spranghe di rame di 10 mm. di diametro. Il Dobrowolski ha costruito anche simili motori di piccole potenze e buoni rendimenti; p. es. quello di due cavalli arriva ad un rendimento di 0,814.

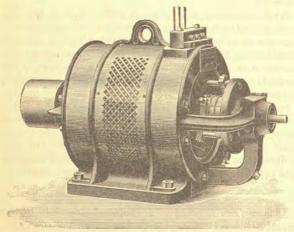


Fig. 1337.

Motori trifasi Siemens. — La Casa Siemens e Halske di Berlino ha presentato all'Esposizione di Francoforte due tipi diversi di motori polifasi, entrambi a sei correnti a concatenamento chiuso. Più industriale però è riuscito il tipo posteriore (fig. 1337), nel quale l'induttore è fisso e l'indotto mobile. Le correnti alternate che lo fanno funzionare sono tre, difasi di 120° ed entrano dai 3 conduttori posti in centro al motore. I tre capi dell'indotto si riuniscono per mezzo di tre armille metalliche e relativi contatti striscianti ai tre conduttori, che si ve-

dono nella parte anteriore della macchina; questi conduttori finiscono ad una resistenza esterna che serve per la messa in moto e per regolare la velocità del motore.

Schematicamente l'avvolgimento è costituito da dodici rocchetti avvolti simmetricamente sopra un anello, in modo che i quattro rocchetti non consecutivi, per esempio 1, 4, 7, 10, quindi 5, 8, 11, 2, finalmente 9, 12, 3, 6, sieno in serie tra loro e presentino rispettivamente i sei capi liberi  $a_1$   $b_1$ ;  $a_2$   $b_2$ ;  $a_3$   $b_3$ . Se le correnti entrano pei morsetti  $a_1$   $a_2$   $a_3$  gli altri capi  $e_1$   $e_2$   $e_3$  possono essere uniti in modo da formare un concatenamento aperto o chiuso. Si costruiscono sopra questo tipo dei motori a 2, 4, 6, 8 poli, che alimentati da correnti a 50 periodi hanno la velocità rispettivamente di 3000, 1500, 1000, 750 giri al minuto. Il rendimento commerciale sale a 0,89 per un motore da 20 cavalli.

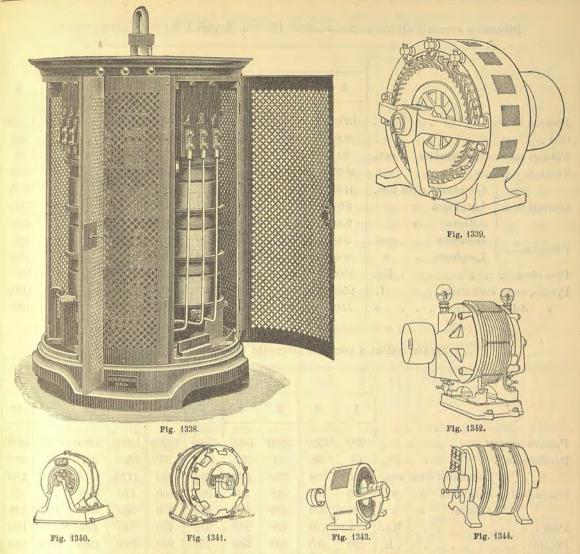
Si adoperano insieme ai trasformatori a tre fasi, rappresentati dalla fig. 1338.

Motori trifasi dell' A. E. G. — Sono ad armatura mobile con avvolgimento a tamburo, formata da sbarre di rame, come nei motori Brown (fig. 1339). Il rendimento raggiunge 0,93.

La frequenza della corrente, come nei motori Siemens, è di 100 alternazioni (50 periodi) al secondo.

Siccome i giri del motore dipendono dal numero delle alternazioni e da quello dei poli, e siccome il motore non può avere che 2, 4, 6, 8... poli, i giri dovranno essere anche per questi motori 3000, 1500, 1000, 750 al minuto quando il motore gira a vuoto; e diminuiscono solo del 5% circa quando è caricato.

Altri motori trifasi analoghi ai precedenti sono costruiti dalle Case Schuckert, Oerlikon (fig. 1340 e 1341), Brown Boveri, Schneider e C.ie (figura 1342), Fives-Lille (fig. 1343), Thomson Houston (fig. 1344) ed altre.



Dinamo a correnti alternanti polifasi (Schuckert et C.).

Modello	WA (poli	esterni;	50 periodi	al 1").	7 1	Δ	<b>I</b> odello	W	I (poli	interni; 5	50 periodi	al 1").
Chilowatt	Potenza in cav.	Tensione	Rendimento	Peso		Cl	nilowatt		Potenza in cav.	Rendimento	Giri al 1'	Peso
		volt		Kg.				-	-			Kg.
3	5	1100	0,82	400			30	I	46	0,89	750	1 950
5	8, 2	»	83	620	-	-	40	-	60	90	750	2 400
7	11,2	»	85	620			50	140	76	90	600	3 300
10	16	2200	85	750		011	60	1	91.	90	600	3 800
15	24	» III-	86	920		ועכו	80	1	120	91	500	6 000
20	31	»	87	1 350		081	100	ķ.	150	91	425	7 000
30	46,5	»	88	1 800		ME	120	185	180	91	425	7 800
40	61	» (1s.)	89	2 200	4	WE	145		214	92	375	9 900
50	75	»	90	3 000		101	175		258	92	300	11 500
60	91	»	90	3 500		6-	210	10:	310	92	250	13 500
80	121	»	90	4 500		/100	250		370	92	215	16 500
100	150	3300	91	6 500	-		300		443	92	187	20 000
210	314		91	12 000			_		_	_	_	-
		*			-					- The		
300	450	**************************************	91	18 000			-		- 11.0	constant	April and	

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 99.

## Dinamo a correnti alternate monofasiche (Brown, Boveri e C.) (5000 alternazioni).

					TI	PO			
	Mark Street	1	2	3	4	5	6	7	8
Potenza in wa	tt	13000	20000	30000	40000	50000	66000	100000	135000
Giri		800	800	800	600	480	400	340	300
Potenza mecca	anica assorbita . cav.	20	30	45	60	75	100	150	200
Tensione mass	ima volt	2000	2000	3000	3000	4000	4000	5000	5000
(	Lunghezza circa mm.	1135	1260	1390	1525	1705	1940	2150	2350
Dimensioni	Larghezza » »	870	940	1100	1280	1520	1720	1920	2120
	Altezza » »	930	1050	1160	1340	1630	1850	2050	2250
Deleveia I	Diametro mm.	300	350	400	450	550	650	800	900
Puleggia	Larghezza »	200	250	300	350	400	500	550	650
Peso circa .	Kg.	1000	1300	2000	2700	3500	4500	7200	8000
Prezzo, senza	eccitatrice L.	2500	3300	4400	5500	6600	8000	11000	14000
» della e	ccitatrice »	550	550	700	700	900	900	1200	1200

## Trasformatori a correnti alternate (Brown, Boveri e C.).

	TIPO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4										
Potenza in watt	750	1500	3000	5000	7500	10000	15000	20000	30000	40000
Rendimento	91	92	93	94	94,5	95	95,5	96	96	96,5
( Lunghezza circa mm.	570	650	730	860	920	990	1120	1150	1110	1110
Dimensioni { Larghezza » »	230	260	310	330	360	390	420	480	790	860
( Altezza » »	290	320	380	410	460	480	520	600	530	540
Peso Kg.	70	105	170	240	320	400	530	680	970	1130
Prezzo L.	220	260	400	550	750	900	1200	1500	2000	2400

## Motori a correnti alternate monofase (Brown, Boveri e C.).

						Т	IP	0					
Out in the	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
THE THE DE	-	-	-		-	-		-	-	-	-	-	
Potenza in cavalli a 100 volt	0, 1	0,3	0,9	2	3,5	6	9	13	20	35	45	65	90
Rendimento	55	6.0	65	70	73	76	80	84	88	90	90	90	91
Giri per 4800 alternazioni	1200	1200	1200	1200	1200	1200	800	800	800	800	600	600	600
» » 7200 »	1800	1800	1800	1800	1200	1200	1200	1200	900	900	720	720	600
Dimensioni Lunghezza mm.	240	300	390	460	530	700	900	1050	1150	1300	1410	1550	
Largh. e altezza. »	180	250	320	380	440	515	600	620	710	810	1030	1130	
Dimensioni ( Diametro mm.	60	80	120	150	190	220	300	350	400	450	550	650	800
della puleggia   Larghezza »	30	50	80	90	100	120	210	250	300	350	400	500	500
Peso approssimativo Kg.	20	35	70	120	200	300	500	600	850	1200	1700	2300	3000
Prezzo con armat.a corto circuito L.	200	300	500	700	1000	1300	_	-	-	-	-	-	-
» » alungo » »	_	_	_	1000	1300	1500	2000	2600	3500	4700	6200	7700	
» di un appar. d'avviamento »	_	_	_	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550

## Motori a correnti alternate bi e trifase (Brown, Boveri e C.).

						Т	IP (	0		3/3			
Change in the Control of the Control	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Potenza in cavalli a 100 volt	0, 25	0,75	1,5	3	5	9	13	20	30	45	65	90	120
Rendimento	62	70	75	79	83	86	88	90	90	91	91	92	92
Giri a 4800 alternazioni	1200	1200	1200	1200	1200	1200	800	800	800	600	600	600	600
» a 7200 »	1800	1800	1800	1800	1800	1200	1200	900	900	720	720	720	600
Lunghezza mm.	240	320	400	470	540	740	860	1010	1110	1270	1370	1500	1730
Dimensioni Largh. e altezza. »	180	250	320	380	440	515	600	620	710	810	1030	1130	1200
Dimensioni   Diametro mm.	60	100	150	190	220	250	250	300	350	400	450	550	650
della puleggia (Larghezza »	40	80	90	100	120	150	150	210	250	300	350	400	500
Peso approssimativo Kg.	20	35	70	120	200	300	500	600	850	1200	1700	2300	3000
Prezzo con armat. a corto circuito L.	200	300	500	700	1000	1300	-	-	-	-	-	4	_
» » alungo » »	-	-	-	1000	1300	1500	2000	2600	3500	4700	6200	7700	9500
» di un appar. di avviamento »	-	-	-	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550

## Dinamo Siemens e Halske per corrente alternata semplice ed a tre fasi (Tipo R) (fig. 1327).

I. Movimento a cinghia o ad accoppiamento diretto.

II. Accoppiamento diretto.

					20.0				11		_							-
TIPO	Capacità in chilowatt	Eccitazione occorrente in chilowatt	Forza occorrente compr.eccit.	Giri al minuto	Velocità normale dellacinghia m al min	Peso Kg.	a Berli esclus eccitazi	no sa one		TI	PO	Capacità in chilowatt	Eccitazione occorrente in chilowatt	Forza occorrente compresa eccitazione	Giri al minuto	Peso Kg.	Prezzofr a Berli in Mar escl. alb	no chi pero
26/24	28	0, 9	40	750	16	1500	2630	_		R	97/30	160	3,6	225	200	8600	16900	-
	35	1,1	50	750	16	1700	2935	-		>>	97/50	265	5,7	375	200	13800	21720	-
	50	3 440	70	750	20	2100	3440	_		>>	97/80	425	8, 4	600	200	21500	28900	-
	199			0.0	To The		Part Sale	1.		>>	97/30	120	3, 6	170	150	8600	-	-
/54	05	1,0	30	100	20	2000	1100	9		>>	97/40	160	4,8	225	150	11200	-	-
39/30	53	1,6	75	500	22	3280	5465	-		» <sup>1</sup>	30/30	213	4,8	300	150	13000	22840	-
	74	2,0	105	500	22	3820	6075	_		» <sup>1</sup>	30/40	285	6,0	400	150	17000	26080	-
	96		135	500	24	4350	6685	_		» <sup>1</sup>	30/60	425	8,4	600	150	25000	32980	-
			23000		25	5430		_		» <sup>1</sup>	30/70	500	9,5	700	150	29000	36380	-
		0,0	100	000	20	0.00				» <sup>1</sup>	30/90	640	11,5	900	150	36300	43020	-
65/60	215	4,8	300	500	25	10300	16250	-				320	6,6	450	100	26600	36900	-
	TIPO  R. 26/24  > 26/30  > 26/40  > 26/54  > 39/30  > 39/40  > 39/50  > 39/50  > 55/60	R 26/24 28 > 26/30 35 > 26/30 50 > 26/40 50 > 26/54 63 > 39/30 53 > 39/40 74 > 39/50 96 > 39/70 140	TIPO	TIPO $\frac{1}{6}$	TIPO   September   September	TIPO   Serior   10   10   10   10   10   10   10   1	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$											

## Motori Siemens e Halske trifasici tipo D M per 50 periodi al secondo alla tensione di 120 volt.

m	Potenza	Energia	Intensità	Rendimento	Giri al	minuto	Velocità normale della cinghia	Peso netto	Costo
TIPO	massima in cavalli	assorbita in chilowatt	(a 120 volt) in ampère	approssim.	a pieno carico	a vuoto	(metri al secondo)	(Kg)	a Berlino (Marchi)
DM 8/4	0,4	0, 49	3,3	60	1300	1500	4	35	293
» 8/s	0,6	0,68	4,8	65	1350	1500	6	75	364
» <sup>8</sup> / <sub>15</sub>	1,4	1,43	9,6	72	1370	1500	8	95	455
» 10/ <sub>10</sub>	2,5	2,36	16,5	78	1390	1500	8	115	526
» 10/ <sub>15</sub>	4,0	3,68	25, 5	80	1400	1500	10	150	637, 50
» 10/ <sub>25</sub>	7,5	6,73	46	82	1420	1500	12	250	859
» 12/ <sub>28</sub>	10	8,75	60	84	1430	1500	12	440	1631
» 12/ <sub>37</sub>	15	12,85	88	86	1430	1500	14	520	1342
» 20/ <sub>30</sub>	20	16,90	116	87	960	1000	16	900	1685
» 20/40	25	20,90	144	88	960	1000	16	1200	2018

#### Trasformatori Siemens e Halske per corrente a tre fasi (Tipo DT).

TI	IPO _	Capacità in volt-amp.	Rendimento (°/o)	Massima alta tens. (volt)	Minima bassa tens. (volt)	Peso netto (Kg.)	Prezzo france a Berlino in Marchi	
DT	1	1	91	2500	50	50	345	_
>>	2,5	2,5	92,5	>>	>>	120	505	-
>>	5	5	94,5	>>	>>	310	630	-
>>	7,5	7,5	94,5	>>	>>	370	760	-
>>	10	10	95	5000	>>	400	960	
>	15	15	95,5	>>	>>	580	1255	-
>>	20	20	96	>>	>>	850	1570	-
>>	30	30	96,5	>>	»	1320	2030	-
>>	50	50	96,5	>>	>>	1690	3040	-
>>	75	75	96,7	>>	>>	2100	3955	-
>>	100	100	97	>>	>>	2510	4970	-
>	150	150	97	>>	>>	4000	7100	-
>	200	200	97	<b>»</b>	<b>»</b>	5400	9530	-

#### Alternatori (Tecnomasio Italiano) Ing. B. Cabella e C.

TIP	0		Potenza		Velo	cità
111	0	HP	Watt	Volt	Normale	Ridotta
AL	6	20	13000	1000	800	600
>>	6	30	20000	2000	800	600
»	6	40	26500	2000	800	600
>>	6	50	32000	3000	800	600
>>	8	65	43000	3000	600	480
>	10	80	53000	3500	480	400
>	12	100	66000	4000	400	
>	16	150	100000	5000	340	_
>>	18	200	140000	5000	300	_

NB. Per i motori e trasformatori, riferirsi al Catalogo Queste macchine sono fatte per essere azionate mediante cinghie con l'eccitatrice direttamente accoppiata alla generatrice. Per macchine direttamente accoppiate alle motrici o di potenza superiore a quelle segnate dovrà esserne fatta speciale domanda.

#### Alternatori Belloni e Gadda, Milano. Semplici o polifasi (frequenza 60).

Numero	Watt	Forza in HP	Giri al 1'	Puleggia (diam, mm.	Prezzo (lire)	Tenditore (lire)
1	10000	16	1200	250	2200	130
2	16000	25	900	350	3000	180
3	25000	39	720	450	4200	220
4	36000	56	600	550	5700	260
5	50000	76	516	640	7500	310
6	66000	100	450	770	9000	360
7	88000	132	400	880	11500	_
8	120000	180	360	1000	15000	_
9	170000	250	300	1200	20000	_
10	340000	500	240	1500	35000	_

NB. Pel computo delle spese di trasporto si ritenga di 50 Kg. per HP il peso della macchina completa.

Dinamo e motori a corrente alternata. Ing. Einstein, Garrone e C. di Pavia e Milano.

## Generatrici per corrente alternata (monofasi e polifasi)

Numero della grandezza	Forza richiesta in cavalli	Potenza in watt	Giri	Peso chilogr.	Prezzo	approssi	mativo
Nur de gran	Fo rich in ci	Pote in v	G al mi	Pe in chi	della dinamo a Pavia	per watt	per chilogr.
1	30	20000	750	1350	3600	0, 180	2,66
2	50	33000	750	1930	5000	0, 151	2,59
3	75	50000	500	2850	7200	0, 144	2,52
4	100	66000	500	3500	8500	0, 129	2,43
5	150	100000	375	5000	11800	0, 118	2, 36
6	200	135000	375	6500	15000	0,111	2, 31

## Motori asincroni per corrente alternata (monofasi a 410 volt).

Numero della grandezza	rza lesta valli	Giri	Peso	Prezzo approssimativo					
Numero della grandezzi	Forza richiesta in cavaili	al minuto	in chilogr.	della dinamo a Pavia	per cavallo	per chilogr.			
1	0,5	1440	70	550	1100	7,86			
2	1	1440	100	700	700	7,00			
3	2	1440	130	880	440	6,77			
4	4	1440	200	1350	337	6,43			
5	6	1440	270	1550	258	5,74			
6	9	1440	450	1900	211	4, 22			
7	12	1440	600	2350	192	3, 92			
8	15	970	750	2700	180	3,60			

# Motori asincroni per corrente trifase (a 110 volt).

a a azza	SER SER	Girl	Peso	Prezzo	appross	imativo
Numero della grandezza	Forza richiesta in cavalli	al minuto	in chilogr.	della dinamo a Pavia	per cavallo	per chilogr.
1	0,75	1450	75	520	693	6,93
2	1,5	1450	100	660	440	6,60
3	3	1450	150	770	257	5,13
4	6	1450	250	1250	208	5,00
5	9	1450	300	1450	161	4, 83
6	9	970	450	1700	189	3,78
7	12	970	600	2100	175	3,50
8	20	970	750	2400	120	3, 20
9	30	725	950	2800	93	2,95
10	45	725	1300	3600	80	2,77
11	65	725	1700	4400	68	2,59
12	90	575	2500	6300	70	2,52

Motori a correnti alternate polifasi (Schuckert e C.).  $Modello\ M_2\ (due\ fasi)\ e\ Md\ (trifasi).$ 

Tipo	Potenza in cav.	Watt assorbiti	Rendimento	Peso	
				Kg.	
1/4	0, 25	308	0,60	35	
1/2	0,50	535	69	53	
1	1	1000	74	96	
2	2	1890	78	144	
3	3	2760	80	180	
4 1/2	4 1/2	4040	82	260	
6	6	5330	83	320	
9	9	7800	85	405	
12	12	10300	86	490	
18	18	15230	87	775	
25	25	21200	87	1050	
36	36	30150	88	1300	
50	50	41400	89	1650	
75	75	61400	90	2150	
100	100	81000	91	2850	

Trasformatori trifasi per motori (Schuckert e C.).

Modello Td (50 periodi al 1").

Tipo	Potenza	Peso	Rendimento	
	watt	The state of		
1	1000	85	0,89	
2	2000	130	90	
3	3000	160	91	
4	4040	180	92	
5	5400	330	93	
8	8000	420	94	
10	10300	500	94	
15	15230	630	95	
20	21200	800	95	
30	30150	1000	95	
40	41400	1240	95	
50	50000	1400	96	
60	61400	1640	96	
70	70000	1800	96 1/2	
80	81000	2040	96 1/2	
100	100000	2400	97	

Motori a corrente alternante semplice (Ganz e C.) (41 periodi).

Tipo	Volt	Ampère	Giri	Energia in cavalli
B1/2	100	6	1250	1/2
i	100	11	1250	Ī
3	100	25	1250	21/2
5	100	50	1250	5
A 1	100	110	830	12
2	2000	11	830	24
3	2000	16	625	36
5	2000	27	500	64

# Motori a corrente trifase (A. E. G.). Modello DR e DP (50 periodi).

Ti	ро	Peso	Potenza in cav.	Tensione tra due conduttori	Intensità tra due conduttori	Watt assorbit
DR	1	14	1/16	110	1,3	115
	2	-3	1/8	110-190	2-1,2	180
	3	45	1/4	110-190	2,5-1,5	300
	5	68	1/2	110-190	4, 3-2, 5	530
	10	95	1	110-190	8, 0-4, 6	1000
	20	125	2	110-190	14-8	1880
	30	155	3	110-190	20-12	2760
	50	260	5	110-190	30-18	4430
	80	360	8	110-190	47-27	7000
	100	420	10	110-190	56-33	8650
	150	630	15	110-190	84-48	12800
	200	1000	20	110-190	120-70	16750
	300	1400	40	110-190	220-130	25100
DP	500	1500	50	190	148	41300
	750	2250	75	190	220	61400
	1000	2800	100	190	295	82000

#### V. - SCHEMI DI INSTALLAZIONI.

25. Alcuni schemi. - 26. Sistema monociclico.

25. Passiamo rapidamente in rassegna alcuni schemi di installazioni riferendoci alle rispettive figure.

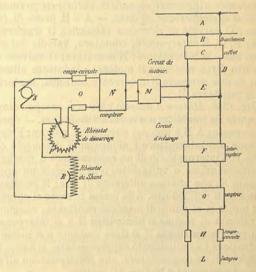


Fig. 1345.

Fig. 1345. Installazione di motori in derivazione sopra corrente continua a due, tre e cinque conduttori di una distribuzione di città. — A conduttori esterni; E distribuzione; F interruttore bipolare; G contatore; H valvole di sicurezza del circuito P di luce. M interruttore; N contatore; O valvole di sicurezza del circuito di forza motrice; P reostata d'avviamento; R reostata di campo; S motore.

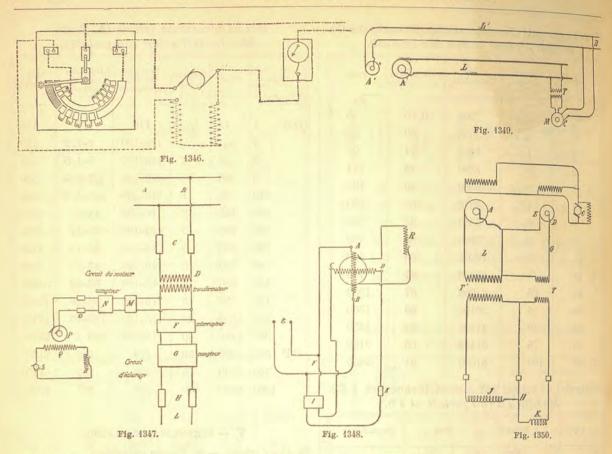


Fig. 1346. Installazione di motore in derivazione della A. E. G.

Fig. 1347. Installazione di motore a campo costante a correnti alternanti monofasi sulla rete primaria di una distribuzione di città. — A e B prese di corrente; C valvole di sicurezza primarie; D trasformatore; F, G, H interruttore, contatore, valvole del circuito luce. M interruttore; N contatore; O valvole del circuito forza motrice; P motore; p induttore alimentato da una sorgente S di corrente continua, moderata dalla resistenza R.

Fig. 1348. Motore a indotto chiuso a campo rotante montato su condottura a correnti monofasi. — i presa di corrente; A B è uno dei circuiti del motore; F derivazione con interruttore I alimentante il secondo circuito coll'intermediario di un condensatore o rocchetto di autoinduzione o voltametro o in generale un apparecchio K, che produca differenza di fase; R resistenza ai morsetti dell'indotto. Alla messa in moto si chiude I e si mette R al punto di massima resistenza; raggiunta la velocità di regime si diminuisce R e si interpone I. Ora però la resistenza R si tiene costante e si mette in derivazione l'avvolgimento supplementare; si hanno tre posizioni di un commutatore, che corrispondono all'arresto, avviamento e regime del motore.

Fig. 1349. Rappresenta un altro schema di connessioni per motori a correnti alternanti semplici. A è l'alternatore; L la linea; T il trasformatore il cui circuito secondario alimenta il circuito induttore di un motore M. Un secondo alternatore A<sup>1</sup>, di limitata potenza, disposto pure nella stazione centrale produce una corrente, che differisce di 90° dalla fase di quella prodotta da A. Una derivazione B presa sopra questa distribuzione, alimenta il secondo circuito C degli induttori, all'avviamento. Raggiunta la velocità normale, lo si sopprime.

La fig. 1350 dà lo schema della disposizione adottata dalla Deutsche Elektricitäts Werke di Aquisgrana per la distribuzione simultanea di forza e luce con correnti alternanti semplici. Alla stazione centrale un alternatore A da 150 chilowatt comanda direttamente una dinamo D provvista di un collettore C, che fornisce corrente continua, e di due armille E, dalle quali si può raccogliere corrente alternata: in E si raccolgono circa 3 chilow, di correnti alternate semplici di fase spostata di 90° rispetto alla corrente dell'alternatore principale. La potenza di 3 chilow. è sufficiente (pel caso speciale) all'avviamento; la corrente continua serve all'eccitazione delle due dinamo. La linea principale L serve un trasformatore, il cui circuito secondario può alimentare degli apparecchi di illuminazione ed il circuito induttore del motore.

Alla partenza un filo F comunica con una delle armille dell'alternatore E, l'altra essendo in comunicazione con un filo G, che finisce all'estremità di un trasformatore

Questo ed il trasformatore precedente sono riuniti in tensione e costituiscono unico apparecchio munito al centro di un filo comune; anche i circuiti secondari sono accoppiati in tensione e muniti di un filo comune H, centrale. Due circuiti alimentano i circuiti conduttori I e K, che vengono utilizzati al momento dell'avviamento, sopprimendosi in seguito il circuito ausiliario.

Fig. 1351. Schema di motore a corrente difasi. — Si hanno i due circuiti A e B muniti di interruttori; si potrebbe usare anche un filo comune.

Fig. 1352. Schema di motore a tricorrente. — È lo schema adottato dalla ditta Siemens ed Halske.

Fig. 1353. Rappresenta lo schema generale della distribuzione a tricorrenti installata ad Erding (Baviera) dalla ditta Siemens e Halske per distribuzione di luce

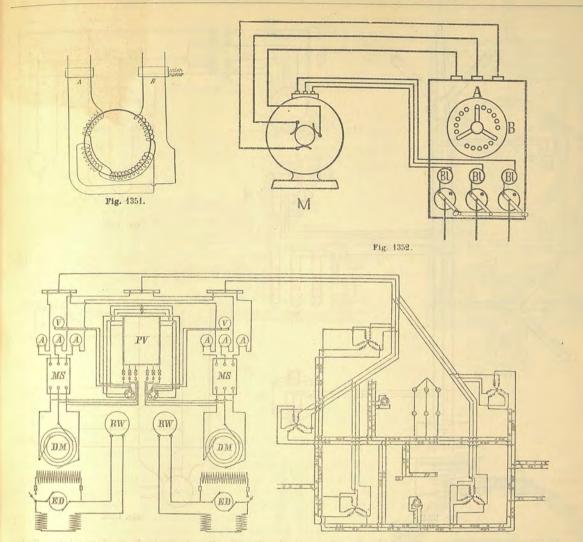


Fig. 1353.

e di forza motrice. E, D sono le eccitatrici (munite di reostati di campo R W) degli alternatori D M; M S sono i commutatori, muniti di valvole di sicurezza, A gli amperometri, V i voltometri, P V gli indicatori di fase. Segue lo schema generale della distribuzione coi trasformatori i cui circuiti secondari sono riuniti in parallelo.

La fig. 1354 offre lo schema di analoga distribuzione della A. E. G.

La fig. 1355 si riferisce al caso in cui una generatrice a corrente difasi con distribuzione a quattro conduttori alimenti, coll'intermediario di trasformatori, dei motori difasi e trifasi installati sulla condottura a tre fili alla quale i motori trifasi attingono direttamente la corrente, mentre quelli difasi la utilizzano dopo una seconda trasformazione.

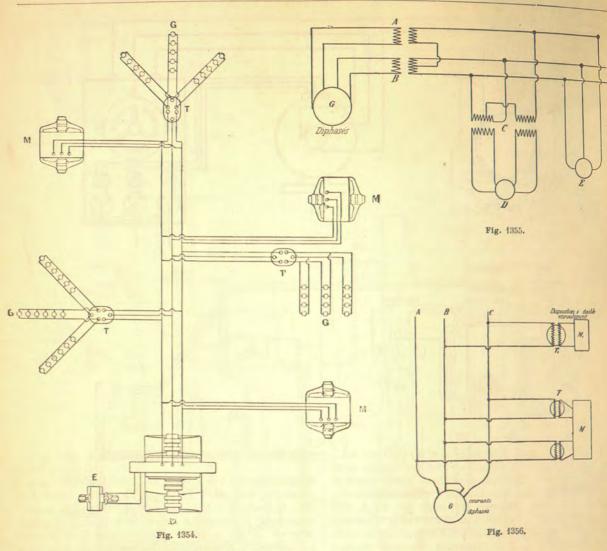
La Ditta Ganz e Ci ha adottata la disposizione rappresentata dalla fig. 1356 per alimentare dei motori a corrente difase e dei motori a corrente monofase con una condottura a tre fili, che riceve la corrente nel modo precisato nella figura, da un motore difase.

Si potrebbero moltiplicare gli schemi, ma quelli qui riportati dal libro del Laffargue, sono sufficienti per dare una chiara idea dei sistemi adottati.

### 26. Sistema monociclico.

Occorre accennare anche al sistema monociclico proposto dall'ing. Steinmetz della General Electric Co di New-York. Esso consiste in una modificazione del sistema a correnti alternate monofasi, che permette di mettere in movimento dei motori speciali a correnti alternanti, con facilità eguale alla messa in moto dei motori a correnti continue, senza portare variazioni sensibili nei circuiti di luce. La disposizione può essere applicata, sia sull'alternatore semplice o monofase della stazione generatrice, che diventa allora alternatore monociclico; sia nelle sottostazioni. Nel primo caso dalla stazione generatrice si derivano tre conduttori mentre nel secondo caso il terzo conduttore si stacca dalla sottostazione. In entrambi i casi le lampade ed i loro trasformatori sono derivati dai due conduttori principali soliti, mentre il terzo è il conduttore di avviamento.

L'alternatore monociclico differisce da uno ordinario perchè è provvisto di un avvolgimento supplementare collocato tra i rocchetti successivi di quello principale; le fem indotte in questo nuovo avvolgimento restano spostate rispetto alle fasi di quelle dell'avvolgimento principale. Una estremità dell'avvolgimento supplemen-

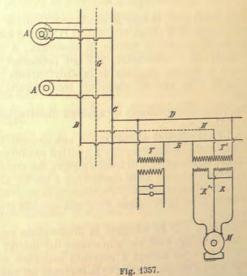


tare è riunita al mezzo di quello principale e l'altra estremità, per mezzo di un'armilla e di una spazzola, al terzo filo. Si possono stabilire le cose in modo che lo spostamento dell'avvolgimento ausiliario sia di 60°; nel qual caso, disponendo due trasformatori in serie tra i due fili principali e riunendo il loro filo comune al terzo filo, avendo cura di invertire di 180 gradi l'angolo di fase di una delle correnti (invertendo le comunicazioni rispettive), le correnti nei tre conduttori riesciranno spostate di 120° e genereranno così un campo magnetico trifase, che servirà alla messa in moto di speciali motori a campo magnetico rotante. Invece di cambiare le connessioni dei trasformatori si possono cambiare quelle di uno dei tre avvolgimenti di un motore trifase, e quindi inserirlo sugli stessi gruppi di trasformatori sui quali si inseriscono le lampade.

La fig. 1357 offre un'idea del sistema; si ha in A un alternatore monociclico; in  $A_1$  un alternatore ordinario; in T un trasformatore per illuminazione; in  $T_1$  un trasformatore pel motore trifase M.

Si ha, in altre parole, una distribuzione a correnti alternanti ordinarie con un terzo filo che permette una distribuzione a correnti trifasi: colla differenza, che mentre nei soliti motori trifasici, si sviluppa un contro fem eguale nelle tre bobine, nel sistema monociclico si dispongono le cose in modo che nell'avvolgimento corrispondente al filo di avviamento la cfem sia grande

rispetto alle altre, in modo da rendere minima l'intensità della corrente e quindi le dimensioni del terzo filo.



Cosicchè il motore monociclico all'avviamento si comporta come motore trifase ed a velocità normale funziona come motore monofase sincrono, talchè durante il

### AEROMOTORI DELLA

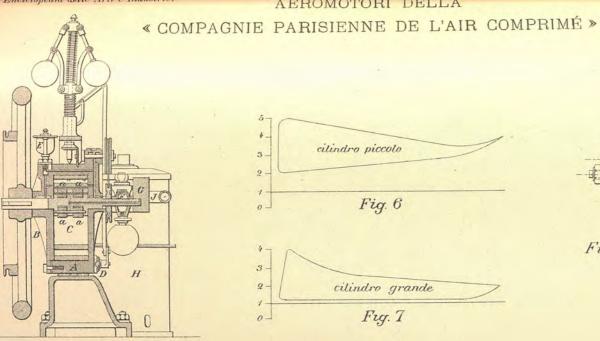


Fig. 1

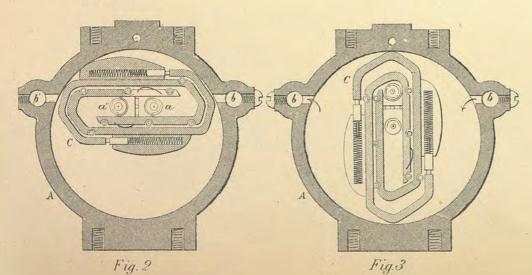
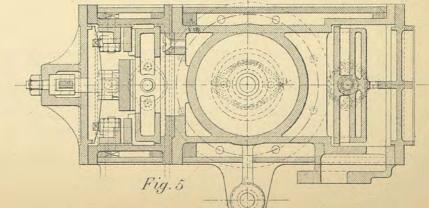
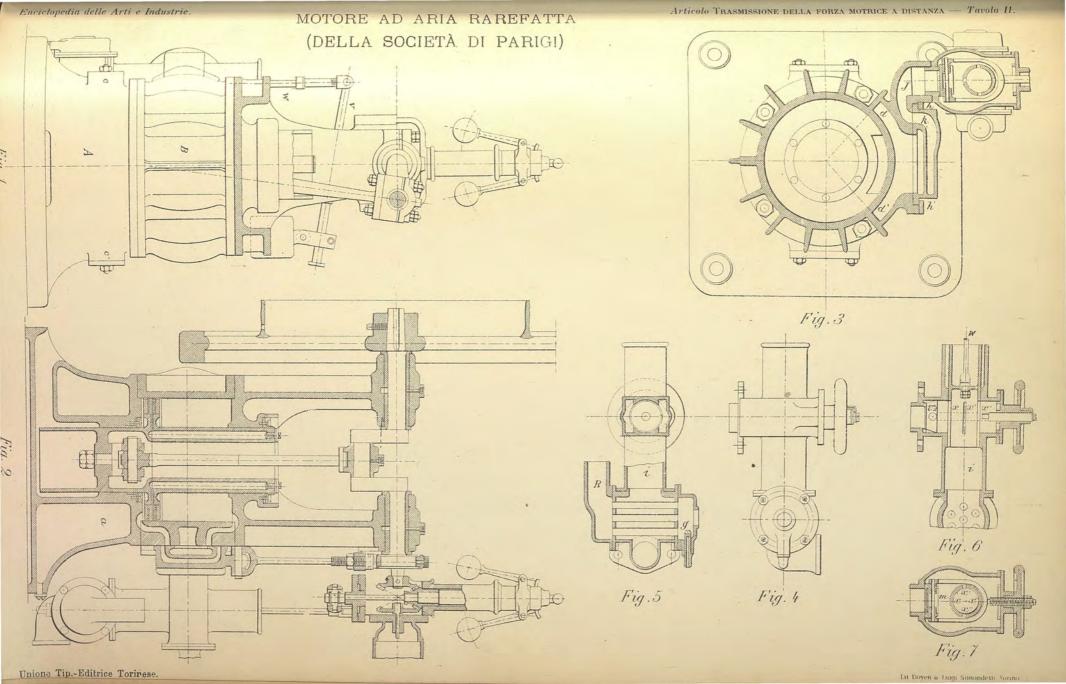


Fig. 4





regime si potrebbe anche sopprimere la comunicazione col terzo filo, salvo a funzionare ancora da trifase qualora in causa di sovraccarico la velocità tenda a diminuire.

Sembra che le applicazioni di questo sistema vadano generalizzandosi in America e veramente anche dal nostro cenno incompleto si rendono evidenti i vantaggi della disposizione, non molto diminuiti dalla complicazione che le è inerente.

### VI. - TRASMISSIONI A GRANDE DISTANZA.

27. Cenni storici. — 28. Esperienze di Francoforte. — 29. Diversi sistemi di trasmissione. — 30. Scelta del sistema. — 31. Particolarità dei diversi sistemi. — 32. Costo di un trasporto elettrico. — 33. Installazione di Genova. — 34. Installazione di Bremgarten.

### 27. Cenni storici.

Il primo esperimento pubblico di trasporto elettrico dell'energia meccanica risale al 1873; è stato eseguito all'Esposizione di Vienna dal dottor H. Fontaine, che ha messo in evidenza la riversibilità delle dinamo, scoperta da un operajo, il quale aveva sbagliato una connessione di fili. Da quell'epoca la società Gramme di Parigi ha cominciato ad installare dei veri trasporti di forza a distanze limitate. Il prof. Marcel Deprez concepì nettamente la necessità di ricorrere ad elevate forze elettromotrici per estendere la distanza del trasporto. Le sue esperienze, non coronate però da completo successo, mostrarono la possibilità della trasmissione; esse furono le seguenti:

1º tra Wiesbach e Monaco, nel 1882 (distanza di 57 chilom., resistenza della linea 950 ohm, potenza fornita dal motore elettrico 0,25 di cavallo) col rendimento commerciale di 0,25 circa, alla tensione di 1500 volt della generatrice;

2º alla Gare del Nord, nel 1883 (lunghezza della linea 17 chilometri, resistenza 138 ohm, potenza fornita dal motore 4,44 cavalli) col rendimento di 0,36; alla tensione di 2238 volt della generatrice;

3º tra Vizille e Grenoble nel 1883 (distanza 14 chilometri, resistenza della linea 167 ohm, potenza fornita dal motore elettrico 6,67 cavalli) col rendimento di 0,62 essendo di 1140 volt la tensione della generatrice;

4º tra Creil e Parigi nel 1885 (distanza 56 chilometri, resistenza della linea 97 ohm, potenza fornita dal motore 52 cavalli) col rendimento di 0,45 circa, quando la tensione della generatrice era di 6000 volt.

Queste ultime esperienze, costosissime, furono ben lontane dal dare i risultati, che se ne riprometteva l'autore.

L'anno dopo, il dottor Fontaine, volendo mostrare che con mezzi più semplici e già a disposizione dell'industria, si potevano realizzare in migliori condizioni le esperienze Deprez, adoperò quattro dinamo Gramme eccitate in serie e riunite in tensione, comandate da un albero comune; esse comunicavano per mezzo di resistenze artificiali di 100 ohm, con tre ricettrici identiche, solidali fra loro. La tensione totale delle generatrici era di 5900 volt, la corrente di 9,5 ampère; il rendimento corrispondente ad una potenza utile di 50 cavalli superava 0,52.

Le sette dinamo impiegate pesavano 8400 chilogrammi, mentre il materiale impiegato da Deprez pesava otto volte di più; la spesa totale fu di circa 1600 lire mentre quella delle esperienze di Creil superò il milione e mezzo.

Parecchie notevoli installazioni industriali di trasporti a distanza seguirono queste esperienze, tra le quali prima quella della Casa di Oerlikon tra Kriegstetten e Soletta (1888) (distanza 8 chilometri, linea a 3 conduttori di resistenza 4,5 ohm ciascuno, potenza restituita dal motore 22 cavalli) con un rendimento industriale di 0,477, la generatrice funzionando alla tensione di 2130 volt.

Notevoli pure le installazioni di Sciaffusa (rendimento commerciale 0,78) di Lugano, di Gravelona Toce (distanza 500 metri, rendimento 0,785), di Trento per distribuire luce e forza motrice; di Locle, pure per luce e forza motrice per la piccola industria. Interessantissimi l'impianto della Valle del Polcevera (Genova) che descriviamo in seguito, quello della ditta Schuckert tra Lauchertal e Sigmaringen (5 chilometri di distanza, linea a tre conduttori con dinamo da 1100 volt; rendimento ind. 0,70), ecc.

Tra gli impianti a corrente alternata, citiamo quelli di Cassel, Intra (signor Sutermeister), Carcassonne (Francia) con motori sincroni; delle carboniere di Decize (nel dipartimento di Nievre) della Casa Schneider e C. eseguita con macchine e motori Ganz; l'impianto eseguito dalla ditta Weyher e Richemond col sistema Brown nello stabilimento Menier a Noisiel (Seine et Marne, Francia) dove si distribuisce a molte macchine industriali ed agricole l'energia prodotta da tre turbine da 200 cavalli, ecc.

28. L'applicazione pratica delle correnti rotatorie al trasporto di energia fu messa in evidenza dalle esperienze fra Lauffen e Francoforte (1891) eseguite in occasione dell'Esposizione di elettricità di Francoforte sul Meno; esse resteranno celebri nella storia delle applicazioni dell'elettricità, segnando un notevole progresso della trasmissione elettrica dell'energia meccanica.

A Lauffen, in una fabbrica di cemento di cui si utilizzava la forza motrice (una caduta del Nekar) era messa in movimento la dinamo Brown (descritta) che a 150 giri assorbiva 300 cav. di forza e produceva le tre correnti a concatenazione aperta, a 50 volt. Esse entravano in un quadro di istrumenti di misura e quindi in un trasformatore, che innalzava il potenziale efficace a 15 000 volt.

Per mezzo di tre conduttori di rame di 4 mm. di diametro venivano condotte a Francoforte nel recinto dell' Esposizione a 175 chilometri dalla generatrice, dove un trasformatore simile al primo ne riduceva la tensione a 100 volt. La corrente a bassa tensione serviva parte ad alimentare 1000 lampade ad incandescenza, parte ad animare il motore trifase Dobrowolski, da 100 cavalli, pure descritto, ed alcuni altri minori, applicati ad attivare dinamo (fig. 1358), ventilatori, ecc.

Il rendimento della trasmissione tra l'asse della turbina ed i morsetti del trasformatore secondario di Francoforte è stato circa di 0,75, ma esagerata ne risultò la spesa di impianto.

Il materiale impiegato in questa classica installazione venne utilizzato per un impianto stabile tra Laussen ed Heilbronn; la corrente prodotta dalla dinamo Brown è trasformata a 5000 volt e condotta ad Heilbronn; circa a mezza strada una derivazione alimenta un trasformatore che serve la borgata di Southeim; ad Heilbronn si ha un trasformatore che abbassa la tensione a 1500 volt dai cui morsetti secondari la corrente è portata nel centro della città; da qui si parte una rete di conduttori a 1500 volt che percorre le vie principali e mette capo a 25 stazioni secondarie dove piccoli trasformatori abbassano la tensione a 100 volt.

La corrente serve, tanto all'alimentazione di lampade, che a muovere diversi motori trifasi installati sulla rete

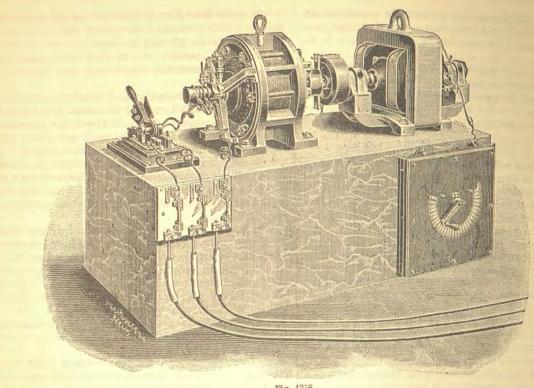
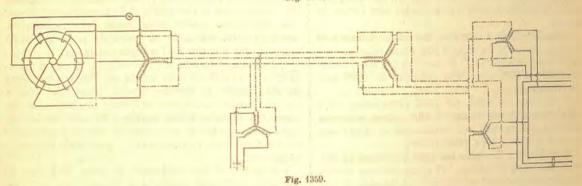


Fig. 1358.



a 100 volt per le piccole forze e su quella a 1500 volt per le forze maggiori.

La fig. 1359 dà lo schema dei circuiti principali di questa interessante installazione dovuta all'ing. Miller. Da quell'epoca i trasporti di forza con correnti polifasi si sono segulti numerosi e rappresentano oggi una delle migliori soluzioni del problema.

### 29. Diversi sistemi di trasmissione.

Dovendosi progettare una trasmissione di forza a distanza, la prima idea che si presenta è quella di sapere se la trasmissione elettrica sia la più adattata pel caso di cui si tratta. Si può dire in generale, che se la distanza è notevole, la trasmissione elettrica sarà conveniente. Sopra questo argomento si sono pubblicate molte cifre, che hanno spesso il difetto di partire da preconcetti oppure di generalizzare le conclusioni che convengono ad un caso speciale, epperò ometto di riportarle. Il problema va studiato caso per caso, nè l'indole di questo articolo ne permette la discussione. Rammenteremo che a pag. 1076 del volume V di questa Enciclopedia è riassunta una bella monografia dell'ing. Beringer nella quale si confrontano diversi sistemi di trasmissione, con quello elettrico. I prezzi presi a base del lavoro sono ora in gran parte diminuiti, e se si volesse ripetere il confronto con dati moderni, le conclusioni riescirebbero assai più a vantaggio dell'elettricità, sopratutto tenendo conto degli ottimi rendimenti delle dinamo odierne, degli alti potenziali che si possono raggiungere e dei requisiti industriali che presentano i motori a corrente rotatoria.

Per chi desiderasse altri elementi sopra questo argomento e sopratutto sul costo delle condutture per trasmissioni con correnti polifasi, citerò la comunicazione dell'ing. Dilmann « sulla portata delle correnti di elevate tensioni » fatta all' Elektrotecnischer Verein del 15 dicembre 1891, riassunta dalla Lumière electrique del 27 febbrajo 1892 e quella del dott. Lahmeyer sui progressi dell'elettricità relativi alla trasmissione di forza motrice a distanza, riportata nella Lumière électrique del 4 giugno 1892. Per un interessante paragone colle trasmissioni telodinamiche, che altra volta erano le sole usate dall'industria, citerò la memoria del dott. Stilwell pubblicata nel n. 65, anno 1894, dell'Industrie électrique.

# 30. Scelta del sistema.

È difficile lo stabilire quale sia migliore tra i diversi sistemi di trasmissione elettrica dell'energia; perchè la scelta dipende non solo dalle condizioni particolari del caso che si considera, ma anche dalle abitudini, dalle attitudini, direi quasi dalla preferenza, dei costruttori o delle persone che devono scegliere il sistema.

Vi sono delle Case, che hanno fatto una specialità di un dato sistema, che vanno sempre perfezionando nei suoi dettagli; qualunque applicazione si presenti, essi proporranno il loro sistema, per quanto non sempre sia il

più adatto.

Così, per esempio, la Comp. de l'Industrie électrique (Thury) di Ginevra cui sono dovuti tanti splendidi impianti di trasmissioni elettriche, tra cui quello del Gorzente, non si occupa che di trasmissioni con correnti continue ad elevate tensioni, perchè è riuscita a realizzare con grande successo la distribuzione in serie ad alta tensione, senza alcuna trasformazione, e sostiene che per le trasmissioni a grandi distanze ciò assicura notevoli vantaggi su tutti gli altri sistemi. Ma questo non è per es. il parere della Ditta Brown-Boveri, che realizza ottimi impianti con dinamo e motori polifasi.

L'anno scorso la « Società Italiana per condotte di acqua » volendo studiare la convenienza di trasportare a Milano la forza idraulica disponibile a Tornavento (8 metri cubi al secondo con 35 metri di caduta) a 42 chilometri di distanza, ha indetto tra diverse Case specialiste un concorso, per avere dei progetti. Ed ebbe progetti a corrente continua, alternata e rotatoria, ognuno dei quali cercava di dimostrare di essere il migliore per quel caso speciale. Ma il fatto stesso di questa pluralità di opinioni è indizio della mancanza di un concetto sicuro e indiscutibile al proposito.

I Comuni svizzeri di La Chaux-de-Fonds e Du Locle, per utilizzare una porzione di una caduta d'acqua della Reuse sulla quale hanno diritto, hanno pure indetto lo scorso anno un concorso fra alcune case specialiste. Si tratta di un trasporto importante: 3200 cavalli a 24 chilometri (1). Anche qui le diverse ditte presentarono progetti basati sopra sistemi diversi, i cui principali dati tecnici sono riassunti nel prospetto seguente:

	TURBI	NE	G	ENERAT	RIOI	RICETTRICI E DISTRIBUZIONE		
	Potenza delle unità in cavalli	Velocità (giri al minuto)	Natura della corrente	Indotto	Tensione della corrente	Frequenza	Prima trasformazione (tensione)	Tensione finale
Brown-Boveri	400	1200 900 600	altern, monofase	mobile	7500	40	2000	2×150
Oerlikon	450	200	altern. monofase	fisso	5500	50	_	2×150
Alioth e C	400	250	trifase	fisso	8000	35	100 (continua)	2×150
Siemens-Halske	360	300	trifase	fisso	250 trasf. a 7500	50	2000	120
C.a Industria Elettr.	400	310	continua	mobile	$5 \times 2200 = 11000$	-	_	160
Schuckert et C	468	250	altern. monofase	fisso	100 trasf.a 10000	38	100 (corr. cont.)	per acc. 2×150
14 = 7	400	250						- 4
Oerlikon	800 e 400	200	trifase	fisso	6500	50	continua	2×160
	400	300	)		1	1		
C.* Industria Elettr.	400	310	continua	mobile	$8 \times 1800 = 14400$	-	-	2×150

La Commissione nominata per l'esame delle diverse offerte, comprese nella prima parte del prospetto, ha organizzato un secondo concorso tra le due ditte che vennero preferite, cioè la Oerlikon e la Comp. de l'Industrie electrique. Nella seconda parte del prospetto sono riassunti i dati principali che si riferiscono alle due ultime offerte. Tra le quali è stato preferito il progetto della Compagnie de l'Industrie electrique, dando la vittoria alle correnti continue e ad alta tensione (14,400 volt).

E utile forse osservare che non tutti i competenti hanno approvato la scelta della Commissione, il cui verdetto sintetizza l'opinione dei suoi membri, senza però essere un giudizio assoluto, cui tutti debbano inchinarsi.

Il concetto dominante (e forse troppo restrittivo) è stato quello di non raccomandare per la scelta, che un sistema assolutamente sicuro, che già abbia fatto buona prova e che non lasci alcuna alea relativa all'esercizio ed al buon funzionamento.

La città di Neuchâtel volendo pure utilizzare una porzione della forza idraulica disponibile nella Reuse bandì analogo concorso, al quale risposero sette ditte costruttrici; dalla Commissione di esame dei diversi progetti, della quale faceva parte il nostro prof. Colombo, venne preferito per le sue qualità di rendimento elevato e moderazione nelle spese di esercizio, quello della Società di Elettricità Alioth, di Münchenstein (presso Basilea), il quale dopo alcune modifiche è ora quasi ultimato.

Tra i diversi punti di vista sotto ai quali la Commissione ha esaminato i diversi progetti, il più importante era quello relativo al sistema generale di corrente, proposto dai 7 concorrenti. « La Commissione è stata d'avviso (2) che la corrente continua, benchè in generale sia ben appropriata tanto per l'illuminazione che per i motori elettrici, non potrebbe essere raccomandata nel caso speciale, perchè in ragione della distanza, abbastanza grande, della forza motrice, bisogna impiegare per la

<sup>(1)</sup> V. Rapport du Jury sur le concours relatif au projet d'utilisation et de transport par l'électricité d'une partie des forces motrices de la Reuse, Imprimerie du National Suisse, La Chaux-de-Fonds, 4894.

<sup>(2)</sup> Rapport du Jury d'Experts au Conseil comunal de Neuchâtel sur le concours ouvert pour la Transmission Électrique et l'utilisation des forces motrices le La Reuse. Neuchâtel, AttInger Frères, 1894.

sua trasmissione delle correnti ad alta tensione e perchè queste sono più difficili a distribuire ed a trasformare in bassa tensione che le correnti alternanti ».

In quanto ai differenti generi di corrente, il giurì avrebbe preferito, per l'illuminazione, la corrente alternante a semplice fase, anzichè quella a più fasi, perchè permette di tenere tutte le lampade sopra due fili, mentre coll'altro occorre ripartire le lampade in parecchi gruppi sopra tre linee, il che rincara l'isolamento e complica la installazione delle lampade.

Invece, pel funzionamento dei motori di forza considerevole, il Giurì ha creduto che la corrente polifase si presti meglio di quella alternante semplice, poichè con quest'ultima i motori esigono molta corrente per l'avviamento ed espongono a forti variazioni di tensione quando, come a Neuchâtel, se ne vogliono impiegare

di grandi dimensioni per gli opifici.

Poichè a Neuchâtel l'illuminazione ed il trasporto di forza hanno quasi la medesima importanza, il Giuri raccomandava per l'illuminazione l'impiego di corrente alternante ordinaria e pei grandi motori di corrente

polifase.

Tale combinazione è facile a realizzare, sopratutto a Neuchâtel, poichè pel servizio delle strade ferrate e dei grandi opifici bisogna ricorrere a linee speciali, per evitare che forti variazioni nel lavoro abbiano a provocare un incostante andamento delle macchine, e con ciò una illuminazione poco tranquilla.

L'effetto utile e la quantità di energia disponibili coi

diversi progetti sono:

Progetto	I	II	III	IV	e V	VI	VII
Energia in cav.	1369	1062	922	-		_	800
Effetto utile	0,658	0,741	0,72	Luce 0,65	Forza 0,72	_	0,84

Tali indicazioni non permettono un esatto paragone perchè: lo il consumo in luce e forza sul quale i diversi progetti erano calcolati, veniva apprezzato differentemente; 2º l'effetto utile non è stato valutato in rapporto alle medesime parti delle installazioni; 3º i calcoli dell'effetto utile non corrisposero sempre alle garanzie indicate.

Per rendere paragonabili i rendimenti bisognava ridurre i consumi d'energia alle stesse basi; ed ecco le cifre espresse in ettowatt:

Progetto	I	II	III	1V e V	VI	VII
Luce	2863	3350	2736	3300	3000	2448
Forza	4132	2750	2166	423,5 cav.	1900	2250

Adottando per tutti i progetti lo stesso consumo, che del resto è indipendente dal sistema scelto dai diversi concorrenti, si sarebbe ottenuto il seguente consumo in ettovatt:

Per	l'illuminazione	pubblica	10	625
>>	» ALUMIN	privata		2142
*	motori elettric			582
>>	trazione	A STATE OF		1975

Calcolando per tutti i progetti i rendimenti rapporto ai medesimi punti di utilizzazione e le perdite per i differenti apparecchi e macchine secondo i rendimenti garantiti dai concorrenti, mentre pei conduttori si precisava la perdita secondo le dimensioni adottate dai diversi concorrenti, la Giurla calcolò il rendimento che variava da un progetto all'altro nei limiti di 0,83 a 0,72, riuscendo migliori il progetto VI con 0,83; il VII con 0,81; il II con 0,79.

Il progetto Alioth trovò opportuno di separare la distribuzione della forza da quella della luce, impiegando per quest'ultima la corrente monofasica (a 4000 volta) come quella che meglio corrisponde a tale scopo. I motori di forza superiore a 100 cavalli sono sincroni e verranno attaccati direttamente alla linea primaria, senza trasformazione; quelli superiori a 50 cavalli, pure sincroni, verranno attaccati alla rete secondaria; quelli di forza inferiore sono asincroni. Mentre i motori di potenza inferiore ai 4 cavalli sono monofasici e verranno inseriti nella rete di illuminazione.

Il municipio di Lione trovandosi in analoghe condizioni ha chiesto dei progetti per la produzione e distribuzione di energia elettrica nella città di Lione e suo circondario. La Giurla esaminatrice, della quale faceva parte il nostro prof. Ferraris, ha trovato che « nessuno « dei progetti presentati si potrebbe attuare nella sua « forma attuale ». E pur lodando il notevole progetto a corrente continua della Compagnia dell'Industria elettrica (1) non crede di doverne raccomandare l'adozione esso non presentando le qualità di pieghevolezza e di elasticità richieste a Lione, a motivo delle condizioni estremamente variate che si presentano per l'utilizzazione della energia elettrica distribuita, qualità che le correnti polifasi assicurano, a modo di vedere della Commissione, in guisa più completa.

È ovvio adunque, come nello stato attuale delle cose, un giudizio assoluto sulla scelta di uno o dell'altro sistema, non possa darsi in modo generale, dovendosi volta per volta studiare le condizioni speciali e paragonare diligentemente i diversi sistemi, onde precisare quale, in quel caso, offra sugli altri una prevalenza di condizioni favorevoli. Le condizioni del problema si cambiano molto secondochè si tratti di un trasporto di energia esclusivamente per forza motrice, o per illuminazione (come quello da Tivoli a Roma) o per entrambi gli scopi e secondo che la distribuzione sia più o meno

frazionata.

# 31. Particolarità dei diversi sistemi.

I sistemi di trasmissione possono essere — come si è visto — a correnti alternanti monofasi o polifasi ed a corrente continua. Si può asserire che pel trasporto di forza, le correnti alternanti semplici sono le meno adatte; mentre sono forse preferibili pel trasporto di energia per illuminazione, poichè si possono ottenere facilmente correnti ad alta tensione, sia direttamente che per mezzo di trasformatori; e sono anche utilizzabili facilmente, con trasformatori di ottimi rendimenti.

I motori a corrente alternante semplice non potendosi avviare sotto carica, esigono nella migliore ipotesi (perchè molti non si avviano nemmeno a vuoto) l'impiego di puleggia folle e fissa e in certe condizioni di lavorazione questa limitazione nel loro uso è sfavorevole.

Inoltre non si prestano ad un servizio razionale che se sono del tipo Brown, ed anche in questo caso esigono per l'avviamento un aumento di energia tale da portare perturbazioni notevoli nella rete, se si tratta di grandi forze specialmente.

<sup>(1)</sup> L'Elettricità, 4895, p. 534.

Si è cercato di evitare l'inconveniente, adottando un trasformatore speciale di avviamento che fornisca corrente secondaria di debole fem ma di intensità sufficiente alla messa in moto; ed abbiamo incontrato nel sistema monociclico una elegante disposizione per il medesimo secono.

L'aumento improvviso dell'intensità della corrente all'avviamento, si constata pure, in minori proporzioni, coi motori bifasici e trifasici come conseguenza dello spostamento di fase che si produce nella rete tra intensità e fem. ed esercita influenza sensibile sulle reti di distribuzione, che diventa nociva specialmente se — come nella pluralità dei casi — servono tanto per illuminazione che per forza motrice. Si rimedia in parte a questi inconvenienti coll'uso di reostati di avviamento inseriti nel circuito dell'indotto, dal quale si vanno progressivamente eliminando. Però tale disposizione, che esige l'aggiunta di armille di frizione, toglie a questa classe di motori la loro principale caratteristica meccanica.

Il miglior rendimento dei motori a correnti alternanti si ottiene con una velocità prossima a quella corrispondente al sincronismo; epperò la loro più razionale applicazione ha luogo nei casi, in cui non sia necessario un continuo cambiamento di velocità.

Il rendimento dei motori a campo rotante non la cede a quello delle migliori dinamo a corrente continua, e si mantiene in buone condizioni anche quando il carico non è completo. Tali motori si avviano spontaneamente anche a pieno carico ed hanno la proprietà di poter fornire potenze superiori alle normali, senza molta variazione di velocità, cosa importante in alcuni momenti speciali della lavorazione. Si costruiscono facilmente per alte tensioni; ed in ogni caso la possibilità di innalzar questa per mezzo dei trasformatori, è preziosa. Tanto più, che il minor rendimento dei trasformatori a carichi parziali in moltissimi casi non ha influenza economica sull'installazione; avviene così tutte le volte in cui la variazione nella quantità di forza motrice generatrice non abbia influenza sulle spese; come nel caso in cui si utilizzi una caduta d'acqua, pel quale il consumo a carico ridotto ha poca influenza sull'economia generale, mentre invece importa molto di poter trarre il massimo effetto utile quando l'impianto è tutto in carica, cioè quando si utilizza tutta l'acqua disponibile.

I motori a campo rotante, che utilizzano direttamente la corrente ad alta tensione, si trovano in migliori condizioni di sicurezza di quelli a corrente continua, poichè la corrente percorre soltanto la parte esterna, fissa, del motore, che può convenientemente venir protetta. L'organo girevole non è in comunicazione colla corrente esterna e resta percorso da correnti di fem moderate, le quali percorrono anche le armille dei motori ed i relativi contatti striscianti, quando per la loro speciale costruzione convenga ricorrere a reostati di avviamento e di regolazione. Ove questi si applichino al circuito induttore (pratica meno conveniente) oppure vengano soppressi, come nei piccoli motori, il motore a corrente polifase si presenta come un ideale del genere.

Relativamente alle dinamo a corrente monofasica, quelle trifasiche hanno il vantaggio di utilizzar meglio l'avvolgimento, in modo che la stessa dinamo avvolta per correnti trifasiche raggiunge una potenza di 100 mentre non avrebbe che quella di 70 se fosse avvolta per corrente monofasica.

La condottura presenta un apparente svantaggio per le correnti trifasiche, occorrendo tre invece di due conduttori; ma difatto l'inferiorità non ha luogo, poichè a parità di perdita il peso del rame nel caso della corrente alternante è di <sup>1</sup>/<sub>3</sub> maggiore che nel caso della trifasica; e tenendo conto del maggior numero di isolatori occorrenti e della mano d'opera maggiore, da un calcolo fatto per un trasporto di 1000 cavalli a 5 chilometri, le spese complessive di condottura risultarono circa del 20 <sup>0</sup>/<sub>0</sub> minori per le correnti trifasiche rispetto alle monofasiche.

Rispetto alle bifasiche invece, secondo l'ing. Görges, la potenzialità di un motore trifasico è maggiore del 6% circa, e secondo il Kapp il peso del rame per grandi condotture di alto potenziale per una stessa massima tensione negli avvolgimenti delle macchine, è circa del 33% maggiore nel caso delle correnti bifasiche a tre fili, del 100% maggiore nel caso delle correnti bifasiche a 4 fili, che il peso delle linee a corrente trifasica.

Quando una distribuzione a corrente rotatoria serve per forza motrice e per illuminazione, si era trovata la necessità di adottare un sistema equilibratore che regoli la fem fra i tre fili quando varia la loro carica. È da osservare però che la debole reazione dell'armatura negli alternatori tricorrentici, riduce molto questo difetto, al quale in principio si diede soverchia importanza, tanto che al caso pratico è quasi trascurabile, come lo mostrano recenti impianti nei quali, ad esempio di quello di Chemnitz, gli equilibratori si dimostrarono inutili e vennero soppressi.

I motori asincroni a tricorrente, il cui uso nella pratica si è rapidamente esteso, non solo pei grandi trasporti a distanza, ma nelle distribuzioni di città e di opifici, hanno mostrato di adattarsi con notevole elasticità ai bisogni dell'Industria; si mettono in moto, come si è visto, a pieno carico e possono rapidamente raggiungere la velocità di regime, conseguita la quale si muovono quasi sincronicamente ai generatori, finche un istantaneo sovraccarico ne rallenti per poco il movimento. È tutto ciò senza collettori o spazzole nè contatti striscianti; la qual cosa, riunita ad un buon sistema di lubrificazione ad anelli, rende minima, quasi nulla, la sorveglianza che in altre macchine deve essere continua e diligente.

L'applicabilità dei motori a correnti rotatorie non si limita quindi alle trasmissioni a grandi distanze e con elevate tensioni, ma è opportuna anche alle distribuzioni a piccole distanze.

I motori a corrente continua per le piccole forze sono indicatissimi negli impianti delle città, potendosi facilmente attaccare alle reti di illuminazione in derivazione e presentando andamento sicuro e buon rendimento.

În generale per piccole distanze in cui si abbia da eseguire una distribuzione di forza si applicano con successo i motori a corrente continua, stabilendo una rete a tensione costante.

Le moderne dinamo a debole reazione di indetto munite di spazzole disposte in posizioni fisse, come quelle delle tramvie elettriche, non hanno quasi niente da invidiare agli ottimi motori a corrente rotatoria sui quali ci siamo intrattenuti.

Crescendo la distanza e la forza, si ricorre vantaggiosamente ai sistemi a tre e cinque conduttori, che hanno dato buona prova negli impianti di Schio, Sciaffusa, ecc. ottenendosi una installazione, in cui parecchie macchine generatrici e ricevitrici si trovano nelle medesime condizioni ed hanno la medesima regolarità d'andamento, che si ritrova nel semplice impianto costituito da due dinamo in serie, riunite da condottura.

Quando la distanza cresce ancora, i fili intermedi spariscono, e si viene alla disposizione di generatrici in serie, delle quali, come si è detto, la Compagnia dell'Industria elettrica si è fatta una specialità.

Questa Casa attribuisce molto valore al fatto che la corrente continua permette di effettuare un trasporto di forza, utilizzando la tensione più elevata al punto di vista dell'isolamento, senza alcuna trasformazione; e ciò facendo uso del sistema in serie, nel quale tutti i motori, uno dopo l'altro, sono attraversati dalla medesima corrente (tipo Genova e progetto per utilizzare le cascate del Niagara).

Ma il sistema meccanico di autoregolazione riceve una complicazione, e non evita il pericolo che un motore mal maneggiato lasci interrompere il servizio di tutto l'impianto. Nel caso di forze importanti, da trasmettersi a grandi distanze (ciò che implica l'adozione di tensioni elevate) colle correnti continue si può ottenere la necessaria tensione direttamente colle dinamo, mettendone in serie un numero tale, che la tensione d'ogni dinamo non oltrepassi quel voltaggio che permetta un avvolgimento sicuro.

In tal modo il voltaggio totale resta limitato solamente dall'isolamento alla terra, il quale può ottenersi, senza troppe difficoltà, soddisfacente, sia per le dinamo, che per la linea.

Invece, nel caso delle correnti alternanti, l'elevata tensione viene fornita da trasformatori, tra le spirali dei quali vi è quindi una elevata differenza di potenziale, fonte di guasti evitati o diminuiti, solamente dalla pratica adottata, di immergere tali apparecchi in olii molto isolanti.

Le successive trasformazioni cui dànno luogo le dinamo ed i trasformatori a correnti alternanti o rotatorie, sono evitate col sistema della corrente continua in serie, che da questo lato presenta migliore rendimento.

Benchè niente impedisca, anche nel caso di correnti rotatorie, di utilizzare direttamente la tensione, d'altra parte ove necessiti per scopi di illuminazione o per altre ragioni di aver corrente a bassa tensione, la trasformazione a correnti alternanti è più economica, più facile e di miglior rendimento di quella che si ottiene coi trasformatori a correnti continue, costituiti da due dinamo accoppiate.

# 32. Quanto costa un trasporto di energia a distanza?

Basta enunciare il problema per vedere che la sua soluzione generale non può darsi; ma che, volta per volta, va studiata.

I dati pratici sono preziosi; e farebbe opera utilissima chi ne riunisse molti e li classificasse con cura secondo le potenze da trasportarsi, le distanze dei trasporti ed i sistemi adottati.

Mi sembra interessante dare, a titolo di notevole esempio, il riassunto del costo a cui sarebbe asceso il trasporto di La Chaux de Fonds e di Locle secondo i diversi progetti presentati. Tali progetti dovevano prendere in considerazione tre periodi di esecuzione, corrispondenti rispettivamente ad un trasporto di 1200, 2400, 3200 cavalli; riporterò le cifre relative al secondo periodo.

2 (1 20)	Brown- Boveri	Oerlikon	Alioth	Siemens- Halske	Comp. Ind, Elettr.	Schuckert
Creazione della forza motrice	517000	517000	517000	517000	517000	517000
Officina generatrice (Combe-Garrot):	diam'r.		of themeton		- 1 TON	
a) Parte idraulica	248380	258400	258700	260400	251410	261100
b) » elettrica	176650	205620	189600	387560	193800	339700
Linee di trasporto:				1		
a) La Chaux-de-Fonds	122400	264300	119850	123250	99400	106600
b) Le Locle	59680	111000	58725	60525	51500	53050
Stazioni di distribuzione:				1 parent	ham was	
a) La Chaux-de-Fonds	139300	84450	225100	186200	285400	332000
b) Le Locle	97950	179000	133500	96200	182000	243350
Rete	430000	430000	430000	430000	430000	430000
Accumulatori	_	_	_	0 18	_	111000
Totali, compresa la creazione della forza	1791360	2049770	1932475	2061135	2010510	2394660
» non compresa la creazione della forza	1274360	1532770	1415475	1544135	1493510	1877660
cavvap.	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Potenza idraulica da trasmettere chilowatt	1766	1766	1766	1766	1766	1766
» trasmessa utile »	1317	1386	1315	1304	1206	1146
Rendimento finale	0,745	0,785	0,744	0, 735	0,683	0,649
Costo in lire, per chilowatt utile:	10	0, 100	21,122			
compresa la creazione di forza	1360	1479	1469	1581	1667	2089
senza » »	968	1106	1076	1184	1238	1638

Le spese di esercizio essendo un fattore altrettanto importante quanto quello delle spese di impianto, esse vennero studiate diligentemente dalla Giurla, tenendo conto non solo dell'interesse dei capitali impiegati, dell'ammortimento e della manutenzione, ma di tutte le

spese di personale, amministrazione, olio e stracci per macchine, spese diverse, ecc.

I tassi di ammortimento e manutenzione vennero fissati come segue, essendo del 4 per cento il tasso di interesse:

		Manu- tenzione
Creazione della forza motrice	2	1
Costruzioni	2	1
Turbine e installazione idraulica	4	2
Dinamo generatrici e installazione elettrica	4	3
Rame delle linee	1	3
Pali e costruzione	8	8
Trasformatori e accessori	4	3
Accumulatori	6	6
Rete: parte aerea	3	5
» » sotterranea	4	2

### Riassunto delle spese di esercizio.

	Interesse, ammortim. e manutenz	Spese di esercizio	Costo annuo del chilowatt utile
Brown	166 130	54 300	167
Oerlikon	183 900	62 900	178
Alioth	180 630	72 700	193
Siemens	196 860	54 300	193
Industria elettrica.	191 700	72 700	219
Schuckert	237 240	73 700	271

Il concorso di Neuchâtel ha dato le seguenti spese di impianto in franchi:

PROGETTI	1	11	ш	IV e V	VI	VII
Spese secondo i concorrenti	(a) 1 200 799 (b) 1 125 299	896 000	827 450	730 875	(a) 479 510 (b) 585 042	470 000
Spese rese paragonabili e completate, senza forza motrice	918 916	896 653	887 400	804 490	599 836	602 820
Spese rese paragonabili e completate, compresa la creazione della forza motrice	1 488 916	1 466 653	1 457 400	1 374 490	1 169 836	1 172 820

Per le spese annue di esercizio in franchi, calcolate tenendo conto dei tassi di ammortimento, riparazione, manutenzione, amministrazione, ed ammettendo per tutti i progetti un imprevisto annuo di 22 000 franchi, la Commissione è venuta alle cifre seguenti, che non sono assolutamente esatte, ma rappresentano una approssimazione non molto lontana dal vero:

PROGETTI	1	II	111	1V e V	VI	VII
Cifre indicate dai concorrenti	(a) 242 759 (b) 311 605	258 550	200 560	168 508	DEPTH NO.	121 000
Cifre ridotte alle medesime basi e completate	185 749	186 182	191 654	188 414	152 833	152 246
Costo della lampada-ora da 16 candele bruciante 1000 ore per anno	0,01977	0,01961	0,02002	0,01909	0, 0161	0,01608
Costo annuo del cavallo-va- pore funzionante 3000 ore	0,106	0, 1053	0, 1073	0, 1023	0, 08625	0,0861

### 33. Installazioni di Genova e di Bremgarten.

Quale esempio di installazioni di trasmissione di energia a notevole distanza, riporteremo una breve descrizione dell'impianto di Genova (corrente continua) e di quello di Bremgarten (correnti rotatorie).

L'impianto di Genova è stato eseguito dalla Compagnia dell'Industria elettrica col sistema ad intensità costante per la Società dell'acquedotto di Ferrari Galliera.

L'impianto comprende tre stazioni generatrici, che utilizzano la medesima acqua e che sono poste, una sotto l'altra, nel pittoresco pendio di Isoverde, presso Campomorone. Partendo dal serbatojo posto a 550 metri sul livello del mare si trova la prima stazione generatrice, chiamata Pacinotti (fig. 1360); utilizza una caduta di 112 metri, che, colla portata minima di 500 litri, corrisponde alla potenza effettiva di 560 cavalli circa.

La seconda stazione (Volta) utilizza 108 metri di caduta corrispondente a 540 cavalli; la stazione Galvani, inferiore alle altre, utilizza la caduta di 144 metri, producendo 720 cavalli di potenza, di cui una parte anima per mezzo di una trasmissione teledinamica, un vicino intificio.

Il resto della caduta disponibile (186 metri circa) serve a dare la voluta pressione all'acqua che si distribuisce a Genova.

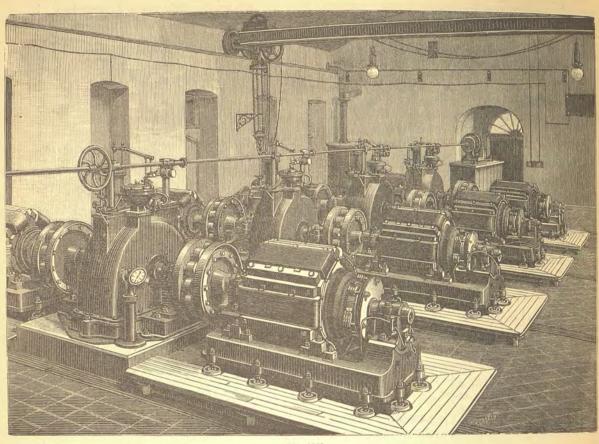


Fig. 4360

La stazione media (Volta), lo schema delle cui connessioni è dato dalla fig. 1361, funziona dalla fine del 1891; comprende 4 gruppi identici composti ciascuno di una turbina ad asse orizzontale di 140 cavalli, azionante due dinamo poste rispettivamente all'estremità di un albero, per mezzo di un giunto Raffard.

Per regolare l'intensità, che deve essere costantemente di 45 ampère, le turbine, costruite dalla ditta Faesch et Picard, sono provviste di pesanti volani e del noto regolatore a servo motore, specialità dei costruttori. La corrente di campo, che eccita tutte le generatrici, è prodotta da una turbina da 15 cavalli; la dinamo eccitatrice, che deve non solo provvedere, ma anche regolare l'eccitazione, ha un potente campo, a eccitazione indipendente, ed un leggero indotto, di piccolo diametro (18 cm.); dimodochè la sua inerzia relativamente alle forze in giuoco, è così debole, che la velocità dipende solamente dall'apertura delle valvole di ammissione della turbina, che la comanda. L'eccitazione è prodotta da un'altra dinamo, la quale serve pure all'illuminazione dell'officina.

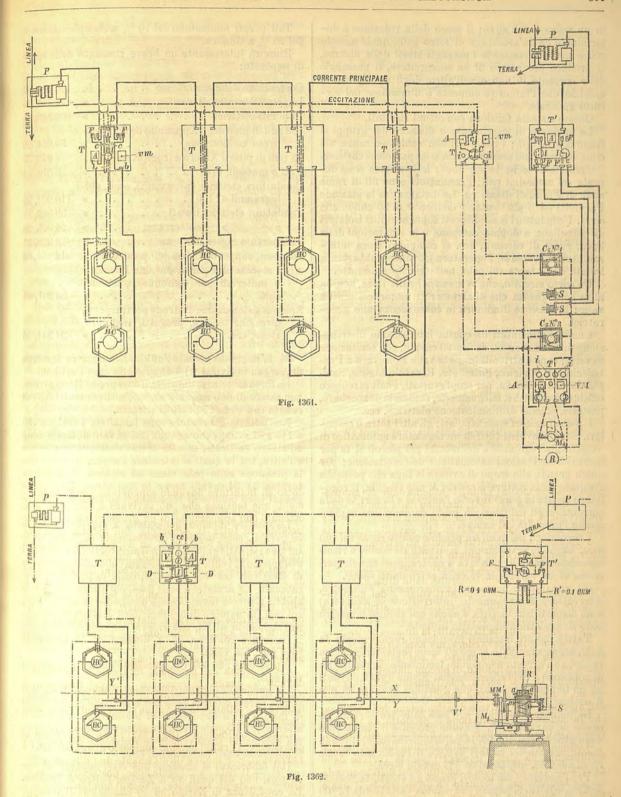
Il regolatore di velocità della turbina dell'eccitatrice è differente da quelli impiegati per le turbine delle generatrici; invece d'essere costituito essenzialmente da un pendolo conico, è formato da un solenoide, il quale tiene in equilibrio un nucleo di ferro dolce, pesante 15 chilogrammi, rilegato direttamente al servo motore. L'apertura e la chiusura completa dell'ammissione si effettuano così in una frazione di secondo, e la turbina, più leggera che sia possibile e senza volano, obbedisce senza ritardo sensibile.

Tutte le dinamo essendo eccitate dalla stessa corrente, era necessario un perfetto isolamento fra i circuiti indotto ed induttore dovendo sopportare senza inconvenienti una tensione che può arrivare a 8000 volt, e fu ottenuto coll'applicazione di un grosso strato di vernice isolante, su tutta la superficie dell'indotto, e di una doppia isolazione formata di un doppio strato di mica fra gli induttori e la massa della macchina.

Ogni gruppo generatore comprende: un disgiuntore di sicurezza, che interrompe l'eccitazione e mette il gruppo in corto circuito quando la tensione oltrepassa 2400 volt; un voltometro graduato sino a 2400 volt; un interruttore che serve a mettere il gruppo in corto circuito; due spine di isolazione che permettono di separare le macchine dal circuito; un amperometro, chesi adopera nell'inserimento del gruppo.

Per sicurezza del personale intorno alle macchine e davanti ai quadri di manovra (uno per macchina) è disposto un solido pavimento di legno isolato sopra isolatori di porcellana; le macchine stesse sono isolate collo stesso sistema.

La stazione Pacinotti (fig. 1362) comprende, come la precedente, 4 gruppi ognuno composto di una turbina da 140 cavalli, che muove direttamente due dinamo generatrici. — Il sistema di regolazione, posteriore al precedente, è molto più semplice: invece di mantener costante la velocità delle turbine, il signor Thury ha qui impiegato dinamo avvolte per autoeccitazione in serie, con indotti leggerissimi comandati da turbine senza volante, la cui velocità deve variare colla potenza da sviluppare, per mantenere costante l'intensità. La debole inerzia relativa delle diverse parti produce per essa sola una regolazione quasi completa dell'intensità della corrente, la quale è favorita molto dal fatto che gli elettromagneti



delle dinamo si trovano molto lontani dal punto di saturazione. Cosicchè, quando sopra un punto qualunque del circuito si mette in moto un motore che produca lavoro notevole, aumentandosi la resistenza del circuito, l'intensità della corrente tende a diminuire e con essa diminuisce lo sforzo motore delle turbine, aumentandosi la loro velocità; avviene l'inverso al distacco di un

motore; talchè la regolazione si mantiene ottima, automaticamente, anche senza l'intervento di un organo esterno, del quale però le dinamo sono munite.

Consiste questo in una piccola dinamo, che muove un albero di trasmissione, al quale sono rilegati i distributori di tutte le turbine: l'indotto porta due avvolgimenti e due collettori distinti, che gli permettono di girare

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 101.

in un senso o nell'altro; il senso della rotazione è determinato da un'armatura di ferro sulla quale agendo più o meno fortemente i magneti stessi della dinamo, si produce per mezzo di un soccorritore, il passaggio della corrente in uno o nell'altro degli avvolgimenti, secondo che l'intensità aumenta o diminuisce nel circuito generale.

Questo sistema funziona con ottimi risultati.

Le manovre di inserimento e distacco dei gruppi si fanno con facilità; i collettori non subiscono usura alcuna e funzionano senza scintille, con spazzole di carbone.

Ogni stazione ha la sua linea; le due linee sono disposte sui medesimi pali; i conduttori sono fili di rame nudi, di 9 mm. di diametro. La distanza fra la stazione Pacinotti ed il più lontano motore è di 30 chilometri circa. I conduttori sono disposti sopra semplici isolatori di porcellana a doppia campana e le riparazioni della linea, prese di correnti, ecc. si compiono senza interrompere la corrente, l'operatore trovandosi abbastanza isolato dalla terra sul palo, nelle giornate asciutte.

Un corto circuito, che si manifesti sulla linea, non ha altra conseguenza che di arrestare i motori collocati a valle; la tensione diminuirà in conseguenza alle gene-

ratrici.

I motori alimentati da questa interessante distribuzione di forza sono 22, da 5 a 90 cavalli, con eccitazione in serie; sono distribuiti lungo la valle Polcevera a Pontedecimo, S. Quirico, Bolzaneto, Rivarolo Ligure, Sampierdarena e Genova, per scopi svariati, quali sarebbero officine meccaniche, falegnamerie, raffinerie di zucchero, pasterie, officine di illuminazione elettrica, ecc.

I piccoli motori sono bipolari; gli altri tetra o esapolari. Sono provvisti tutti di un regolatore automatico di velocità; la regolazione dei motori più piccoli si fa per mezzo di derivazioni automatiche dell'eccitazione; per quelli grandi, allo scopo di evitare la fuga che potrebbe risultare dalla rottura o caduta di una cinghia, il regolatore sposta in senso inverso l'entrata e la sortita della corrente negli induttori, in modo da annullare rapidamente l'intensità del campo.

I regolatori, nei quali un pendolo conico ruota sul suo asse, hanno le articolazioni costituite da molle, e risultano assai sensibili; una leva a contrappeso mobile permette di far variare la velocità entro limiti estesi.

Gli apparecchi accessori (amperometro, voltmetro, interruttore di avviamento, interruttore di sicurezza) sono disposti ben in vista e anche qui motore e quadro sono circondati da impiantito isolante.

Tutti i motori installati funzionano regolarmente da anni, senza aver dato luogo ad inconvenienti; la messa in moto e l'arresto avvengono facilmente; la regolarità di rotazione è soddisfacentissima. Siamo quindi davanti ad un impianto riuscito, che giustifica la simpatia che il sistema ha destato.

La potenza disponibile sull'asse delle tre turbine essendo di cavalli 1360, tenendo presente il rendimento delle generatrici di 0,90, la perdita nella linea, il rendimento minimo dei motori di 0,85, il rendimento totale risulta di 0,65, utilizzandosi 883 cavalli circa.

Per l'impianto dei motori presso gli utenti, la Società dell'acquedotto fa pagare una somma variabile da L. 800 a L. 220 per cavallo, per forze variabili da 5 a 130 cavalli; oppure un affitto annuo corrispondente al 20 % del prezzo citato.

La forza motrice costa per cavallo annuo continuo (giorno e notte) da L. 400 a L. 300 per forze variabili da 5 a 130 cavalli; e per cavallo annuo diurno (dalle 6 alle 18) da L. 300 a L. 225.

Tali prezzi aumentano del 10 % a Sampierdarena e del 20 % a Genova.

Riuscirà interessante un breve riassunto delle spese di impianto:

Costruzione delle tre officine L.	100 224, 02
Impianti idraulici di esse »	78 436, 95
Impianti elettrici »	106 249, 84
789 pali di pino degli Appennini liguri (com-	
presa collocazione) »	59 924, 55
25 pali di pino d'America (compr. colloc.) »	4 943, 75
Pali e mensole in ferro »	5 579, 24
Conduttori elettrici (provvista), nudi, chi-	
logrammi 47 190	110 003, 35
Conduttori elettrici isolati »	59 589, 71
» » sotterranei »	20 025, 28
Trasporto e messa in opera »	12 978, 21
Isolatori, sopporti, messa in opera, ecc. »	14 264, 00
Altri meccanismi per la stazione Pacinotti	
e materiali per compimento dei cir-	
cuiti »	38 201, 24
Spese di sistemazione di strade pei trasporti,	
direzione tecnica, progetti, inaugura-	440.04
zione, ecc »	34 344, 46

34. L'impianto recente Zufikon-Bremgarten (cantone di Aargau in Svizzera) è dovuto alla casa Oerlikon.

La forza motrice attinta alla Reuss presso Bremgarten, per mezzo di uno speciale argine, utilizza metri 5,33 di caduta con circa 250 litri di portata.

Nell'edifizio generatore sono installate 4 turbine che a 115 giri sviluppano ognuna 325 cavalli di forza; sono ad albero verticale, munite di due ruote, una superiore all'altra, tra le quali si introduce l'acqua, in modo che la pressione sulle pale viene ad elidersi. Una piccola turbina da 34 cavalli serve le eccitatrici. Le turbine grandi sono munite di regolazione automatica, mentre

quella piccola si regola a mano.

Le quattro dinamo generatrici a correnti trifasi a 50 periodi, sono montate direttamente sugli assi delle turbine rispettive; hanno quindi asse verticale; a 115 giri sviluppano 224 chilowatt di energia colla tensione diretta di 2900 volt tra due morsetti, ossia di 5000 volt concatenati. Le armature sono fisse, costituite da 78 rocchetti; girevole invece l'elettromagnete di acciajo fuso, coi poli (in numero di 52) lamellari, eccitati da un solo avvolgimento di fili, che riceve per mezzo di armille la corrente continua da 2 dinamo di 11 chilowatt (600 giri, 130 volt).

I pesi sono: 20 000 Ch. per ogni dinamo; 12 000 pei

Un quadro di distribuzione semplicissimo è installato in una parete laterale della sala e contiene gli strumenti di misura e gli apparecchi di messa in parallelo degli alternatori, la quale si compie senza resistenza di carica, ma solamente manovrando le resistenze del campo e regolandosi sugli indicatori di fase.

Dal fabbricato si staccano due fasci separati di conduttori, uno dei quali va a Zurigo, l'altro a Wohlen. La conduttura di Zurigo ha 20 chilometri di sviluppo e consta di due condutture, ognuna formata da 3 fili di mm. 7,7 di diametro, sorretti da isolatori ad olio portati da 450 pali di legno, lunghi 12 metri, e muniti

ognuno di parafulmine.

Finora vi sono derivate tre stazioni secondarie, cioè lo stabilimento meccanico Escher-Wiss et Co che utilizza circa 400 cavalli, il molino Maggi e Co che ne utilizza 200 circa, ed il Comune di Wohlen che assorbe circa 80 cavalli, queste potenze essendo state misurate

agli alberi motori.

Lo stabilimento Escher-Wiss e Co costituito, come vuole la tecnica moderna, da edifizi isolati completamente tra loro, si serve della corrente elettrica per distribuire la forza motrice alle macchine lavoratrici per mezzo di motori trifasi Oerlikon. La distribuzione parte da un locale centrale situato nell'edifizio dei motori e le cose sono disposte in modo che la corrente possa essere attinta da due trasformatori trifasi di 200 chilowatt ognuno i quali riducono a 115 volt tra due fili (200 volt concatenati) la tensione della corrente primaria proveniente da Bremgarten, oppure da due alternatori trifasici a bassa tensione di riserva, che vengono mossi da un motore a vapore e che sono muniti di rispettive eccitatrici; è interessante notare che non solamente gli alternatori a bassa tensione possono sostituirsi ai trasformatori, ma possono anche colla maggiore facilità funzionare in parallelo con essi.

Un opportuno quadro di manovra contiene gli apparecchi di misura e di innesto necessari allo scopo.

Dal quadro di manovra si staccano cinque distinti circuiti a tre fili, ognuno dei quali corre in determinati ambienti per portare la corrente trifase ai motori collocati nello stabilimento; vi sono inoltre otto circuiti destinati a distribuire corrente per illuminazione. Parte di tali circuiti sono in fili nudi, aerei; parte in fili isolati racchiusi in tubi di creta. Diremo più avanti della distribuzione ai singoli motori (pag. 810).

La seconda stazione secondaria serve a muovere tutto il macchinario del più importante molino della Svizzera (Maggi e C°). In un locale esterno al molino sono disposti tre trasformatori a tricorrente della potenza unitaria di 120 chilowatt, che abbassano a 125 volt la tensione delle generatrici; possono lavorare separatamente o insieme e distribuiscono la corrente a quattro motori asincroni, ognuno dei quali comanda, indipendentemente dagli

altri, la trasmissione di locali differenti.

Il Comune di Wohlen, a 7 chilometri da Bremgarten, è per ora il terzo utente della distribuzione, ed utilizza la corrente per illuminazione e per forza motrice.

La conduttura è speciale, perchè Wohlen è in direzione opposta a Zurigo e consiste in 4 fili di 4 mm. di diametro, pure sopportati da isolatori ad olio. La corrente destinata alla distribuzione di energia per piccoli motori vien ridotta a 120 volt di tensione tra due fili per mezzo di un trasformatore da 30 chilowatt; quella destinata all'illuminazione viene trasformata in corrente continua per mezzo di un motore a tricorrente, sincrono, da 60 cavalli, accoppiato ad ognuna delle estremità del suo asse, ad una dinamo a corrente continua; il motore è alimentato direttamente dalla corrente primaria e fa 500 giri al minuto. Le dinamo a corrente continua forniscono 190 ampère a 125 volt, oppure 60 ampère a 180 volt; lavorano sopra una rete a tre conduttori e caricano due batterie di accumulatori da 71 elementi di 500 amperora di capacità caduna.

Le due reti distributrici, di forza e di luce, benchè completamente distinte, corrono sui medesimi pali.

L'impianto nello stabilimento Escher-Wiss e Cº funziona dall'aprile 1894; quello del molino Maggi dal 1º gennajo e quello del Comune di Wohlen dal 10 giugno 1895.

I rendimenti garantiti dai costruttori furono: pei generatori tricorrenti 0,94 inclusa l'eccitazione; per la condottura verso Zurigo 0,85; trasformatori a pieno carico 0,97; il che corrisponde ad un rendimento totale fino ai morsetti secondari dei trasformatori di 0,77.

35. Utilizzazione delle Cascate del Niagara.

Le cascate del Niagara si stima che abbiano la portata di 80 000 metri cubi e 50 metri di altezza media; il che è come dire 4 milioni di cavalli utili; l'idea di utilizzarle è oramai vecchia, benchè la possibilità di farlo sia apparsa nettamente soltanto dopo le esperienze di Lauffen.

I trasporti di forza in America hanno preso largo sviluppo, come tutte le applicazioni dell'elettricità, e si conta che quelli a corrente polifase superino la ventina, per un complesso di 25 000 cavalli e per distanze variabili fra 5 e 40 chilometri.

I rapporti di Thomson e di Kennelly hanno concluso favorevolmente alla possibilità di trasportare l'energia raccolta al Niagara presso Buffalo, sino ad Albany N.Y. a 500 chilometri di distanza, facendo costare il cavallo annuo 22 dollari; e si è pensato pure di spingere il trasporto sino a New-York (500 chilometri) ed a Chicago (750 chilometri).

Sono però questi progetti arditi, anche per gli Americani; e finora l'utilizzazione delle grandi cascate è limitata a distanze relativamente brevi ed a forze rela-

tivamente piccole.

Nel 1889 si è costituita la Cataract Construction Co della quale fanno parte i più forti finanzieri americani, ed ha acquistato da alcuni industriali, che già lo possedevano, il diritto di utilizzare 200 mila cavalli sulla sponda degli Stati Uniti e 250 mila su quella del Canadà.

Tale Compagnia riuni a Londra nel 1890 una Commissione, presieduta da Lord Kelvin e composta dei più rinomati elettrotecnici americani ed europei, per studiare i mezzi più opportuni per utilizzare la forza di cui disponeva. Al concorso indetto fra i costruttori risposero circa venti Case specialiste, pei cui progetti si ebbero premi importanti.

Allo stato odierno l'acqua vien deviata dal flume, a due chilometri a monte delle cascate e condotta alla stazione di produzione con un canale lungo 520 metri. Ivi l'acqua si precipita sulle tre turbine attualmente in funzione, che sono installate ognuna alla parte inferiore di un tubo alto 50 metri e di 3 metri di diametro e si scarica poscia in un canale dello sviluppo di 2150 m. che la riversa nel flume, circa mezzo chilometro a valle delle cascate.

L'asse delle turbine si eleva sino al livello del suolo, dove porta direttamente la parte ruotante delle dinamo. Ad economia di spese di impianto, si assunsero le unità da 5000 cavalli, realizzate da turbine proposte e studiate dalla ditta «Fäsch et Picard» di Ginevra e fabbricate dalla Ditta « Morris and Co » di Filadelfia.

Sono turbine a reazione con 36 palette, e fanno 250 giri al minuto; il peso di ogni turbina col suo asse e della corrispondente parte di dinamo portata è di 68 500 Ch. Basta far questa cifra, per cennare le grandi difficoltà che dovettero superarsi in questa costruzione, specialmente per ciò che ha relazione ai cuscinetti di spinta, che dovevano sopportare l'enorme peso.

Le dinamo, ad asse verticale, sono fabbricate dalla « Westinghouse Co »; hanno 12 poli esterni, armatura fissa e magneti girevoli, forniscono due correnti alternanti indipendenti spostate di fase di 90° con 2100-2400 volt di tensione e 7075 ampère (5000 cavalli circa) e con 25 alternazioni al minuto secondo.

Tale bassa frequenza, che si è dimostrata sufficiente anche per alimentare lampade ad incandescenza, fu addottata partendo dal concetto che l'impianto è sopratutto destinato al trasporto di forza.

La velocità periferica, corrispondente a 250 giri al minuto, è di 45 metri al secondo. Il peso della dinamo completa è di Kg. 76 500 e quello della parte rotante

di Kg. 35 500; l'altezza totale è m. 3,50.

L'eccitazione è ora fornita a 175 volt da trasformatori rotativi, animati dalla corrente bifase delle generatrici; l'eccitazione per la messa in esercizio fu attinta da una dinamo a corrente continua da 75 chilowatt. appositamente installata. La forza è trasportata a Buffalo a 24 Km. di distanza dalle generatrici. I principali utenti dell'impianto sono:

La « Pittsburg Aluminium Reduction Co » che utilizza 2000 cavalli mediante 8 trasformatori che abbassano la corrente a 110 volt, la quale viene trasformata poi in corrente continua da 4 trasformatori rotativi

della « General Electric Co. ».

La fabbrica di Carborundum con 1000 cavalli utilizzati tutti per scopi termici.

La « Buffalo and Niagara Falls Electric Light Co »

La « Niagara Falls and Suspension Bridge Railway Co » con 350 cavalli.

La «Buffalo and Niagara Falls Electric Railway Co»

Sono già conclusi i contratti colle seguenti compagnie: « Walton-Ferguson Potast Manufacturing Co» per 500 cavalli; « Niagara Electric Chemical Co » per 500 cav.; « Carbide Manufacturing Co » per 1000 cav.

Recentemente si è fondata una società locale per distribuire forza motrice e luce nella citta di Buffalo mediante conduttori aerei, che si è obbligata a utilizzare 10 000 cavalli a partire dal giugno 1897. In modo che la « Cataract Construction C° » è stata obbligata ad iniziare delle opere di ingrandimento, per potere fornire tra poco in lavoro continuo 25 mila cavalli di forza.

Lo spazio ci impedisce di estenderci sui dettagli di questa installazione già così grande, ma che è da considerarsi come un esperimento per la più completa uti-

lizzazione delle cascate del Niagara.

In quanto alla parte finanziaria dirò che l'impresa cede il cavallo annuo al prezzo di 15 a 20 dollari, mentre si calcola che il cavallo annuo ottenuto col vapore negli impianti più economici costi a Buffalo 35 dollari all'anno per 11 ore di lavoro al giorno e 42 dollari per esercizio continuato.

Ciò non esclude però, che la concorrenza del carbone sia possibile, per mezzo degli immensi depositi di carbone minuto (Culmbancs) che si è accumulato da circa 60 anni nei depositi carboniferi della Pensilvania, e che si seguita ad accumulare in ragione di circa un milione

e mezzo di tonnellate per anno.

Questo combustibile minuto, ordinariamente non commerciabile, che dà un effetto utile del 30 o 40 per cento inferiore al carbone normale, messo in commercio a basso prezzo rappresenta una delle risorse dell'industria americana, e può fare concorrenza all'energia attinta dalle cascate del Niagara ed utilizzata con tante spese di impianto.

### VII. LEGISLAZIONE.

Decreto 24 giugno 1892. - Legge 7 giugno 1894. - Decreto 25 ottobre 1895.

La legislazione italiana relativa alle installazioni elettriche è molto breve: comprende il decreto 24 giugno 1892, il quale disciplina la posa delle condutture elet-triche e la legge 7 giugno 1894, che estende alle condutture elettriche il diritto alla servitù di passaggio su fondi di terzi, già vigente per le condotte d'acqua.

Questa legge molto importante, va applicata secondo le norme del regolamento ministeriale 25 ottobre 1895, a sua volta chiarito dalla circolare 6 novembre 1895, colla quale il Ministero di agricoltura, industria e commercio accompagnava ai prefetti copia della legge e del regolamento.

Riportiamo integralmente tali documenti, che occorre

spesso di consultare.

# R. D. del Ministero delle Poste e Telegrafi (24 giugno 1892, n. 8610/1000).

# « I. — Obbligo della previa licenza.

« 1. Gli impianti elettrici e il collocamento dei conduttori per il trasporto dell'energia elettrica debbono essere notificati, almeno un mese prima di metter mano ai lavori, al Ministero delle poste e telegrafi (servizio telegrafi), incaricato di assicurare l'osservanza della legge 7 aprile 1892, n. 184, e del corrispondente regolamento 16 giugno 1892, n. 288.

« Questa notificazione può farsi anche per mezzo della Prefettura del luogo, oppure per mezzo della competente

Direzione compartimentale dei telegrafi.

« 2. A questa notificazione si debbono unire le indicazioni necessarie per dare un'idea esatta della natura e dell'estensione dell'impianto che si vuol fare, cioè il disegno schematico del tracciato della linea e dei particolari di costruzione, la natura del generatore dell'elettricità, il maximum della differenza di potenziale ai morsetti della macchina e il maximum d'intensità che si può far circolare nei varii conduttori della rete, la natura e le sezioni dei conduttori e il sistema dell'isolamento.

« Qualunque modificazione di un impianto già notificato deve essere comunicata nei modi stabiliti dal paragrafo 1º.

## « II. — Norme da osservarsi negli impianti.

« 3. Gl'impianti delle industrie elettriche debbono essere fatti colle precauzioni consigliate dall'esperienza; il concessionario è responsabile dei danni che possono essere cagionati dal suo sistema.

« 4. La macchina generatrice dell'elettricità deve essere isolata dal suolo con ogni più accurata pre-

cauzione.

« Il circuito deve essere intieramente metallico. E vietato l'allacciamento dei conduttori dell'energia elettrica ai tubi dell'acqua e del gas, o qualunque altro artificio che serva a completare il circuito per mezzo della

« 5. I conduttori nudi vanno collocati fuori della portata della mano; debbono avere la grossezza necessaria per resistere agli sforzi cui sono esposti; al bisogno essere sostenuti da corde metalliche sufficientemente robuste.

« 6. Nei tratti, ove i conduttori possono essere toccati dagli agenti telegrafici o telefonici nell'esercizio delle loro funzioni sulle linee, debbono essere coperti da un sufficiente strato isolante ed essere collocati a tale distanza fra loro, che un uomo non ne possa toccare due nello stesso momento.

«7. Il contatto metallico dei conduttori dell'energia elettrica coi fili telegrafici e telefonici deve essere reso impossibile, tanto nelle condizioni normali, quanto nel

caso di guasti.

« Quando questo pericolo non si può evitare, i conduttori debbono essere sotterrati, oppure coperti con materie che ne assicurino il sufficiente isolamento.

« Nell'incrociamento dei fili telegrafici o telefonici coi conduttori ad alta tensione, questi vanno sempre sotterrati. Il sotterramento non è necessario quando i conduttori sono a bassa tensione: in questo caso l'incrociamento si deve fare ad angolo retto, tenendoli a una distanza minima di due metri fra loro e prevenendo il pericolo del contatto metallico col coprire i conduttori di materia isolante, oppure coll'interporre fra loro, sia dei fili morti disposti convenientemente, sia apposite reticelle.

«È considerato come conduttore a bassa tensione quello nel quale circola una corrente continua col massimo potenziale elettrico di 300 volt, oppure una corrente alternata col massimo potenziale elettrico di 150 volt; oltre questi limiti si ha il conduttore ad alta tensione.

«8. Si deve evitare il collocamento dei conduttori parallelamente ai fili telegrafici o telefonici; quando è inevitabile, nel tratto parallelo i conduttori vanno tenuti alla distanza necessaria, o collocati in modo da impedire la produzione dei fenomeni dell'induzione, avendo presente, caso per caso, la situazione particolare dei due conduttori componenti il circuito, del potenziale della corrente e la sua natura, se continua od alternata.

« 9. Il Governo ha facoltà di modificare le condizioni prescritte al concessionario; d'imporne delle nuove, di far spostare o di far togliere alla prima richiesta i conduttori dell'energia elettrica; e il concessionario è tenuto a conformarvisi senza verun titolo a indennità di sorta, nè a rimborso di spese.

« Quando gli spostamenti e gli altri lavori intimati non siano eseguiti nel limite di tempo assegnato, il Governo ha la facoltà di farli eseguire d'ufficio a spese del

concessionario.

### « III. - Sorveglianza amministrativa.

« 10. Le Direzioni compartimentali dei telegrafi e gli ispettori di sezione, sotto la direzione di questo Ministero, hanno il particolare mandato di sorvegliare l'impianto e l'esercizio di queste industrie elettriche; di promuovere l'esecuzione delle disposizioni che le regolano e di assicurarsi della loro fedele osservanza.

« Hanno il còmpito d'informare il Ministero e di dare il loro parere sulle notificazioni degli esercenti, di cui al paragrafo 1°; di riscontrare che l'impianto e l'esercizio si faccia nei limiti precisi della dichiarazione fatta e del-

l'autorizzazione accordata.

« 11. Gli ispettori di sezione visitano almeno una volta l'anno questi impianti e si assicurano della esatta osservanza delle disposizioni prescritte. Di queste visite trasmettono il verbale al Ministero per la via gerarchica.

« 12. Gli impianti che si fanno senza la previa licenza, o contro le disposizioni stabilite, sono denunziati al prefetto, il quale fa sospendere i lavori, e ne impedisce la continuazione finchè il contravventore non siasi confor-

mato alle discipline prescritte.

« 13. I danni arrecati al servizio telegrafico o telefonico, a causa d'inosservanza delle norme qui prescritte, o di trasgressione delle disposizioni date, vengono — per l'articolo 315 del Codice penale — deferite al Tribunale competente, per mezzo di processo verbale redatto dai funzionari incaricati della sorveglianza ».

Legge per la trasmissione a distanza delle correnti elettriche

(7 giugno 1894, n. 233).

« ART. 1. Ogni proprietario è tenuto a dar passaggio per i suoi fondi alle condutture elettriche sospese o sotterranee, che vogliono eseguirsi da chi abbia permanentemente od anche solo temporaneamente il diritto di servirsene per gli usi industriali.

« Sono esenti da queste servitù le case, salvo per le facciate verso le vie e piazze pubbliche, i cortili, i giardini, i frutteti e le aje alle case attinenti.

« Art. 2. Chi domanda il passaggio deve fare tutte le opere necessarie per servirsene e per eliminare ogni pericolo per la incolumità delle persone. Può anche essere obbligato a servirsi di opere già praticate dal proprietario ed adatte allo scopo, corrispondendo al proprietario un'equa indennità per le spese d'impianto già da lui sostenute e contribuendo anche proporzionalmente nelle spese di manutenzione.

« ART. 3. Deve anche permettersi il passaggio delle condutture attraverso a canali, ad acquedotti o ad altri manufatti inservienti ad altri usi, purchè non ne venga impedito o menomato l'uso di questo a danno del pro-

prietario.

« ART. 4. Dovendosi, nell'eseguire le condutture elettriche, attraversare strade pubbliche, ovvero fiumi o torrenti, o toccare la facciata esteriore di case verso le vie o piazze pubbliche, si osserveranno le leggi e i regolamenti speciali sulle strade e sulle acque e le prescrizioni delle autorità competenti.

« Art. 5. Chi vuol far passare le condotte elettriche sul fondo altrui deve giustificare di poter disporre delle medesime e stabilirne il valore e l'entità industriale; deve inoltre giustificare che il passaggio richiesto ed il modo di esercizio del medesimo sia il più conveniente ed il meno pregiudizievole al fondo servente, avuto riguardo alle circostanze dei fondi vicini ed alle altre condizioni del corso e del luogo ove deve essere condotta la energia elettrica.

« ART. 6. Prima d'imprendere l'esecuzione della condotta, chi la chiede deve corrispondere al proprietario del fondo serviente un'indennità da ragguagliarsi alla diminuzione di valore del suolo sul quale la servitù si vuole imporre, derivante direttamente dalla imposizione e dall'esercizio della servitù medesima. Per ragguaglio al valore il suolo medesimo sarà considerato quale trovasi e senza detrazione alcuna per qualsiasi carico che lo colpisca e col soprappiù del quinto.

« Deve inoltre risarcire al proprietario i danni immediati e quelli derivanti dalla intersecazione del fondo o da altro deterioramento, nonchè dall'esercizio del passaggio attraverso il fondo per la sorveglianza e manu-

tenzione della condotta elettrica.

« ART. 7. Ove la domanda di passaggio della condotta sia fatta per un tempo non maggiore di 9 anni, l'indennità ragguagliata al valore del suolo sarà ridotta alla metà, ma, scaduto il termine, il fondo dovrà essere ridotto in pristino a cura e spese del concessionario della condotta.

« Chi ha ottenuto il passaggio temporaneo può avanti la scadenza del termine renderlo perpetuo, pagando l'altra metà con gli intesessi legali, dal giorno in cui il passaggio venne praticato.

« Scaduto il primo termine non gli sarà più tenuto conto di ciò che ha pagato per la concessione tempo-

ranea.

« ART. 8. Il proprietario della condotta elettrica dovrà in ogni tempo osservare quanto è o sarà disposto dalle discipline legali o regolamentarie speciali sulla materia e quelle speciali prescrizioni che sono o saranno stabilite per il regolare esercizio delle comunicazioni telegrafiche e telefoniche.

« Art. 9. Le controversie cui potrà dare luogo l'applicazione della presente legge saranno sempre trattate col rito sommario tanto innanzi ai Tribunali quanto innanzi alle Corti.

« Potranno tutti i proprietari dei fondi sui quali vuole imporsi la servitù essere convenuti in un solo giudizio ed in questo caso sarà competente il magistrato del luogo ove è situato il fondo soggetto a maggiore tributo verso lo Stato ».

Regolamento per l'esecuzione della legge 7 giugno 1894, n. 232, sulla trasmissione a distanza dell'energia per mezzo di correnti elettriche, approvato con R. decreto 25 ottobre 1895.

« ART. 1. Le condutture elettriche per uso industriale agli effetti della legge 7 giugno 1894, n. 232, sono tutte quelle destinate al trasporto dell'energia a distanza per mezzo delle correnti elettriche, escluse le condutture telegrafiche e telefoniche in quanto sono regolate dalla

legge 7 aprile 1892, n. 184.

« ART. 2. Quando per lo studio preliminare del progetto d'impianto della conduttura elettrica occorra attraversare fondi altrui e non sia intervenuto il consenso dei proprietari, chi intende stabilire la conduttura potrà ottenere dalla regia Prefettura della provincia, nella quale sono situati i fondi da attraversare, la autorizzazione per l'accesso sui fondi stessi. A tale uopo egli dovrà PROVARE alla suddetta autorità il diritto alla imposizione della servitù di passaggio e presentare una domanda nella quale siano indicati:

« a) il periodo di tempo durante il quale intende eseguire gli studi;

« b) i fondi da attraversare;

« c) i dati necessari per fornire una esatta idea dell'entità dell'impianto.

« ART. 3. Il prefetto, riconosciuto il diritto di passaggio, autorizza con apposito decreto, il richiedente a introdursi nei fondi da attraversare per lo studio del progetto.

«In detto decreto vengono indicati i nomi delle persone alle quali è concessa la facoltà di introdursi nelle private proprietà e la durata della autorizzazione.

« ART. 4. Coloro che intendono valersi di tale autorizzazione debbono farlo nel modo meno pregiudizievole al proprietario del fondo, e saranno anche obbligati a risarcire qualunque danno recato al proprietario stesso.

« Quando si tratti di luoghi abitati, il sindaco su istanza delle parti interessate, fisserà il tempo ed il modo con cui la facoltà concessa può essere esercitata.

« Quando occorra circolare nel recinto di una ferrovia pubblica, dovrà ottenersi anche il permesso dell'Amministrazione ferroviaria esercente.

« Per assicurare il pagamento delle indennità, i prefetti potranno prescrivere al richiedente il preventivo

deposito di una congrua somma.

« ART. 5. Le condutture di un impianto elettrico, le quali attraversino strade pubbliche, ferrovie, flumi, torrenti, canali, linee telegrafiche o telefoniche di pubblico servizio, o che a queste linee si avvicinino, ovvero passino o si appoggino su monumenti pubblici, non possono essere collocate senza il previo consenso dell'autorità competente, a meno che l'opera non sia già stata dichiarata di pubblica utilità.

« Tutte le altre condutture possono essere collocate senza il detto consenso, ma debbono essere notificate alla stessa autorità almeno 10 giorni prima di mettere

mano all'impianto.

« I successivi ampliamenti o cambiamenti delle condutture possono essere eseguiti senza bisogno di notificazione, salvo il disposto dell'articolo 13. « ART. 6. La domanda per il consenso o la notificazione dell'impianto debbono essere fatte alla regia Prefettura della provincia nella quale s'intende effettuare l'impianto.

« Quando la conduttura attraversi opere pubbliche o proprietà comprese nei territori di due o più provincie, la domanda per il consenso o la notificazione debbono essere indirizzate al Ministero di agricoltura, industria

e commercio.

« ART. 7. Quando per l'attuazione dell'impianto occorra il consenso dell'autorità competente a termini dell'articolo 5, l'utente, oltre la prova del diritto alla imposizione della servità di passaggio, dovrà presentare all'autorità etessa:

« a) un disegno d'insieme dell'impianto coi particolari dei conduttori e dei loro sostegni; con l'indicazione degli attraversamenti delle strade pubbliche, ferrovie, flumi, torrenti e canali e colla designazione delle linee telegrafiche e telefoniche vicine alla conduttura

progettata.

« b) una relazione descrittiva dell'impianto, nella quale saranno indicati: l'entità dell'impianto, la specie delle correnti, se continue od alterne, i massimi dei valori efficaci delle differenze di potenziale e delle intensità nei conduttori, la natura e le sezioni dei medesimi ed i sistemi d'isolamento.

« Il richiedente deve inoltre indicare il domicilio da lui eletto ed il termine entro il quale intende attuare

l'impianto.

« ART. 8. L'autorità indicata all'articolo 6, sentite, ove occorra, le Amministrazioni pubbliche interessate sul progetto presentato dal richiedente a sensi dell'articolo 7, dà il consenso per l'attuazione dell'impianto a norma del presente regolamento, sotto la responsabilità dell'utente pei danni che possono essere cagionati dal sistema adottato e con espressa riserva delle opposizioni degli interessati ai sensi degli articoli 5 e 6 della legge.

« ART. 9. La notificazione da farsi ai termini dell'articolo 5 sarà accompagnata da un disegno d'insieme e

dalla descrizione sommaria dell'impianto.

« ART. 10. Nell'impianto e nell'esercizio delle condutture elettriche l'utente sarà tenuto ad attuare, sotto la sua responsabilità, tutti i provvedimenti intesi a guarentire la incolumità delle persone e l'uso delle cose, che saranno in ogni caso consigliati dalla scienza e dalla pratica e ad osservare inoltre le seguenti norme generali:

« 1º Per i conduttori aerei si dovranno adottare tutte le disposizioni che saranno ritenute adatte ad evitare la rottura dei conduttori ed i pericoli da essa derivanti, tenendo conto del loro peso e del potenziale;

- « 2º I conduttori fra i quali esiste una differenza di potenziale dovranno essere collocati in modo che uno non possa, cadendo od allungandosi, venire in contatto coll'altro; nei casi in cui questa condizione non possa agevolmente soddisfarsi, dovranno essere adottate speciali disposizioni, sia negli appoggi che nelle tesate, per assicurare la sospensione del conduttore o renderne il meno possibile dannosa alle persone e alle cose la rottura, indipendentemente dall'isolamento del conduttore stesso:
- « 3º I conduttori aerei esterni alle abitazioni debbono essere disposti in modo da non potere essere toccati da persone non addette al loro servizio, sia lungo le tesate che sugli appoggi. Nei luoghi aperti non debbono essere collocati ad un'altezza inferiore a metri 6 dal suolo, salvo quella maggiore altezza che in casi speciali risultasse necessaria. L'autorità competente può

concedere il collocamento di conduttori ad un'altezza minore di quella sopraindicata soltanto nel caso delle tramvie elettriche, ed in quegli altri casi nei quali risultasse dimostrata non solamente l'assenza di pericoli, ma anche la necessità della minore altezza per il pratico impiego della conduttura, nell'uso a cui questa è destinata. Sulle facciate delle case i conduttori dovranno essere fuori della portata della mano di un uomo che stia alla finestra o sul davanzale di essa, o ad un balcone o su di un terrazzo o sul tetto;

« 4º Nei pozzi e cunicoli delle miniere e di escavazioni analoghe, nelle gallerie delle ferrovie, tramvie e strade ordinarie, nei luoghi di transito sotterranei o coperti e dappertutto dove le condizioni locali impediscano di soddisfare alle norme suddette, dovrà essere reso innocuo, con i mezzi i più efficaci, il contatto dei con-

duttori;

«5º Pei conduttori in contatto con la terra si osserveranno le norme del successivo articolo 11;

« 6° I pali, le mensole e gli altri sostegni per conduttori sui quali si abbiano potenziali pericolosi, dovranno essere muniti di ripari atti ad impedire che si acceda ai conduttori stessi senza l'ajuto di scale mobili o di mezzi analoghi;

«7º Tutti i sostegni dovranno essere disposti nel modo meno pregiudizievole alla proprietà servente ed essere tali da presentare la necessaria resistenza in se

stessi e nel loro punto di appoggio;

« 8º Adatte disposizioni di difesa dovranno adottarsi dove vi sia pericolo di contatto fra i conduttori di energia e i fili telegrafici o telefonici in caso di rottura di questi;

« 9º Speciali disposizioni di sicurezza dovranno adottarsi nei tratti dove i conduttori possano essere toccati dagli agenti telegrafici e telefonici in servizio:

« 10° Nel collocamento dei conduttori sotterranei si dovrà evitare che in contatto di essi possano accumularsi gas inflammabili, o si possa con essi arrecar danni ad altre condotte di gas, acqua e simili.

«ART. 11. Nelle condutture elettriche, di cui all'art. 1, è ammesso di far comunicare col suolo una parte del circuito, ma questo deve sempre essere interamente metallico e, nella parte in contatto con la terra, avere i giunti perfetti e le sezioni non meno grandi di quelle che occorrerebbero in un impianto ben proporzionato, ove non vi fosse alcuna comunicazione con la terra.

« Dovranno inoltre osservarsi quelle cautele che la scienza e la pratica potranno suggerire per evitare i danni eventualmente dovuti alle derivazioni a terra.

« Art. 12. Rispetto alle opere d'interesse pubblico ed ai fiumi, torrenti e canali, oltre le norme dell'articolo 10 e quelle risultanti dalle vigenti leggi, debbono essere osservate le seguenti prescrizioni, come pure quelle speciali che, durante l'esecuzione della conduttura o l'esercizio di essa, potranno essere determinate, caso per caso, dall'autorità competente, sentite le Amministrazioni interessate:

«a) per le strade ferrate e le tramvie in sede propria:

lº Si deve possibilmente evitare l'impianto delle condutture d'energia elettrica lungo le ferrovie, sul suolo di proprietà delle stesse e attraverso i piazzali interni delle stazioni;

« 2º Le condutture elettriche aeree debbono attraversare le ferrovie ad angolo retto e ad un'altezza non minore di m. 7 sul piano del ferro, salvo modificazioni nel caso di conduttori aerei per tramvie elettriche;

3º I sostegni delle condutture elettriche dovranno essere collocati a distanza tale dal binario che, cadendo, non possano ingombrarlo, e dove tale condizione non potesse osservarsi, dovranno essere assicurati in modo da impedirne la caduta sul binario;

« 4º I canali per le condutture sotterranee dovranno essere situati a profondità non minore di un metro misurata fra il piano di formazione ed il piano tangente alla superficie superiore dei canali stessi e debbono essere solidi come richiede la sicurezza dell'esercizio della ferrovia.

« Tali canali sotterranei dovranno essere disposti in modo che i conduttori possano essere visitati e riparati

senza manomettere il corpo stradale;

« 5º Per gli attraversamenti sotterranei delle ferrovie con conduttori elettrici, si stabiliranno canali possibilmente separati da quelli per altre condutture di acqua, gas e simili:

« 6º Nelle intersezioni delle ferrovie con conduttori elettrici sotterranei l'utente potrà essere obbligato a servirsi dei manufatti che passano sotto di esse, e che fossero adatti allo scopo, salvo il caso delle tramvie elettriche; e ciò sotto l'osservanza delle norme che saranno prescritte dall'Amministrazione ferroviaria e dagli enti eventualmente interessati;

« b) per le strade pubbliche fuori dell'abitato, pei

flumi, torrenti e canali:

« 1º È vietato in massima l'impianto di condutture elettriche lungo le strade pubbliche e lungo le arginature di fiumi, torrenti e canali sulle quali esistano o debbano essere impiantate linee telegrafiche o telefoniche destinate a pubblico servizio.

« Però questo divieto potrà essere tolto, previo accordi col Ministero delle poste e dei telegrafi, all'oggetto di concretare i provvedimenti più adatti alla coesistenza dei due impianti e meno onerosi per l'utente della conduttura elettrica.

« Per gli attraversamenti valgono le disposizioni di cui alla lettera  $\alpha$ , n. 2, del presente articolo, colle modificazioni suggerite dalle circostanze;

« 2º Si osserveranno le norme che saranno prescritte, caso per caso, dalle Amministrazioni competenti a sensi delle leggi e dei regolamenti speciali sulle strade e sulle acque;

« c) per le vie e le piazze pubbliche:

« Rispetto al passaggio per le vie e piazze pubbliche ed agli appoggi sulle facciate delle case si osserveranno le norme che saranno prescritte dai municipi e dalle altre autorità competenti.

« ART. 13. L'impianto di condutture elettriche recanti l'imposizione della servitù di passaggio deve essere eseguito nel modo meno pregiudizievole non solo al proprietario del fondo servente, ma anche agli altri utenti della stessa servitù sul fondo medesimo.

« Quando sul percorso di una conduttura elettrica esistano altre condutture elettriche o linee telefoniche o telegrafiche, dovranno — fino a ragione conosciuta in via giudiziaria — accettarsi, per la tutela del regolare esercizio di ciascuna conduttura o linea, le ragionevoli prescrizioni della parte che ha titolo di preminenza per motivi di pubblico servizio, oppure, a parità di titoli, per ragioni di preesistenza.

« Quando le prescrizioni concordate esigano lo spostamento o la modificazione dei conduttori, le spese relative saranno a carico di chi le rende necessarie.

« Le Amministrazioni pubbliche competenti possono sempre ordinare lo spostamento delle condutture elettriche per ragioni imprescindibili di pubblico servizio. « ART. 14. Il proprietario del fondo servente non può fare cosa alcuna che tenda a diminuire l'uso della servitù o a renderlo più incomodo; nè trasferire l'esercizio della servitù in un luogo diverso da quello dove fu originariamente stabilita.

« Lo stesso obbligo vale per l'utente della servitù.

«Tuttavia se l'originario esercizio fosse divenuto più gravoso al proprietario del fondo servente o se gl'impedisse di farvi lavori, riparazioni o miglioramenti, egli può domandare all'utente della conduttura di modificare il suo impianto, oppure offrirgli un luogo egualmente comodo per l'esercizio dei suoi diritti e questi non può ricusarlo.

« Il cambiamento di luogo per l'esercizio della servitù può parimenti ammettersi ad istanza dell'utente della conduttura, ove questo provi che il cambiamento riesca per lui di notevole vantaggio e non sia di danno al fondo servente.

« ART. 15. Il diritto al passaggio della conduttura elettrica non attribuisce all'utente della medesima la proprietà del suolo laterale, sottoposto o superiore alla conduttura ed ai relativi sostegni, nè quella del muro al quale essa si appoggia.

« Le imposte prediali e gli altri pesi inerenti al fondo

rimangono a carico del proprietario di esso.

« Art. 16. La servitù di passaggio comprende l'impianto e l'uso del massimo numero dei conduttori e delle massime sezioni degli stessi che, nei limiti dell'entità del proprio impianto, l'utente della conduttura avrà notificato al proprietario del fondo servente all'atto di far riconoscere il suo diritto di passaggio, giusta l'articolo 5 della legge 7 giugno 1894, n. 232.

«È poi in facoltà dell'utente di eseguire sui predisposti appoggi e progressivamente la posa dei conduttori già notificati, senza chiedere ulteriori consensi, e senza essere tenuto al pagamento di ulteriori indennità, salvo però sempre il risarcimento dei danni immediati arrecati al fondo servente nella posa dei conduttori.

« ART. 17. La sussistenza di vestigia di opere delle condutture elettriche contemplate nell'articolo 1º non impedisce la prescrizione; per impedirla si richiedono la esistenza e la conservazione in istato di esercizio della conduttura

« ART. 18. Nei casi previsti dall'articolo 9 della legge 7 giugno 1894, n. 232, spetta alla competente autorità giudiziaria di autorizzare l'esecuzione provvisoria dell'opera nel modo e con le condizioni che giudica necessarie per conciliare l'utilità pubblica coi diritti del proprietario del fondo, ed osservate per il provvedimento le formalità stabilite dalla legge.

« ART. 19. La vigilanza per l'esecuzione della legge 7 giugno 1894, n. 232, e del presente regolamento, ferma rimanendo, in ogni caso, la responsabilità degli utenti delle condutture elettriche, spetta al Ministero di agricoltura, industria e commercio; il quale provvederà, ove occorra, d'accordo con le altre Amministrazioni pubbliche interessate.

«Al Ministero medesimo i prefetti daranno immediata notizia dei consensi rilasciati per l'impianto di condutture elettriche e delle notificazioni ricevute a sensi degli articoli 8 e 9 del presente regolamento.

### « Disposizione transitoria.

« Art. 20. Trattandosi di condutture elettriche esistenti, i proprietari che intendono far valere i loro diritti verso l'utente non potranno esigere modificazioni al collocamento della conduttura prima che sia esaurito il giudizio di merito ».

# VIII — TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE A PICCOLE DISTANZE.

36. Natura della trasmissione. — 37. Esempi di trasmissioni elettriche negli stabilimenti. — 38. Sistemi di trasmissione. — 39. Esperienze sul rendimento e dati diversi. — 40. Trasmissioni dai motori alle macchine. — 41. Applicazioni.

## 36. Natura della trasmissione.

Più modesta, ma pure utilissima, è l'applicazione del principio della riversabilità delle dinamo alla trasmissione e distribuzione dell'energia meccanica a distanze relativamente piccole, come la distribuzione di forzamotrice per la piccola industria nelle città o la distribuzione di forza motrice ad un gruppo di stabilimenti industriali non molto discosti gli uni dagli altri. In questo ultimo caso ogni stabilimento risparmia di crearsi un impianto di caldaje e motori per ottenere l'energia meccanica necessaria a muovere le proprie macchine operatrici e si crea invece una grande officina comune, per distribuire l'energia ai singoli opifici; la notevole economia di questo sistema è dovuta al miglior rendimento delle grandi unità che si possono adottare nell'officina comune, alla possibilità di eseguire all'ingrosso le provviste di combustibili, lubrificanti, ecc., al minor personale occorrente, all'unità di indirizzo dell'esercizio.

Nei centri industriali questo sistema è chiamato a ren-

dere importanti servizi.

Ma anche isolatamente, nei singoli opifici, la trasmissione elettrica del lavoro si rende utilissima col sostituire le trasmissioni meccaniche. L'utilità si deve al miglior rendimento del sistema, che si rende specialmente sensibile nei casi in cui per la natura dell'industria non tutte le macchine condotte debbano lavorare contemporaneamente; si evita in tal caso con notevole economia di tenere in moto in parte inutilmente le lunghe trasmissioni meccaniche, il cui movimento spreca soventi maggiore energia per vincere gli attriti, gli scorrimenti di cinghie e per far muovere le forti masse di cui si compone una trasmissione, fra alberi, pulegge, contralberi, ecc., di quella che si utilizza nelle macchine lavoratrici.

L'impianto elettrico è senza dubbio costoso, ma non quanto può sembrare a prima vista, perchè a causa del miglior rendimento che presenta è sufficiente un impianto motore di potenza minore di quella che occorrerebbe per un sistema di trasmissione meccanica; inoltre le costruzioni non dovendo sopportare le trasmissioni coi relativi cuscini, colonne, sedie, sopporti, ecc., potranno essere più leggiere e quindi più economiche. Nel caso in cui si tratti di opifici composti di diversi edifizi è sensibilissimo il vantaggio di potere distribuire facilmente la corrente proveniente dalle dinamo ai diversi locali distanti gli uni dagli altri. In generale si può dire che l'impianto di trasmissioni meccaniche non verrà nella pluralità dei casi e specialmente per grandi stabilimenti, a costar meno di un razionale impianto a trasmissione elettrica

La soppressione delle trasmissioni con tutto ciò che è loro inerente diminuisce l'eventualità di disgrazie al personale e di accidenti e interruzioni al servizio.

È inoltre notevole la semplificazione che si ottiene coll'evitare le trasmissioni, le quali obbligano a disporre le macchine secondo linee determinate, che non sono sempre le più convenienti all'industria; e secondo un certo ordine, il quale dipende più dall'energia assorbita dalle macchine condotte, anzichè dalla natura del lavoro di queste, ciò che sarebbe più razionale.

La variazione di velocità può farsi gradualmente e molto più facilmente entro limiti estesi, colla trasmissione elettrica, la quale assicura l'indipendenza di ogni macchina, anzichè colla trasmissione meccanica che obbliga a date velocità, fissate dai rapporti delle pulegge a gradini, di cui nella migliore ipotesi si dispone.

L'avviamento dei motori elettrici può prodursi gradatamente ed indipendentemente, in modo che non influisca sull'andamento di quelli in moto, mentre gli urti sono inevitabili colle solite trasmissioni meccaniche.

# 37. Esempi di trasmissioni elettriche negli stabilimenti industriali.

La distribuzione elettrica dell'energia alle macchine operatrici degli stabilimenti industriali è entrata nelle abitudini, in quelle regioni dove si preferisce il razionalismo alla tradizione. Fra le prime installazioni è da notare quella (1883) applicata all'opificio degli esperimenti meccanici del servizio Materiale e Trazione della Compagnia dell'Est di Parigi, dove si muovevano con 10 motori elettrici 10 macchine utensili, con un rendimento industriale di 0,556. Si trattava di una potenza limitata (20 cavalli) ed i motori elettrici non avevano il rendimento di quelli odierni.

È interessante l'impianto eseguito nella fabbrica di armi di Herstal (presso Liegi) nel 1891. Quando si trattava di scegliere fra la trasmissione meccanica e quella elettrica, si cercò che i costruttori, i quali volevano assumere la trasmissione meccanica, garantissero il rendimento del sistema, ma nessuno volle sottomettersi a questa condizione, mentre la Società Internazionale di Liegi, che proponeva la trasmissione elettrica, precisava i rendimenti. Colla distribuzione meccanica dell'energia si preventivavano:

9 alberi di 12 cavalli = 108 cavalli

e la Società Internazionale proponeva, per mettersi al sicuro:

9 motori da 16 cavalli = 144 cavalli

I motori erano destinati a comandare ognuno un albero, cui attingevano energia, con trasmissione a cinghia ordinaria, le diverse macchine utensili, realizzando così un sistema misto di trasmissione, che forse non è il preferibile. Per ciascuno di cotali motori, la Società Internazionale garantiva:

pel tipo da 16 cavalli un rendimento industriale di 0,87

in modo che il lavoro utile sarebbe prodotto da un lavoro medio di

$$\frac{144}{0,87} = 165,5 \text{ cavalli}$$

$$\frac{42}{0,87} = 48,3 \quad \text{*}$$

$$\frac{74}{0,89} = 83,1 \quad \text{*}$$

Totale 296, 9 cavalli.

La perdita nelle condutture elettriche non doveva superare il 2%, cosa facile ad ottenere nelle distribuzioni

di limitata estensione, così che il lavoro da produrre diventava  $\frac{296,9}{0,98} = 303$  cavalli; e tenendo conto del rendimento della dinamo generatrice, garantito di 0,90

$$\frac{303}{0,90} = 336, 6 \text{ cavalli},$$

ed il rendimento totale della trasmissione risultava

$$\frac{260}{336,6} = 0,772.$$

Il costruttore (Van der Kerkhove) del motore garantiva 40 cavalli pel lavoro a vuoto della motrice, ossia l'8 % di perdita, che venne poi verificato ridursi al 6 %, presentando un rendimento organico di 0,94; tenendo conto del 4 % di perdita (rendimento 0,96) tra l'albero d'ogni dinamo ricevitrice e quello di trasmissione per scorrimento e rigidità di cigne, si arriva al rendimento totale 0,772  $\times$  0,94  $\times$  0,96 = 0,695.

Queste promesse incoraggiarono l'Amministrazione della Fabbrica d'armi, che ordinò l'impianto. L'estensione dei diversi edifizi coperti misura 22000 metri quadrati. Vi sono due dinamo: la prima (della Società Internazionale di Liegi) comandata direttamente da un motore da 500 cavalli, al quale serve da volano, fornisce 2440 ampère a 125 volt; la seconda (Pieper), condotta da una motrice Willans a 300 giri, produce colla medesima tensione dell'altra, una corrente di 1400 ampère.

L'intensità totale assorbita dai 21 motori ora installati è di 2923 amp.; l'intensità totale della corrente fornita dalle due dinamo generatrici insieme, di 3800 amp.

Il rendimento è risultato qual era previsto.

Ancora presso Liegi, nello stabilimento metallurgico della Società della Vieille Montagne, si è utilizzata per la trasmissione, l'energia distribuita da un centro unico da una dinamo Pieper, mossa da un motore a vapore Frichart di 600 cavalli, consumante da 6,5 a 7 Kg. di vapore per cavallo indicato, sostituendola all'energia che prima era fornita in diversi punti del vasto stabilimento da parecchi piccoli motori a vapore, che non consumavano meno di 30 a 40 Kg. di vapore per cavallo indicato. Si ebbe notevole economia di combustibile e di personale.

I diversi rendimenti sono: motrice 0,90, dinamo 0,90, conduttura 0,98; medio dei motori 0,86; totale 0,685.

Nella cristalleria di Val-Saint-Lambert (presso Liegi) la motrice (Frickart) è di 350 cavalli e comanda una dinamo Pieper; i rendimenti sono: motrice 0,90, dinamo 0,90, conduttura 0,96; medio dei motori 0,87; totale 0,68.

La Elektrizitäts Aktiengesellschaft vormals Schuckert e Co di Norimberga ha installato nel 1893 una interessante distribuzione elettrica di energia nella filiale della Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft di Norimberga a Gustavsburg (presso Mainz), dove si trattava di trasmettere l'energia in due riparti distanti tra loro circa 150 m. e in uno dei quali si collocarono le generatrici. Queste sono due dinamo in derivazione, che a 550 giri forniscono 192 ampère a 235 volt. I motori alimentati in prossimità delle generatrici sono 6, complessivamente di 16 cavalli; quelli alimentati a 150 metri sono 12 motori complessivamente da 78,6 cavalli. Per l'esercizio ordinario basta il funzionamento di una sola delle dinamo, la quale assorbe 68 cavalli, mentre il lavoro contemporaneamente eseguito dai motori è di cavalli 47,5, cioè circa il 50 % della forza installata; i rendimenti sono: di 0,90 per la dinamo generatrice, di 0,95 per la conduttura, 0,82 quello medio dei motori, in totale dall'asse della dinamo a quello dei motori si ha il rendimento di 0,70, che con qualsiasi altro mezzo di trasmissione,

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 102.

67,27

escluso quello telodinamico qui inapplicabile, non avrebbe potuto essere raggiunto. La stessa Casa Schuckert e Co ha recentemente eseguito un impianto misto per distribuzione di energia e per illuminazione nella nuova cartiera dei fratelli Dietrich in Weissenfels.

L'energia elettrica è prodotta da una dinamo a 8 poli esterni ed 8 spazzole in derivazione, da 682 ampère e 110 volt a 275 giri al minuto; il suo rendimento a piena carica è di 0,92. Si hanno sette motori elettrici: uno da 18 cavalli, che muove una calandra a otto rulli, e deve avere una velocità variabile da 80 a 500 giri, il che si ottiene per mezzo di una speciale resistenza fabbricata in relazione alle condizioni di esercizio della calandra; il secondo da 14 cavalli per azionare una macchina per arrotare i cilindri; il terzo, pure di 14 cavalli, muove un albero di trasmissione, che comanda parecchie piccole operatrici; il quarto, di cavalli 2,8, aziona direttamente un elevatore; il quinto, da 2 cavalli, muove un tamburo; il sesto, da 14 cavalli, muove una tagliatrice; l'ultimo, pure da 14 cavalli, aziona una pompa centrifuga. L'illuminazione si ottiene mediante 300 lampade ad

incandescenza e 6 archi.

Nel nuovo grandioso stabilimento della Casa Schuckert e Co di Norimberga non esistono trasmissioni meccaniche, all'infuori di pochi contr'alberi; e le macchine operatrici, dalle più grandi alle piccolissime, quali i torni per l'avvolgimento delle armature dei misuratori di elettricità, sono mosse tutte da motori elettrici opportunamente disposti, collegati alle macchine sia direttamente, che per mezzo di cinghie. Fanno un effetto curioso quelle grandi sale piene di macchine in movimento, disposte in tutte le direzioni, secondo l'opportunità e dove non si vedono le lunghe trasmissioni e quel bosco di cinghie a cui si era abituati negli stabilimenti industriali.

Negli opifici dell'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft di Berlino le trasmissioni sono pure esclusivamente elettriche; vi sono due dinamo generatrici da 150 ed una da 300 cavalli, e 40 motori elettrici, così distribuiti:

#### 21 (avvolgimenti di armature) complessivamente · · · chilowatt 7 (costruzione armature).

44,80 3 (fabbrica di canapi) . . 16,20 1 (fabbrica di caoutchouc) 58,68

8 (laboratori di esperienze) . . . . 114,78

La medesima Casa ha installato a Goerlitz, per la locale fabbrica di materiale ferroviario, un analogo impianto con cinque motori.

La Compagnie de l'industrie électrique di Ginevra ha installata la trasmissione elettrica, oltre che nelle interessanti sue officine di Sécheron (Ginevra), dove sono azionate elettricamente 80 macchine operatrici con 15 motori elettrici, nella Manifattura d'armi di St-Etienne.

La ditta Siemens e Halske di Berlino ha eseguito pure parecchi analoghi impianti, fra i quali è notevole quello delle proprie officine di Charlottenbourg, che ha dato occasione ad interessanti esperienze, delle quali parle-

La Maschinenfabriken Escher Wyss e Co di Zurigo ha adottato per le sue trasmissioni la corrente rotatoria trifase. I vasti opifici di questa grandiosa fabbrica sono divisi in otto edifizi completamente isolati, da uno dei quali, quello dei motori, si distribuisce la corrente elettrica. Questa proviene dall'impianto di Bremgarten, già descritto a pag. 802, distante circa 20 chilometri; e per mezzo di due trasformatori trifasici, ciascuno di 200 chilowatt, vien ridotto a 115 volt; sono però installati anche due alternatori trifasici a 115 volt, mossi direttamente da un motore a vapore; questi alternatori possono alimentare la rete di distribuzione dell'energia sia da soli, sia in parallelo colla corrente fornita dai trasformatori trifasici. Le condutture sono in parte aeree ed in parte sotterranee; e formano cinque separati circuiti, costituiti da fasci di fili isolati ed assai vicini tra loro.

I motori non avendo collettore ed essendo muniti di una buona lubrificazione automatica, riducono al minimo le spese di sorveglianza; essi si avviano sotto carica, e sovraccarichi istantanei anche rilevanti non ne disturbano l'esercizio; sono collegati alle macchine da muovere sia per mezzo di cinghie, che di ingranaggi; ognuno è munito di un piccolo quadro di manovra, che comprende un interruttore tripolare e tre valvole di sicurezza. Per la messa in moto i motori da oltre 36 cavalli sono muniti di un rocchetto di avviamento; quelli da 9 a 24 cavalli di una resistenza di avviamento; i piccoli motori si inseriscono direttamente in circuito.

Lo stabilimento è fornito di cinque gru a ponte da 20 tonnellate, dieci da dieci tonnellate e nove da cinque tonnellate. Sono mosse tutte coi motori elettrici e si prestano a manovre facili, rapide e sicure; la trasmissione del movimento dai motori alle gru è ottenuta per mezzo di viti senza fine, studiate in modo da diminuire gli attriti. La velocità di queste gru è la seguente: per movimento nel senso della lunghezza 20 metri al minuto; per movimento nel senso della larghezza 10 m. al minuto; per movimento nel senso verticale da 0,80 a 1 m. al minuto.

La distribuzione dei motori di potenza variabile da 1 ½ ad 80 cav. in questa modernissima ed interessante installazione, è quella delle tabelle a pagina seguente.

### 38. Sistemi di trasmissione.

Come si è visto nei precedenti esempi, la trasmissione dal motore elettrico alle macchine operatrici può farsi sia per mezzo di contr'alberi di trasmissione, sia direttamente, muovendo ogni macchina con apposito motore, sia con sistema misto.

Col primo sistema si dispongono alla dipendenza di ogni contralbero, che riceve il movimento da un motore elettrico, parecchie macchine, le quali per ragioni di lavoro debbano trovarsi vicine; si ha però l'inconveniente che se non tutte lavorano contemporaneamente, la potenza del motore ed il contralbero non sono continuamente utilizzati in buone condizioni. Si potrebbe cercare di far dipendere dallo stesso albero le macchine che sogliono lavorare insieme; ma la cosa non è sempre possibile o conveniente, per le condizioni dell'industria e per l'opportunità che può presentarsi di collocare vicine fra loro delle macchine che lavorano raramente insieme, ma che rappresentano stadi consecutivi della lavorazione.

In generale questo sistema dei contralberi dà il vantaggio di permettere l'adozione di motori elettrici più grandi, che costano meno di parecchi di potenza complessiva eguale e che presentano miglior rendimento di questi. Non si è escluso però, ma solamente diminuito, l'inconveniente delle cinghie, pulegge, ecc.

Volendo sopprimere totalmente i contralberi, l'esercizio si presenta della massima indipendenza, quindi più semplice e conveniente; ma l'impianto riesce in gene-

rale più costoso.

Un terzo sistema si ottiene adottando il primo, per gruppi, per le macchine di minor potenza, ed il secondo, dei motori indipendenti, per le macchine più grandi; e forse è attualmente questa la migliore soluzione del problema.

### Per macchine lavoratrici.

		Numero dei motori	Potenza complessiva in cavalli
1° Forg	ie caldaje.		
1 macchina da	80 cav	2	
1 » »	9 »	3	95
1 » »	6 »		
2º Forgie m	artelli e rame.		
l macchina da	36 cav	1	36
3º Fo	nderia.		
3 macchine da	24 cav	4	92
1 » »	20 »	4	92
4º Fale	gnameria.	Myny	10 (65)
l macchina da	24 cav	1	24
5° Officine	meccaniche.		STATE OF THE PARTY
10 macchine da	20 cav	MA COLUMN	sayyanda
2 » »	9 »	15	223
1 » »	3. »	10	230
2 » »	1 »	5111	1
	Totale	24	470
	at a may a series		

Per gru	е	macchine	di	sollevamento.
---------	---	----------	----	---------------

	lo Forgi	e c	alda	je.				EIF Y	
2 macch	ine da	12	cav.					1 100	
2 »	» 4	1/2	>>				.	9	46
3 »	>> .	3	>>					9	10
2 »	>>	2	>>					The state of	Dia .
	2º Fo								
	ine da	18	cav.					450 KG	year y
3 »	»	9	>>					ilinoiti.	(Ola - F
3 »		6							month.
3 »	» 4							21	117
5 »	»	3							-221
1 »	*		>>		٠				berry
3 »	» l				٠			1121119	
1 »		1		i.				(per ett	
	Magazz							Au Jane	all.
	ina da					٠		1	166
	Officine								
	ine da			1	•		•		Militaria
5 »	»	9					•	1111	(1)
4 »	»	6						-	
0		1/2		1				28	161
- "		3		•			1		
0	» »		*			•			
,		1/2 1							
1 »	**	1	>>	•					
	1000		Tot	ale				59	490

Si hanno dunque in tutto 83 motori elettrici per una potenza complessiva di 797 cavalli.

Il numero dei poli e dei giri dei motori installati sono i seguenti:

Motori da cavalli	Numero dei poli	Numero di giri al minuto		
1	4	1450		
1 1/2	4	1450		
2	4	1450		
3	4	1450		
4 1/2	4	1450		
4 1/2	4 e 8	1450 e 725		
6	6	970		
9	6	970		
18	6	970		
20	10	575		
24	6	970		
36	6	970		
80	10	575		

### 39. Esperimenti sul rendimento.

Lo studio della convenienza di adottare negli stabilimenti industriali le trasmissioni elettriche, ha condotto alcuni tecnici ad una serie di interessanti ricerche sulla potenza assorbita dalle trasmissioni meccaniche; ne riassumerò alcune, non senza notare che sarebbe molto utile che analoghe esperienze si ripetessero ed estendessero molto di più di quanto è stato fatto sinora.

Riporterò dapprima alcuni dei risultati ottenuti dalle esperienze fatte nel 1892 dal signor E. Hartmann dell'A. E. G. (Zeitschrift des Vereines deutscher Inge-

nieure, aprile 1892):

1º Un albero di trasmissione di circa 60 mm. di diametro e 6 m. di lunghezza è appoggiato a tre cuscinetti Sellers; riceve il movimento da una puleggia principale mossa per mezzo di cigna (90 mm. di larghezza, m. 6,28 al secondo di velocità) da un motore a vapore; fornisce il movimento per mezzo di 3 pulegge e 3 cigne a tre contralberi, dai quali per mezzo di cigne e pulegge, attingono moto rispettivamente una cesoja e due perforatrici da lamiere.

Si fecero esperienze dinamometriche:

-						
10	tra	mace	hina	e con	tral	hari .

2º tra contralberi e trasmissione principale;

3º colla trasmissione principale, inclusa la sua cinghia.

## Si ottennero i seguenti lavori:

le Lavoro dell'intero gruppo, a piena ca-	
rica Cgm.	135,5
2º Corsa a vuoto delle macchine utensili »	116,9
3º Lavoro della trasmissione e contralberi,	
tolte le cinghie delle macchine »	76, 2
4º Lavoro colle cinghie dei contralberi sulle	
puleggie folli »	63, 0
5º Lavoro della trasmissione principale con	
relativa cinghia »	32, 3
Dai quali si calcola:	
a) Lavoro a pieno carico delle macchine	
(135, 5-116, 9)	18,6

b) Lavoro a pieno carico delle macchine colle	Rendimenti:
cinghie (135,5-76,2) Cgm. 59,3	$b_1$ ) Delle macchine in media $\frac{98}{207} = 0,33$
c) Corsa a vuoto delle macchine, colle cinghie (116,9-76,2)	
d) Lavoro assorbito dai soli contralberi	c <sub>1</sub> ) Delle cinghie da macchine e contralberi (1º rinvio):
(76,2-63)	$\frac{297}{297 + 49} = 0,86 \tag{4}$
tralberi (63-32,3)	d <sub>1</sub> ) Delle cinghie di contralberi e pulegge a corsa vuota
f) Lavoro assorbito dalle cinghie delle mac-	(90 rinvio): 340
chine coll'avviamento (può esser consi- derato insieme alle cinghie dei contral-	
beri)	e <sub>1</sub> ) Albero, trasmissione e cinghia principale (3º rinvio): 414, 3
g) Corsa a vuoto delle macchine senza loro cinghie (40,7-30,7) » 10,0	$\frac{414,3}{414,3+79,7} = 0,84 \tag{6}$
h) Forza assorbita dalla trasmissione prin-	Il rendimento dei tre rinvii risulta:
cipale, inclusa la cinghia » 32, 3	0,06.0,835.0,84 = 0,605
Si hanno quindi i seguenti rendimenti:	mentre $d_1 e_1$ : $g_1$ 0, 835.0, 84 = 0,70 (8
b <sub>1</sub> ) delle macchine stesse, in media:	3º Un albero di trasmissione, di 50 mm. di diametro,
$\frac{10,0}{18,6+10} \cdot \cdot \cdot = 0,648$	74 m. di lunghezza, è mosso da un elettromotore di 30 ca-
c <sub>1</sub> ) delle cinghie delle macchine e contralberi	valli, e per mezzo di puleggie disposte a breve distanza tra loro (in media ogni m. 0,375) muove 141 macchine
(1° rinvio):	utensili, come torni, perforatrici, tagliatrici, punzona-
$\frac{18,6}{18,6+40,7+13,2} = \frac{18,6}{72,5} = 0,256$	trici, pialle, frese, ecc.
d <sub>1</sub> ) delle cinghie dei contralberi (2º rinvio):	Si ottiene:  1º Lavoro a piena carica
$\frac{72,5}{72,5+30,7} = \frac{72,5}{103,2}  . = \qquad 0,683$	2º Corsa a vuoto
e <sub>1</sub> ) dell'albero principale, colla sua cinghia	3º Movimento di tutte le trasmissioni, cinghie
(3° rinvio): $\frac{103,2}{103,2+32,3}$ = 0,762	e contralberi
	contralberi, però coi contralberi fermi» 654
Il rendimento (0,648) delle sole macchine utensili non ci interessa; bensì quello di tutta la trasmissione, ossia	5° Trasmissione e cinghia principale » 504
dei tre rinvii che la costituiscono, che è:	Si calcola:  a) Lavoro netto delle macch. (2243-1783) = » 460
0, 256 . 0, 683 . 0, 762 = 0, 137	b) Corsa a vuoto delle macch. (1783-763) = » 1020
e quello dei due ultimi rinvii, che insieme formano: 0,683.0,762= 0,520	c) Lavoro assorbito dalle cinghie delle mac- chine e contralb. (1º rinvio) (763-654) = » 109
2º Un gruppo di 51 piccole macchine lavoratrici,	d) Lavoro assorb. dalle cinghie dei contralb.,
torni, frese, trapani, mole a smeriglio, ecc., vengono	questi inclusi (2º rinvio) (654-504) = » 150
mosse da 1 albero ( $d = 40 \text{ mm.}$ ; $l = 28 \text{ m.}$ ) per mezzo di un elettromotore da 6 cav.	e) Lavoro assorbito dall'albero di trasmis- sione colla cinghia principale (3º rinvio) » 504
La trasmissione si divide in tre rinvii:	I rendimenti risultano:
1º tra le macchine ed il contralbero;	b <sub>1</sub> ) Per le macchine lavoratrici:
2º tra contralbero e trasmissione principale;	$\frac{460}{}$ = 0,311
3º fra trasmissione principale ed elettromotore.	460 + 1020
Si ebbero:  1º Gruppo a piena carica Cgm. 494	c <sub>1</sub> ) Per cinghie delle macchine e contralberi
2º Gruppo con macchine a vuoto » 396	(1° rinvio): $\frac{1430}{1480 + 109} \cdot \cdot \cdot = 0,93$
3º Trasmissione e contralberi (tolte le cinghie macchine)	d <sub>1</sub> ) Per cinghie dei contralberi (2° rinvio):
4º Trasmissione con cinghie di contralberi	
su puleggie folli	1589 + 150
Si calcola quindi:	e <sub>t</sub> ) Per trasmissione e cinghia principale 1739
a) Lavoro netto delle macchine 494-396 = » 98	(3° rinvio): $\frac{1739}{1739 + 504} \cdot \cdot \cdot = 0,775$
b) Lavoro a piena carica delle macchine 494-197 =	Il rendimento dei tre rinvii è:
c) Corsa a vuoto macchine 396-197 = . » 199	. 0,93.0,915.0,775 = 0,66
d) Forza assorbita dalle cinghie delle mac- chine e dei contralberi 197-148 =	e dei due ultimi:
chine e dei contralberi 197-148 = . » 49 e) Forza assorbita dalla cinghia e dalla tras-	0, 915 . 0, 775 = 0, 71.
missione 148-79,7 =	Da questi tre esempi si rileva che il rendimento medio è: $\frac{0,521+0,700+0,710}{0,521+0,700+0,710}=0,644.$
f) Forza assorbita dalla trasmissione e cinghia principale » 79,7	$\frac{6}{3} = 0,644.$

Una notevole superiorità della trasmissione elettrica sulla meccanica ha luogo, come si è accennato, quando le macchine mosse non lavorano tutte contemporaneamente. In tal caso infatti le trasmissioni meccaniche continuano a consumare la stessa forza per mantenersi in movimento, diminuendo il rendimento; invece colla trasmissione elettrica, nella quale la perdita di energia in watt è espressa da W = J2R (J essendo l'intensità della corrente ed R la resistenza del circuito) col diminuire il numero dei motori in moto, diminuisce la perdita W.

Il rendimento di una trasmissione elettrica si ottiene subito conoscendo quello della conduttura, dei motori e delle dinamo; il rendimento della conduttura può rendersi buono come si vuole, aumentando il diametro dei conduttori ed ordinariamente non lo si tiene inferiore

a 0,96-0,98.

Il rendimento delle dinamo di una certa dimensione si può ritenere di 0,88-0,90; quello dei motori, anche piccoli (1/2 di cavallo) è di 0,70; sale subito in quelli di media grandezza (10 cavalli) a 0,89, per arrivare a 0,90 nei più grandi (50-60 cavalli), quando la carica sia completa.

Col diminuire della carica diminuisce il rendimento. ma non eccessivamente. Si può ritenere, per esempio, che a 2/2 di carica il rendimento abbassi di pochissimo nei grossi motori, e di 7-8% nei più piccoli; ad 1/3 della carica la diminuzione si può considerare di 8 0/0 nei grandi e di 10% nei piccoli motori.

L'Hartmann ha eseguite esperienze anche sopra impianti di trasmissione elettrica, fra i quali il seguente:

Una macina da malto da 7 cavalli era mossa da un motore alimentato dalla corrente fornita in permanenza dalla dinamo che illuminava, giorno e notte, lo stabilimento. I rendimenti si trovarono:

Pel gruppo dinamo-motore		0,900
Per l'elettro-motore da 7 cavalli.		0,865
Per il rinvio a ruota dentata tra il	mo-	
tore e la macina		0,970
Per la conduttura		0,900
In totale		0,74

Una trasmissione meccanica a tre rinvii che funzionava prima di quella elettrica assorbiva i lavori seguenti, desunti con l'indicatore:

I. Cinghia fra contralbero e macina cav. 0,2

II. Contralbero (d = 40 mm.; l = 26 m.) » 2,7

III. Trasmissione primaria (d = 40 mm.; Totale cav. 6,7

D'onde il rendimento  $\frac{7}{7+6,7}=0,51$ .

Quindi la trasmissione elettrica diede un risparmio:

$$\frac{0,74-0,51}{0,74}=31\,{}^{0}/_{0}.$$

L'Hartmann ha pure considerato il caso, che si incontra in pratica, in cui uno stabilimento adopera vari piccoli motori a vapore, quindi di basso rendimento, disposti presso le macchine da muovere, alimentati con condotta centrale di vapore. Ed ha messo in evidenza la grande superiorità che darebbe in questo caso l'adozione di unico motore centrale, con trasmissione elettrica ed elettro-motori al posto dei motori a vapore.

Il prospetto a pagina seguente riassume le esperienze Hartmann; è giusto però notare che ai valori medii non bisogna dare soverchia importanza; le cifre relative ad ogni caso speciale riescono invece interessanti, tanto più se si tiene conto che i casi studiati sono scelti imparzial-

L'ing. Richter della ditta Siemens e Halske ha pubblicato nel 1893 (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, H. 38 u. 39) i risultati di esperienze eseguite durante parecchi anni nelle officine di Charlottenbourg.

Nella fabbrica di lampade ad arco, 42 macchine utensili sono mosse da cinghie, la cui successione, a partire da queste macchine, è la seguente: 42 cinghie (I) che dalle macchine vanno a contralberi di soffitto muniti di pulegge folli e fisse; 42 cinghie (II) che muovono i contralberi, attingendo la forza da due alberi intermediari longitudinali; 2 cinghie (III) che da questi vanno all'albero principale, il quale è mosso per mezzo di una cinghia (IV) dall'elettro motore.

Per consumo di lavoro è stato determinato:

1º quando tutte le macchine utensili erano in attività;

2º a movimento a vuoto di queste;

3º senza le cinghie I;

4º colle cinghie II disposte sulle pulegge folli dei contralberi di soffitto;

5° senza le cinghie II;

6º senza le cinghie III;

7° senza le cinghie IV.

I risultati sono riuniti nella seguente tabella:

Condizioni di lavoro	Potenza assorb. dall' elettromotore E.1 736	Potenza utile sull' albero del motore	Rendi- mento del motore	
	cavalli	cavalli		
a) Lavoro di tutte le macchine	25, 90	22, 285	0,861	
b) Le macchine girano a vuoto	23, 86	20,48	0,859	
c) Sono tolte le cinghie I	8,761	6,583	0,751	
d) Le cinghie II sono sulle puleggie folli	7, 667	5,526	0,721	
e) Sono tolte le cinghie II	4,435	2, 363	0,533	
f) Sono tolte le cinghie III	2,588	0,536	0,207	
g) È tolta la cinghia IV	2,047	-	-	

Sottraendo ciascuna delle cifre della seconda colonna (potenza utile sull'albero del motore) dalla precedente, si ottiene la potenza assorbita dalla porzione di trasmissione soppressa, cioè:

$a_1$	dalle sole macchine utensili cav.	1,805	
b <sub>1</sub> )	dall'esercizio a pieno lavoro di esse, incluse le cinghie I »	15,702	
$c_1)$	dalla corsa a vuoto di esse, incluse		
	le cinghie I »	13,897	
$d_1)$	dai contralberi di soffitto »	1,057	
e <sub>1</sub> )	dalle cinghie II, comprese le pulegge folli »	3,163	
$f_1$ )	dagli alberi longitudinali colle cinghie III »	1,827	
$g_1)$	dall'albero principale colla cin- ghia IV »	0,536	

Paragone del rendimento di trasmissioni meccaniche ed elettriche.

ESEMPIO NUMERO	1	2	3	4	
UTILIZZAZIONE DELL'ALBERO	debole	buona	piena	buona	OSSERVAZIONI
1º Trasmissioni meccaniche.	un ulas	lu luli		Table	ALTERNATION OF THE PROPERTY.
Rendimento del 1º rinvio	0,256	0,86	0,93		The second of the second
» » 2° »	0,683	0,835	0,915		
» » 3° »	0,762	0,84	0,775	of the party of th	
Rendimento complessivo di 2 rinvii	0,521	0,70	0,71	-	
tendimente schipterate		-			
		nedia 0,			Lavoro a tutta carica.
» » 3 » · ·	0,137	0,605	0,660	0,68	
The second of the leader like	in r	nedia 0,	467	(	The the Commission of
» » 2 » · ·	0,465	0,640	0,645	-	³/4 della carica.
	in r	nedia 0,	583		
» » 2 » · ·	0,433	0,645	0,620		dan is dimensional and
	in r	nedia 0,	556	losely to	2/3 » »
Distanza media delle puleggie m.	2,08   0,55   0,375				
The second of th	-			Popula	
in the state of th	Trasmissione			Economia della trasmissione	Contract to implementation to
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	maganias slattrics			elettrica (per cento)	
2º Valori medii e valori limiti.			10.07	PARTIE BARRE	
a) Valori medii:	1				
Rendimento complessivo di 2 rinvii	0,644	1	0,72	10,5	A pieno lavoro.
» » 3 »	0,467		»	35, 1	» »
» » 2 »	0,583		0,70	16, 7	A 3/4 di carica.
» » 2 »	0,566		»	19, 2	A 2/3 » »
b) Valori estremi:	1		-310		A
Rendimento complessivo di 2 rinvii	0,521-0.	71	0,70	25, 5-0, 0	A pieno lavoro.
» » 3 »	0, 137-0,		>	80, 5-5, 7	» »
» » 2 »	0, 465-0,		>	33, 6-8, 6	A 3/4 di carica.
» » » » » »	0, 433-0,		>		A 2/3 » »
29 Imminute a nanna	Motrici a vapor di limitata poten alta pressione, con condotti centi di vapore		di eleva	i a vapore ta potenza dinamo sione elettr.	Economia della trasmissione elettrica (per cento)
3º Impianto a vapore.  Consumo orario di vap. per cav. effett. Ch.	21, 2-30, 0			0,96	48, 3 — 62, 6

Dividendo per ogni parte della trasmissione la potenza trasmessa (ottenuta sottraendo la potenza assorbita da quella ricevuta) per quella ricevuta, si hanno i diversi rendimenti:

1º delle macchine utensili, in media . . 0,150 2º dei contralberi di soffitto, escluse le

cinghie I . . . . . . . . . . . . 0,938 3° delle cinghie II colle pulegge folli . 0,841

4º degli alberi intermediari colle cinghie III . . . . . . . . 0,916 5º dell'albero principale colla cinghia IV 0,976

Il rendimento delle macchine utensili è piccolissimo;

cosa forse dovuta a cinghie male e inegualmente tese, a mancato parallelismo degli alberi e simili cause. Ma questo mostra, ed è confermato in altri casi, come sia da evitare il condurre numerose macchine con un medesimo albero.

Il rendimento totale del resto della trasmissione è: 0,938.0,841.0,916.0,976 = 0,706.

Le seguenti cifre si riferiscono ad una trasmissione con un solo intermediario; un grosso tornio è mosso per mezzo di puleggia a gradini da una cinghia I, la quale va ad un contralbero da soffitto, che riceve il movimento per mezzo della cinghia II dal motore:

Condizioni di lavoro	Potenza assorb dall' elettro- motore E. I 736	Potenza utile sull' albero del motore	Rendi- mento del motore
	cavalli	cavalii	
a) Lavora il tornio	3,502	2,851	0,814
b) Il tornio cammina a vuoto	1, 127	0,947	0,84
c) Cinghia I soppressa	0,261	0, 177	0,68
d) Cinghia II soppressa	0,069		_

### Si deduce:

- a1) Potenza assorbita dal solo tornio cav. 1,904
- b<sub>1</sub>) Potenza assorbita dal suo esercizio a pieno lavoro colla cinghia I » 2,674
- c1) Potenza assorbita dalla sua rotazione a vuoto, colla cinghia I »
- d1) Potenza assorbita dal contralbero di soffitto colla cinghia II . . » 0,177

### I rendimenti risultano:

- 1º pel tornio colla cinghia I . . . » 0,713 2º pel contralbero colla cinghia II . » 0,938

Dalle numerose esperienze fatte a Charlottenburg si è trovato che il rendimento medio di una trasmissione a due passaggi è di 0,656; a tre rinvii di 0,50; valori confermati da altre esperienze.

Per apprezzare l'influenza della durata di funzionamento di tutte le macchine che devono essere mosse dalle trasmissioni sul rendimento elettrico o meccanico, il Richter tenne conto diligentemente del tempo di esercizio utile e lo trovò variabile dal 47 al 74 % (in media 62 % nelle officine di Charlottenburg; in tal caso il rendimento della trasmissione a tre rinvii si riduce a 0,29 ed a 0,40 quella a due rinvii, come media.

Il lavoro a vuoto di trasmissioni e di macchine si potrà economizzare, come si è accennato, ove si dispongano in dipendenze di contralberi speciali le macchine che devono

lavorare contemporaneamente.

Potendo sostituire un motore elettrico a due rinvii di trasmissioni, risulta subito il beneficio che se ne ottiene, se si considerano i rendimenti (inferiori al vero) di 0,90 per la generatrice; 0,95 per la condottura; 0,85 pel motore, il rendimento complessivo risulta di 0,725 da contrapporsi a quello medio di 0,644 trovato da Hartmann per la trasmissione a due rinvii ed a quello cennato di 0,40 nel caso di esercizio non continuativo. La difficoltà di un appropriato aggruppamento delle macchine conduce alla soluzione più radicale di sopprimere affatto i contralberi, alla quale si oppone però la maggior spesa di impianti ed il rendimento limitato dei piccoli motori.

Non bisogna però esagerare queste condizioni sfavorevoli; ed è solo un preventivo esatto delle diverse soluzioni che può, volta per volta, risolvere il problema.

Nel caso dell'officina di lampade ad arco Siemens e Halske (42 macchine utensili mosse da motore di 25 cavalli) l'aumento di spesa per installare invece del motore da 25 cavalli colle relative trasmissioni 42 piccoli motori, sarebbe stata del 13% - In un'altra sala, che conteneva 29 macchine utensili mosse da un motore di 8 cavalli, l'aumento si sarebbe ridotto a meno del 10 %.

Pel rendimento della trasmissione elettrica il Richter pur considerando pei motori quello di 0,70 come se fossero da 1/4 di cavallo, per la conduttura di 0,90 e per la dinamo di 0,90, arriva al rendimento complessivo di 0,57, che paragonato con quello di 0,40 trovato per la trasmissione a due rinvii, si mostra vantaggioso; vantaggio che decresce se la durata media dell'esercizio di ogni macchina supera il 62 % trovato a Charlottenburg. Se però si considerano motori di grandezze medie, per esempio, da l cavallo, il rendimento aumenta notevolmente ed è raggiunto da quello della trasmissione meccanica a due rinvii, solamente per una durata media di lavoro di 0,85.

In paragone all'esercizio per gruppi di macchine dipendenti da un contralbero mosse dall'elettro-motore, il quale rispetto all'esercizio a motori isolati dà un rendimento migliore (come 9 sta ad 8), il Richter opina che in media il rendimento dell'esercizio per singoli motori raggiunge l'altro, se la durata media di lavoro delle sin-

gole macchine è inferiore al 75 %.

Il 17º Congresso degli ingegneri capi delle associazioni di proprietari di apparecchi a vapore, tenuto a Parigi nel 1894, ha riunito dei dati numerosi e interessanti sul lavoro assorbito dalle trasmissioni in officine di natura diversa. La tabella a pagina seguente ne riporta alcuni ed è compilata ammettendo una perdita del 10% nella macchina motrice.

Si rileva che le perdite sono meno sentite negli opifici, nei quali la trasmissione si compie con due rinvii al massimo.

Il signor Ernesto Stassano, capitano di artiglieria, ha eseguite nel 1895 (Rivista d'artiglieria e genio, 1895, vol. II) delle esperienze dirette a determinare la curva del rendimento organico di una macchina a vapore da 35 cavalli effettivi, installata nelle officine della direzione d'artiglieria a Roma. Ricavata tale curva per mezzo di accurate esperienze eseguite a mezzo di un freno Prony, di un indicatore Thompson e di un tachimetro Buss, calcolandosi le aree dei diagrammi dell'indicatore con un planimetro a disco Amsler, l'egregio capitano potè determinare con molta esattezza: 1º il lavoro medio giornalmente assorbito dalle varie macchine che simultaneamente operano nell'officina; 2º il lavoro massimo occorrente per mettere in moto contemporaneamente tutte le macchine del laboratorio; 3º il lavoro assorbito in media dalle trasmissioni principali e secondarie dello stabilimento; 4º il consumo d'acqua e di combustibile richiesto in andamento normale della motrice per cavallo-ora effettivamente sviluppato.

Riportiamo, perchè interessante, a pag. 817, la tabella riassuntiva dei risultati delle prove col freno per studiare il rendimento organico della motrice a differenti carichi ed a differenti pressioni (la normale era di 5 atmosfere).

Le macchine mosse dalla motrice studiata, consistono essenzialmente in 34 torni da metalli, 4 piallatrici da metallo, 3 limatrici, 12 macchine da accecare, 1 piccolo laminatojo, 1 trafila, 4 torni per viti, 3 trapani, 1 ventilatore Root per 9 fuochi da fucina, 1 cesoja, 2 piccole dinamo. Le trasmissioni principali hanno la lunghezza totale di oltre m. 120 con 64 cuscinetti.

Si ebbe dagli esperimenti:

Lavoro effettivo medio sviluppato dalla . cav. 20,56 Lavoro effettivo massimo assorbito dalla officina con tutte le macchine in azione » 27,60 Lavoro medio assorbito dalle trasmissioni principali e secondarie . . . » 13,19 Lavoro medio assorbito dalle sole macchine che ordinariamente funzionano Lavoro effettivo massimo assorbito dalle sole macchine quando lavorano tutte contemporaneamente . . . . » 14,41

Tabella del lavoro assorbito dalle trasmissioni in officine diverse.

		LAV	ORO	Perdita in %		
Num.	INDUSTRIE	indicato del motore	assorbito dalle trasmissioni	del lavoro del motore	OSSERVAZIONI	
1	Locazione di forza motrice	107,5	67	62, 3		
2	Id. id. id	72, 28	55, 18	76, 3		
3	Id. id. id	41,64	22, 58	54		
4	Produzione di forza motrice	54,61	16, 22	29,7		
5	Costruzioni meccaniche	33, 81	9, 63	28,5	Potenze varianti da cav.	
6	Id. metalliche	27,5	19, 82	72, 2	107 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> a 7, 82.	
7	Id. id	23, 4	12, 15	53	Perdite nelle trasmissioni	
8	Laboratorio meccanico	16, 94	8,93	52,7	da 66 % a 18 ½ %.	
9	Id. di costruzioni	9,2	3, 1	33, 7		
10	Piccola meccanica	20,58	14, 88	72,3		
11	Id. id	7,82	5,18	66, 2		
12	Fonderia e laboratorio meccanico	113, 16	76, 91	68	D. 4. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1.	
13	Id. id. id	44	21,47	48,8	Potenze da cav. 113 a 28.	
14	Fonderia	27,8	7	24,2	Perdite da 58% a 14%.	
15	Forge e laminatoi	292,5	112,60	38,5		
16	Forge	225	52	23, 1	Potenze da cav. 292 a 15.	
17	Forge e acciajerie	106, 2	49,5	46,5	Perdite da $36,5\%$ a $13\%$ .	
18	Piccole forge	15	5,83	39		
19	Falegnameria	54, 35	13,71	25, 2	an instrumentals	
20	Id	35, 44	10,80	30, 3	Potenze da cav. 70 a 26.	
21	Id	27, 86	8, 20	29,5	Perdite da 20 % a 10 %.	
22	Id	25, 83	7, 25	28,9	1 Grande da 20 /0 a 10 /0.	
23	Id	70, 39	14, 18	20	Late of the property of	
24	Seghe meccaniche	83, 5	36, 32	43,5		
25	Id. id	80	22	27,5		
26	Id. id	72, 2	56,7	78,5	The state of the s	
27	Id. id	46, 39	10, 17	21,9	in the late of the same of the same of	
28	Id. id	41,7	16, 95	40,6	Potenze da cav. 83 a 31.	
29	Id. id	33,7	8, 44	25	Perdite da 681/20/0 a 120/0.	
30	Id. id	31,4	17	54		
31	Id, id,	26, 3	8,65	33	The second second	
32	Id. id	21,5	6,87	32		
33	Id. id	21,5	4,88	22,7		

Da questi dati si deduce il rendimento massimo della trasmissione quando tutte le macchine lavorano contemporaneamente:

$$\frac{14,41}{14,41+13,19} = 0,522.$$

Ed il rendimento normale nei casi ordinari, quando cioè lavora solamente una parte delle macchine mosse:

$$\frac{7,37}{7,37+13,19}=0,358.$$

In America le trasmissioni elettriche negli opifici sono numerosissime; e secondo il Richardson, nella grande officina di Greenpoint, ove le trasmissioni meccaniche assorbivano l'attività di un motore a vapore da 140 cavalli, fu sufficiente un motore da 75 cavalli dopo la trasformazione.

# 40. Trasmissioni dai motori alle macchine operatrici.

Per utilizzare razionalmente la trasmissione elettrica è importante studiare il miglior modo di trasmettere il movimento dell'elettro-motore alla macchina mossa, quando, come avviene nella pluralità dei casi, sono differenti le rispettive velocità.

Nella memoria già citata, l'Hartmann riferisce di esperienze eseguite con elettro-motori direttamente accoppiati ad operatrici per mezzo di ingranaggi cilindrici ed ingranaggi a vite perpetua.

Sull'asse dell'elettro-motore, di rendimento ben noto, era collocata una ruota dentata, che ingranava una

Tabella riassuntiva dei risultati delle prove col freno per studiare il rendimento organico della motrice a differenti carichi ed a differenti pressioni.

rienza	emità 10	PRES	SSIONE	ONE INIZIALE 5 ATMOSFERE (pressione normale) PRESSIONE INIZIALE 6 ATMOSFERE								PRESSIONE INIZIALE 7 ATMOSFERE							
Num. d'ordine dell'esperienza	Peso applicate all'estremità dell'albero del freno	Velocità di rotazione dell'albero (giri al 1/)	Lavoro utile in cavalli	Lavoro indicato in cavalli	Ammissione media in centesimi della corsa totale	Lavoro utile in centesimi del lavoro normale	Rendimento	Velocità di rotazione dell'albero (giri al 11)	Lavoro utile in cavalli	Lavoro indicato in cavalli	Ammissione media in centesimi della corsa totale	Lavoro utile in centesimi del lavoro normale	Rendimento	Velocità di rotazione dell'albero (giri al 11)	Lavoro utile in cavalli	Lavoro indicato in cavalli	Ammissione media in centesimi della corsa totale	Lavoro utile in centesimi del lavoro normale	Rendimento
1	>>	75	>>	7,00	2,10	»	*	75	>>	7,34	1,35	»	>>	75	>>	6,95	1,29	*	>>
2	10	*	-3,15	10,55	2,70	9,00	0,30	>>	3,15	10,50	1,54	9,00	0,30	*	3,15	10,13	1,54	9,00	0,31
3	20	>>	6,30	11,96	3,08	18,00	0,53	>>	6,30	13,43	2,30	18,00	0,46	>>	6,30	11,42	2,30	18,00	0,55
4	30	>>	9,45	15,61	3,84	27,00	0,60	»	9,45	15,70	2,70	27,00	0,60	>>	9,45	15,19	2,70	27,00	0,62
5	40	>>	12,60	16,50	4,61	36,00	0,76	>>	12,60	19,09	3,08	36,00	0,66	>>	12,60	19,67	3,08	36,00	0,64
6	50	>>	15,75	20,40	5,00	45,00	0,77	>>	15,75	22,76	3,46	45,00	0,69	>>	15,75	24,21	3,46	45,00	0,65
7	60	>>	18,90	24,15	5,38	54,00	0,78	>>	18,90	26,18	4,23	54,00	0,72	*	18,90	25,82	3,84	54,00	0,73
8	70	>>	22,05	28,37	6,92	63,00	0,78	>>	22,05	29,32	5,38	63,00	0,75	>>	22,05	28,83	4,61	63,00	0,77
9	80	>>	25,20	31,97	8,08	72,00	0,79	>>	25,20	32,62	5,77	72,00	0,77	>	25,20	32,26	5,00	72,00	0,78
10	90	>	28,35	34,57	8,64	81,00	0,82	>>	28,35	35,34	6,92	81,00	0,80	>>	28,35	36,32	5,38	81,00	0,78
11	100	74	31,08	37,16	9,23	88,71	0,84	>>	31,50	37,75	7,31	90,00	0,83	>	31,50	39,27	5,70	90,00	0,80
12	110	>	34,19	40,60	10,85	94,83	0,87	>>	34,65	41,13	8,85	99,00	0,84	>>	34,65	42,26	6,10	99,00	0,84
13	120	>>	37,30	42,63	11,15	106,57	0,87	>>	37,80	44,40	9,23	108,00	0,85	>>	37,80	45,19	6,92	108,00	0,84
14	130	>>	40,40	46,08	12,31	115,71	0,88	>	40,95	47,87	9,62	117,00	0,86	>	40,95	48,25	7,68	117,00	0,85
15	140	>>	43,51	49,67	12,70	124,32	0,88	>>	44,10	50,30	10,38	126,00	0,87	*	44,10	Contract of		126,00	0,89
16	150	>>	46,62	52,48	14,23	133,20	0,89	>	47,25	54,79	11,54	135,00	0,86	>>		53,70	10,38	135,00	0,88
17	160	>>	49,73	56,24	15,38	142,14	0,88	>>	50,40	58,29	12,31	144,00	0,86	>>	50,40	57,83	111111	144,00	0,87
18	170	*	52,84	62,57	18,08	150,97	0,84	>>	53,55	63,00	13,85	153,00	0,85	*	53,55	62,10	13,46	153,00	0,86

seconda, dal cui albero il lavoro veniva assorbito con una dinamo accoppiata e successivamente misurato con un freno Brauer. Analoghe esperienze furono fatte con doppi rinvii e con ingranaggi a vite perpetua a varie inclinazioni.

Si trovò:

Con rinvio semplice, cioè con una coppia di ruote a denti numerosi e ben tagliati, effetto utile sino a . . . . . . . . 0,97

Con doppio rinvio (due coppie) . . . 0,90

Con denti non fresati, rinvio semplice . 0,90

\*\* rinvio doppio . 0,70-0,65

Si raccomanda quindi, specialmente per le grandi velocità, l'uso di ruote con denti fresati colla maggiore esattezza; per diminuire il rumore si possono usare delle foglie di piombo tra i denti o delle inclinazioni speciali, e si può spingersi con questo sistema fino a 6000 giri al minuto.

Colle viti perpetue si raggiunge presto il limite di applicabilità, per grandi forze; però il sistema è ottimo per forze medie e piccole, adottando larghe superfici di lavoro, materiali duri (acciajo, bronzo fosforoso) e lavorazione accurata. Si deve però osservare che cogli ingranaggi a vite perpetua raggiungendosi delle riduzioni di velocità quattro o cinque volte maggiori di quelle ottenibili colle ruote dentate, può convenire in dati casi di usarle; il rendimento ottenuto è stato da 0,40 a 0,60, ma

adoperando angoli di inclinazione maggiori di 45° si è arrivati a raggiungere rendimenti di 0,84 e 0,86.

In generale le trasmissioni con cinghie e corde, che non sempre sono possibili, pel loro ingombro, sono le più convenienti, offrendo un effetto utile di 0,95-0,98.

Il sig. E. J. Brunswick (Éclairage électrique, t. III) riferisce altre esperienze eseguite con ingranaggi:

Una prima serie è stata fatta sopra diversi argani destinati alla marina, che consumavano da 450 a 225 chilogrammetri; la riduzione di velocità era ottenuta con due rinvii per mezzo di ingranaggi di ghisa non fresati, ma ritoccati accuratamente per aggiustaggio. I rapporti di velocità erano 15-18-28, la prima ottenuta con dentatura elicoidale; il rendimento risultò di 0,85 pei due rinvii, ossia 0,92 per ognuno di essi. E si mantenne sensibilmente costante col variare la velocità da 300 a 1200 giri al minuto.

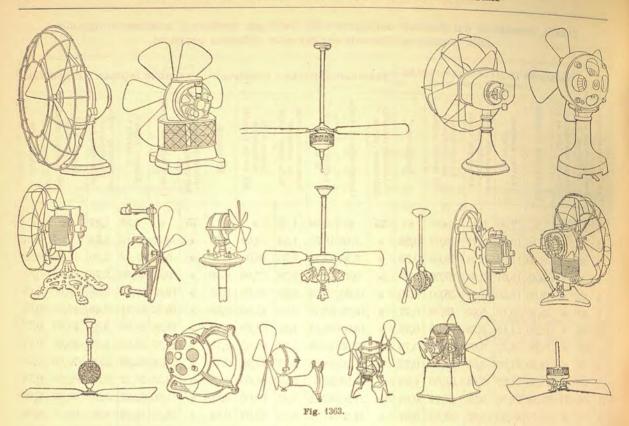
Altra serie di esperienze si fece con elettro-motori da 50 a 75 Cgm. a velocità da 1600 a 400 giri; riduzione di velocità di primo grado (un rinvio) ingranaggi in bronzo, fresati, e pignone d'acciajo; effetto utile 0,90.

Gli ingranaggi inclinati diedero analoghi risultati. Con ingranaggi a vite senza fine, nelle migliori condizioni di lavorazione e per un carico non superiore a 100 chilogrammetri (riduzione di 1:40) il rendimento variò

chilogrammetri (riduzione di 1:40) il rendimento da 0,40 a 0,60.

Delle prove fatte adoperando rulli a frizione con pignoni di cartone compresso e ruote in ghisa diedero con

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 103.



elettro-motori da 50 Cgm. e velocità da 200 a 400 giri, per doppia riduzione di velocità, effetto utile da 0,50 a 0,62.

### 41. Applicazioni.

Il modo più semplice di utilizzare la rotazione dell'elettro-motore è di calettare la parte girante della macchina mossa, sopra il prolungamento dell'albero del motore. Il che si può fare solamente per poche macchine di notevole velocità angolare. Citerò fra queste le ruote a smeriglio, nelle quali (come nella mola doppia Siemens e Halske), al centro dell'albero, alle cui estremità sono le due ruote, è montata l'armatura del motore, i cui elettro-magneti sono fissati sull'incastellatura dell'insieme, fra i due cuscinetti.

I ventilatori e gli agitatori d'aria, il cui uso è divenuto generale per la facilità con cui funzionano coll'elettricità, tanto per la ventilazione di sale ed ambienti di riunione, che per officine, navi e per applicazioni industriali, sono costituiti generalmente da una incastellatura che porta gli elettro-magneti, tra i quali ruota l'armatura,

sostenuta da cuscinetti a sbalzo. Le ali dei piccoli agitatori da salotto, come dei ventilatori più grandi, sono applicate ordinariamente all'asse dell'armatura, opportunamente prolungato.

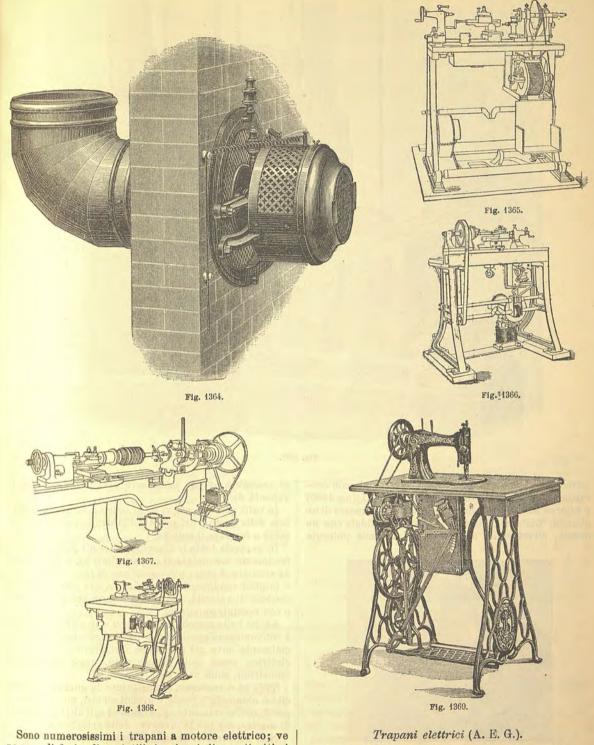
Le fig. 1363 presenta diverse fogge di agitatori da sala, sia a corrente continua, che alternata, muniti generalmente di lubrificazione automatica. La fig. 1364 rappresenta un ventilatore di dimensioni più grandi, per opifici, navi, ecc.

Motori con ventilatori ad elica (A. E. G.).

Tensione della corrente (volt) Intensità (ampère) Energia assorbita (watt) Giri al minuto	1,65 100 1000	1, 1 115 1200	870	105 2, 6 275 750
Forza (cavalli)			1/8	1/8

### Motori con ventilatori centrifughi (A. E. G.).

							and the same of the same		
Giri al minuto	2600	2100	2000	1800	1650	1480	1250	1100	1020
Forza (cavalli)	1/16	1/8	1/4	1/2	1	1 1/2	21/2	4	6
Energia assorbita (watt)	140	260	305	525	1000	1520	2330	3600	5330
Aria spostata per minuto (m. c.)	7-10	12-18	15-20	20-30	30-40	45-60	65-80	90-120	120-16
Pressione massima dell'aria (mm. d'acqua)	15	20	50	60	70	90	100	110	125
Peso del ventilatore	30	35	40	45	65	110	170	330	450
» del motore	14	23	32	50	78	150	245	300	440
» della piattaforma	30	40	40	50	70	90	110	170	250
Dimensioni base: lunghezza (mm.)	575	650	600	700	810	970	1075	1200	1350
» » larghezza (mm.)	300	340	340	380	475	570	600	775	870



Sono numerosissimi i trapani a motore elettrico; ve ne sono di fissi e di portatili; in alcuni di questi ultimi gli elettro magneti sono disposti in modo da aderire alle lamiere che devono forare e si adoperano specialmente per lavori sulle navi, sui ponti in ferro, ecc.; in altri delle elettro calamite separate tengono il trapano aderente alla lamiera. La trasmissione di movimento si fa in modi svariati, con ingranaggi conici (tipo A. E. G.), con ruote dentate (tipo Bickfort), mediante cinghie o corde (sistema Schuckert), ecc.

Forza (cavalli	1/16	1/8
Energia assorbita (watt) .	140	260
Giri del motore al l'	1600	1100
Massimo diam. del foro (mm.)	10	18
Massima prof. del foro (mm.)	55	65
Peso (Ch.)	21	39

Molte disposizioni si hanno pure per far muovere i torni con motore elettrico. La fig. 1365 rappresenta il

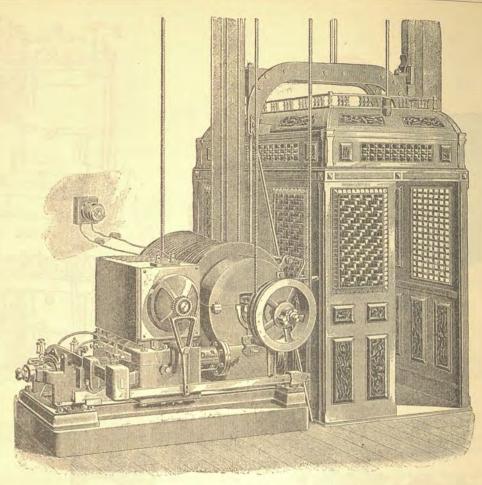


Fig. 1370.

tornio Ganz a motore asincrono, che comanda con corregge l'asse del tornio; nel tornio dell'A. E. G. (fig. 1366) il motore comanda un ingranaggio, che per mezzo di un disco di frizione muove una puleggia solidale con un albero, all'estremità del quale una seconda puleggia

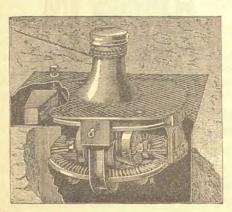


Fig. 1371.

trasmette per mezzo di cinghia la rotazione all'asse del tornio. Nel tornio Siemens ed Halske della fig. 1367, il motore, disposto a parte, muove per mezzo di cinghie un contralbero, il quale porta la puleggia a gradini, che, ancora con cinghia, trasmette il moto al tornio. Il piccolo tornio Siemens e Halske (fig. 1368) è munito di coni

di trasmissione per modificare entro larghi limiti la velocità dell'asse.

In tutti questi torni vi è un sistema facile ed a portata della mano o del piede dell'operajo, per mettere in moto o fermare il motore.

In generale tutte le macchine utensili possono essere facilmente accoppiate ai motori elettrici, e non c'è che da studiare il modo più opportuno di farlo per ottenere il miglior rendimento dal sistema e, ove occorra, la variazione di velocità, che si ottiene con mezzi meccanici o con reostati opportuni.

Anche nelle macchine operatrici e in altri apparecchi è conveniente l'applicazione degli elettro-motori, specialmente dove già esista una distribuzione di energia elettrica, come nelle grandi città, negli stabilimenti industriali, sulle navi, ecc.

Sulle navi moderne, specialmente da guerra, l'elettricità è chiamata a rendere grandi servizi, non solamente per dare il movimento agli argani ed agli altri apparecchi di marina, ma per la manovra delle artiglierie.

Non possiamo estenderci in queste come in altre applicazioni, ma ne citeremo alcune a titolo di esempio.

La corrente distribuita nelle città può utilizzarsi facilmente nelle famiglie per azionare le macchine da cucire, utilizzando il pedale per manovrare il reostato (fig. 1369), i macinini da caffè, le mole per coltelli, ecc.

Gli ascensori e i montacarichi elettrici sono destinati a sostituire quelli ad acqua nelle città dove l'energia elettrica è a buon mercato; la fig. 1370 rappresenta una installazione dell'ascensore americano dei fratelli Otis

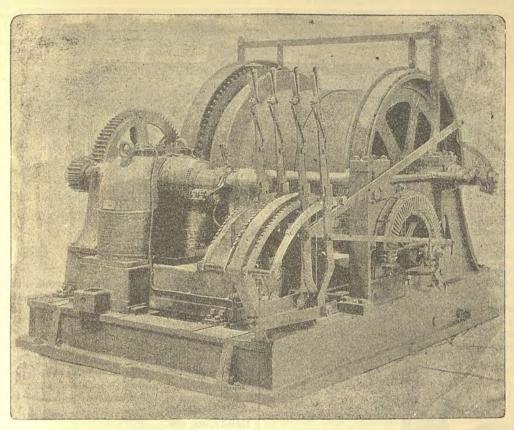
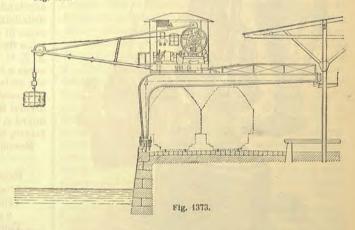


Fig. 1372.

(New York): si vede, come nei soliti ascensori, la gabbia che serve alle persone, mobile tra un opportuno sistema di guide: essa viene tirata da una fune metallica comandata da un argano azionato da un motore elettrico, il cui movimento è diretto da un reostato combinato con un commutatore. Le precauzioni di sicurezza sono quelle applicate negli altri sistemi di lift, ed è inutile fermarvisi.

L'A. E. G. nel suo libro Elektrische Kraftübertragung und Kraftverteilung ha analizzato il costo dell'esercizio di un ascensore elettrico, in paragone a quello di uno idraulico e di uno a gas; omettendo la dimostrazione, i risultati, basati sui prezzi di Berlino, sono:



Ascensore a pompa azionato da motore a gas (prezzo del gas 12,8 Pf. al mc.)	Ascensore ad acqua in pressione (prezzo dell'acqua 15 Pf al mc.)	Ascensore elettrico (prezzo dell'energia 48 Pf. al chilowat tora)	
Pf.	Pf.	Pf.	
1,52	9, 24	0,95	
10	60,78	6, 24	
	a pompa azionato da motore a gas (prezzo del gas 12,8 Pf. al mc.) Pf.	a pompa azionato da motore a gas (prezzo del gas 12,8 Pf. al mc.)  Pf. Pf. Pf.  1,52 9,24	

Gli stessi risultati coi prezzi di Parigi (gas centesimi 30 al metrocubo; acqua centesimi 30 al mc.;

energia elettrica centesimi 60 al chilowattora) dànno rispettivamente:

Per un'ascensione 3,5 cent. 18,48 cent. 3,14 cent.
Per una tonnellata
metro-ora.... 23,4 » 121,4 » 20,75 »

Conoscendo i prezzi di altre città, è facile fare il rapporto; è inoltre da notare che adottando il motore a gas, è necessaria una persona pel suo governo; il che non ha luogo nel caso dell'acqua in pressione e dell'ascensore elettrico. Un impianto completo di ascensore elettrico può costare da 10 a 12 mila lire.

La fig. 1371 mostra il funzionamento di un argano della casa Hillairet di Parigi, capace dello sforzo di

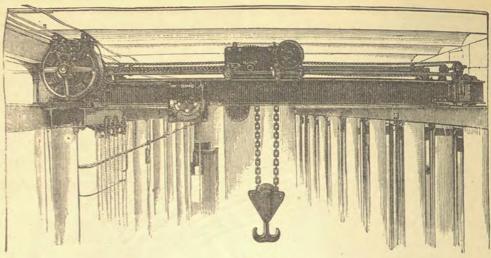


Fig. 1374.

500 chilogr., con velocità periferica della ruota dentata solidale all'argano di 70 giri al minuto; il motore è a otto poli, con due indotti che girano in senso inverso, solidali rispettivamente ad un pignone conico (uno a destra e l'altro a sinistra) che ingrana direttamente colla ruota conica dentata che si vede inferiormente.

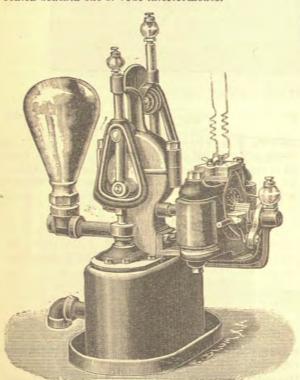


Fig. 1375,

Altro argano, della General Electric Co, è rappresentato dalla fig. 1372; il motore del tipo Thomson Houston è munito di ruota dentata, che per mezzo di una ruota intermediaria trasmette il movimento al tamburo su cui si avvolge la corda. Un sistema di leve di comando permettono le manovre dell'argano, quali messa in moto, arresto, inversione, frenamento, ecc. ecc.

I motori elettrici si applicano opportunamente per la manovra delle gru, dove sostituiscono vantaggiosamente i sistemi a vapore ed a pressione d'acqua o ad aria compressa. La fig. 1373 rappresenta la gru impiantata a Southampton (1893) dall'A. E. G. per la discarica dei piroscafi. La forza portante è di 2500 Kg. con un braccio di m. 10,75 di raggio. Il movimento di sollevamento è eseguito da un motore elettrico di circa 30 chilowatt e si compie colla velocità di 1 m. per secondo; la rotazione è dovuta ad un motore di circa 6 chilowatt e si effettua alla velocità di 2 m. al secondo.

Molte altre gru simili sono costruite dalle case Schuckert, Hillairet et Huguet, General Electric C°, Siemens, Halske, ecc. ecc.

Le gru scorrevoli, comandate elettricamente, si vanno adottando generalmente negli stabilimenti che hanno distribuzione di energia elettrica, per comodità e sicurezza di manovra ed economia di esercizio.

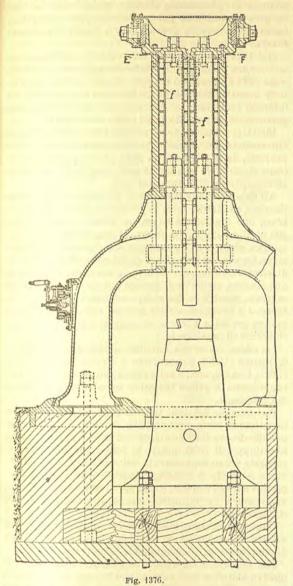
La fig. 1374 mostra la gru scorrevole installata dalla A. E. G. nell'officina di Berlino; la presa di corrente è aerea e ha luogo per mezzo di due contatti scorrevoli, che strisciano sopra due conduttori nudi, tesi longitudinalmente (a sinistra della figura); il motore eseguisce i diversi movimenti per mezzo di rinvii a catena; le manovre si comandano per mezzo di un reostato commutatore, che si aziona dal basso per mezzo di due corde. Eccone i tipi ordinari:

Eccone i cibi oramari.			
Portata m.	11	12	20
Forza portante (Ch.) .	7500	10000	30000
Altezza di sollevamento	8	8	13,5
Velocità di sollevamento			
a pieno lavoro (m. al 1')	3	3	1,25
Velocità di spostamento			
del carrello	12	12	9
Velocità di spostamento			
dell'argano	12	15	12

La casa Schuckert e Co ha installata nella fabbrica di macchine di Augsbourg una gru scorrevole da 30 tonn., oltre le numerosissime minori fabbricate pei proprii e per altri stabilimenti.

Le pompe si azionano facilmente con motori elettrici, sia direttamente, se sono pompe centrifughe, che con rinvii ad ingranaggi se sono pompe a stantuffo. Trovano la migliore applicazione non solo nelle officine che già dispongono di distribuzione di corrente, ma in tutti quei siti, come miniere, pozzi, ecc., dove è difficile e costoso un impianto a vapore. La fig. 1375 mette in evidenza la

disposizione adottata dalla *Hall Electric Pump C*°. L'asse del motore porta nel suo prolungamento una vite perpetua che mette in rotazione una ruota dentata, la quale per mezzo di due eccentrici, coi quali è solidale, muove alternativamente gli stantuffi della pompa.



Motori con pompa centrifuga (della A. E. G.).

					jin#i
Giri al minuto	1650	1620	1100	635	900
Forza in cavalli	1	2	4	3	10
Energia assorbita	1000	1950	3600	2790	8700
Portata (litri al minuto)	5	9	16	24	33
Altezza (m.)	4	6	5	3	10
Peso		334	625	725	1477

La fig. 1376 rappresenta un maglio elettrico senza motore; il sollevamento del martello è dovuto all'attrazione di un nucleo di ferro che ne forma il prolungamento, in un rocchetto percorso da corrente; il rocchetto è diviso in numerose sezioni, che corrispondono alle diverse spranghe di un commutatore, manovrando il quale si stabilisce la corrente in tante sezioni di rocchetto che si vuole, ottenendosi un maggiore o minore sollevamento del martello; quando questo è giunto alla altezza stabilita dal commutatore, la corrente si interrompe automaticamente, provocando la caduta del martello stesso.

### BIBLIOGRAFIA.

H. Fontaine, Transmissions électriques (Reinseignements pratiques), Paris 1885. — Th. C. Martin and Wetzler, The electric motor and is application, New-York, 1887. - M. Krieg, Elektrischenmotoren und ihre Anwendungen in der Industrie und in Gewerbe, Leipzig 1891. - Dolive Dobrowolsky, Kraftübertragung mittels Wechselströmen von verschiedener Phase, Berlin 1891. - R. Arnò, Cenni sui motori elettrici a campo magnetico rotante, Torino 1892. - R. V. Picou, Les moteurs électriques à champ magnetique tournant, Paris 1892. - E. Hartmann, Ueber Andwendungen elektrischer Kraftübertragung, 1892. - Ing. Nicolò Bruno, Trasporto di forza dell'acquedotto De Ferrari Galliera, Milano 1893. - A. Wilke. Die Elektrizität, ihre Erzeugung und Anwendung in Industrie und Gewerbe, Leipzig 1893. - O. Görling, Ueber elektrische Kraftübertragung, Nürnberg 1893. Siemens und Halske, Elektrisch betriebene Pumpen, Berlin 1893. - H. Leblond, Les moteurs électriques à courant continue, 1894. - Dott. A. Banti, I motori elettrici a campo magnetico rotatorio, Roma 1894. - Ingegnere G. Sartori, Trasmissione elettrica del lavoro meccanico, Milano 1894. - Prof. R. Ferrini, Recenti progressi nelle applicazioni dell'elettricità, Milano 1894. - Gisbert Kapp, Electric transmission of energy, London 1894. - Schuckert und C., Die Verwendung der Elektromotoren für gewerbliche zwecke, Nürnberg 1894. - Schuckert und Co, Elektromotorischer Einzelaxtrieb eines Webstuhles, Nürnberg 1894. - A. E. G., Elektrisch betrieben Centrifugen, Berlin 1894. - A. E. G., Elektrische Krahne und Aufzüge, Berlin 1894. -Schuckert und Co, Elektrisch betriebene Ventilatoranlage, Nürnberg 1894. - A. E. G., Elektrische Kraftübertragung und Kraftverteilung, Berlin 1894. -Eric Gerard, Leçons sur l'électricité, Liège 1895. — J. Laffargue, Les applications mécaniques de l'énergie électrique, Paris 1895. - Dumond et Baignières, Transport de l'énergie à grande distance par l'électricité, Paris 1895. - Ing. Jos. Kramer, Wirkungsgrade und Kosten elektrischer und mechanischer Kraft, Transmissionen, Leipzig 1895. - Siemens und Halske, Transportable elektrisch betriebene Bohrmaschinen, Berlin 1895. - Siemens und Halske, Elektrisch betriebene Schiebebühnen, Berlin 1895. - Bergwerken von Wurstemberger, Ueber die Anwendung der Elektrizität auf Steinkohlen, Essen 1895. - Cap. E. Stassano, Risultati e conseguenze di alcune prove col freno Prony, Roma 1895.

Vedi inoltre i lavori di Tesla (Lumière électrique, t. 29 e 35). — Hutin et Leblanc (Id., t. 40 e 41). — Dolivo Dobrowolscky (Id., t. 41). — F. Géraldy (Id., t. 41). — G. Kapp (Id., t. 41). — Sahulka (Id., t. 42-46). — H. Georges (Elektrotecnische Zeitschrift, 1891 e 1895). — L. Legrand (Éclairage électrique, t. 2). — ProfessorelArnò (Elettricista, t. III). — Dott. Banti (Elettricista, t. III). — Ing. Rubini (Politecnico, 1895), ecc., ed i soliti giornali tecnici, citati negli altri articoli di elettrotecnica.

TRAZIONE ELETTRICA. — Francese Traction électrique; tedesco Elektrische Bahnen; inglese Electric Traction.

#### SOMMARIO

- I. Introduzione. 1. Cenni storici. 2. Sistemi di trazione elettrica. 3. Sistema in derivazione. 4. Sistema in serie 5. Parallelo tra i due sistemi 6. Sistema a tre fili. 7. Applicazione della corrente alternante.
- II. Condotture, 8. Condotture aeree. 9. Filo distributore e sua alimentazione. 10. Scambi e incrociamenti. 11. Curve. 12. Ancoraggio. 13. Fili di sicurezza. 14. Ritorno della corrente per le rotaje. 15. Condotture a livello. 16. Linee sotterranee. 17. Sistema di Budapest. 18. Sistema Hoerde. 19. Sistema Cattori. 20. Sistemi a contatti sezionati. 21. Sistema Diatto.
- III. Veicoli. 22. Sforzo di trazione. 23. Aderenza. —
  24. Pendenze. 25. Velocità. 26. Peso delle carrozze. —
  27. Potenza necessaria alla trazione. 28. Potenza degli elettromotori. 29. Tipo dei motori. 30. Disposizione dei circuiti e sistemi di regolazione. 31. Trasmissione dal motore agli assi e dettagli dei motori. 32. Truck. 33. Trolet.
- IV. Stazioni centrali. 34. Potenza dell'officina, rendimento.
   35. Motrici. 36. Dinamo. 37. Accumulatori. 38. Stazioni elettriche per trazione e illuminazione.
- V. Cenno sulle spese di impianto e di esercizio. 39. Spese di impianto. — 40. Spese di esercizio e manutenzione.
- VI. Trazione ad accumulatori. 41. Ragione del sistema. 42. Peso degli accumulatori. — 43. Accumulatori per la trazione. — 44. Spese.
- VII. Applicazione della trazione elettrica alle Ferrovie. 45.
  Vantaggi. 46. Piccole ferrovie. 47. Locomotive elettriche. 48. Locomotiva Heilmann.

Bibliografia.

#### I. - INTRODUZIONE.

La trazione elettrica ha trovato finora campo d'azione specialmente nelle ferrovie a debole velocità (non superiore a 25-30 chilometri all'ora) e sopratutto nelle tramvie, sostituendosi ai cavalli, anzichè nelle ferrovie a grande velocità e di traffico importante. La limitazione non è dovuta a condizioni particolari del sistema, ma alle difficoltà inerenti in generale alla trasformazione delle industrie, stabilite sopra larga scala; alle enormi spese, che sarebbero necessarie; agli spostamenti di grandi interessi, che vi sono implicati; alla mancanza di fabbriche e di persone, che possano occuparsi del nuovo materiale colla pratica e la competenza con cui si occupano di quello ora in uso, perfezionato da miglioramenti continui e quasi secolari.

Erberto Spencer (rammenta molto a proposito il Ferraris) nel suo Study of Sociology, volendo dimostrare che una organizzazione molto progredita è spesso un impedimento insuperabile a perfezionamenti ulteriori, si serve appunto dell'esempio delle strade ferrate.

Qualunque proposta di uno sperimento, il quale richieda modificazione nel materiale fisso o mobile, od una alterazione qualsiasi nel servizio, incontra necessariamente obbiezioni gravissime.

L'importanza del disturbo e della spesa è infatti commisurata all'importanza del traffico ed alla corrispondente grandezza del materiale.

#### 1. Cenni storici.

Le prime esperienze di trazione elettrica, che datano dal 1832, si fecero con pile primarie, trasportate dal veicolo stesso, che dovevano muovere. Si citano i nomi di Davenport (Brandton e Boston, 1832-35), di Davidson (Scozia, 1838) ed altri. Secondo Preece, nel 1840 l'inglese Pinkus avrebbe fatto brevettare un sistema, nel quale il motore riceveva la corrente, prodotta da pile, per mezzo delle rotaje; il prof. Farmer di Boston, nel 1851 costrul un piccolo modello di ferrovia elettrica analogo al precedente; Bessolo, piemontese, nel 1855 ha preso il brevetto per un sistema, nel quale il ritorno della corrente aveva luogo a mezzo di una terza rotaja.

Nel 1844 Cazal propose una vettura elettrica, il cui motore era applicato direttamente agli assi del veicolo; e nel 1874 l'americano Giorgio Green costrul una vettura motrice, che poteva trasportare due persone; ma il Green preconizzava l'adozione di una dinamo come generatrice e di un filo aereo come conduttore.

Infatti la soluzione del problema non si ebbe, che dopo l'invenzione del Pacinotti e la scoperta, da lui stesso prevista, della riversibilità della dinamo, scoperta che, come è noto, fu realizzata per sbaglio da un operajo all'Esposizione di Vienna del 1873.

All'Esposizione industriale di Berlino del 1879 la Casa Siemens ed Halske mise in azione un piccolo tramelettrico, che funzionava sopra un binario ovale di circa 300 m. di sviluppo, con 60 cm. di scartamento. La locomotiva, che aveva per motore una dinamo del tipo Siemens, trascinava tre vetture da sei persone colla velocità di circa 12 chilometri all'ora; la corrente, prodotta da una dinamo, arrivava al motore per mezzo di una rotaja centrale, mentre le due rotaje estreme servivano al ritorno. La trasmissione dal motore agli assi della locomotiva era fatta a mezzo di pignoni conici, con doppia riduzione di movimento.

Lo stesso materiale funzionò quindi alle Esposizioni di Vienna (1880), Francoforte e Parigi (1881), Milano (1883), Londra, ecc., e nella storia della trazione elettrica rappresenta il primo tentativo serio verso la soluzione del problema.

Nel maggio del 1881 la Casa Siemens ed Halske ha installato il tram elettrico, che funziona ancora, molto modificato, tra Berlino e Grosslichterfelde; la linea aveva lo sviluppo di 2600 metri; le rotaje che portavano la corrente erano sopraelevate dal suolo per mezzo di traverse isolanti; il motore, disposto sotto la cassa, trasmetteva il movimento mediante corde, che si avvolgevano sopra un tamburo esterno alle ruote e solidale

Contemporaneamente cominciavano delle prove con vetture automobili, i cui motori attingevano la corrente da una batteria di accumulatori, che trasportavano.

Nel 1881 Chrétien e Felix esposero a Parigi una locomotiva elettrica destinata alla raffineria di zucchero di Sermaize. Nella stessa Esposizione figurava una vettura elettrica automobile, prestata dalla Compagnie des Tramways Nord.

Nel 1883 Julien mise a Bruxelles in servizio una vettura ad accumulatori, che fece poi figurare all'Esposizione di Anversa del 1885, dove fu giudicata così favorevolmente da ottenere il maggior premio. — Intanto l'impianto Siemens tra Francoforte e Offembach (1884) e parecchi altri eseguiti in Inghilterra (Brighton, 2 Ch., 1883; Portsrusch, 10 Ch., 1883; Blackpool, 3 Ch., 1884; Bessbrook, 5 Ch., 1885; ecc.) confermavano definitivamente i buoni risultati della trazione elettrica a generatore fisso.

L'America non rimaneva oziosa, e nel 1883, in seguito ai lavori di Field ed Edison, si mise in azione a Chicago un tram a tre rotaje, nel quale un conduttore in rame aumentava la conducibilità delle rotaje di ritorno.

Seguirono gli esperimenti di Van Depoele, che si servì di conduttore aereo, di Daft, che variava la velocità del motore col diverso aggruppamento dei rocchetti induttori, di Bentley e Knight a Cleveland, che per primi usarono un'ottima condotta sotterranea.

Lo Sprague realizzava le sue pratiche disposizioni per la sospensione dei motori e per la trasmissione del movimento tra motori ed assi, e costruiva nel 1887 la linea di Richmond, che dall'anno seguente cominciò il servizio regolare sopra un percorso di circa 18 chilometri, sul quale circolavano venti vetture.

La trazione elettrica negli Stati Uniti si estese enormemente; mentre nel 1885 si avevano 3 linee, con 13 carrozze, nel 1890 si contavano già 26 linee con 2000 carrozze, ed alla fine del 1895 si hanno 976 linee con 23 000 carrozze in servizio.

I 21741 chilometri di tramvie americane sono ora così divisi:

A trazione	animale	Ch.	3063
»	funicolare	. »	1009
>>	a vapore e diverse	. »	1087
<b>»</b>	elettrica	. »	16582

Le linee in servizio in Europa al principio del 1896 sono date nel seguente prospetto:

STATI	Numero delle line e	Lunghezza totale delle lince	Potenza totale in chilowatt	Numero totale di carrozze automotrici
Germania Francia Inghilterra e Irlanda Austria-Ungheria Svizzera Italia Belgio Spagna Russia Serbia Svezia-Norvegia Bosnia Rumenia Olanda	36 16 18 9 12 8 3 2 2 1 1	406, 4 132 107, 3 71 47 39, 7 25 29 10 10 7, 5 6 5, 5	7194 4490 4683 1949 1559 1890 1120 600 540 200 225 75 140 320	857 225 168 157 86 84 48 26 32 11 15 6 15 14
Portogallo  Totale	112	$\frac{2,8}{902}$	25095	1747

Di queste 112 linee, 91 sono a conduttore aereo, 8 ad accumulatori, 9 a rotaja centrale, 4 a conduttore sotterraneo. In Italia abbiamo i seguenti impianti in funzione:

And the second s	The second second second					
CITTÀ	Data del primo impianto	Sistema	Lunghezza linee	Pendenza massima º/,	Potenza motrice totale	Num. carrozze automotrici
Dr. Dr. I	1000	~	Ch.		cav.	
Firenze-Fiesole	1890	Sprague	7, 30	8	184	10
Genova	1892	A. E. G.	13, 35	8, 3	800	34
Roma	1893 (linea di esperimento)	Cattori	0,75	-	96	3
Roma	1895	Т. Н.	2,80	8,37	240	14
Milano (Città)	1893	Т. Н.	3,00	4	220	13
Milano-Musocco	1895	Т. Н.	6, 10	2,5	200	6
Varese	1895	Т. Н.	6, 40	7,5	200	4

Queste cifre sono molto modeste, ma si hanno in Italia parecchi impianti in costruzione, altri prossimi ad esserlo. Così a Milano, per l'atto 29 ottobre 1895, concluso tra il Municipio e la Società italiana Edison, questa deve compire entro il 1897 la sostituzione della trazione elettrica a quella animale in tutte le linee tramviarie fin qui servite coi cavalli dalla Società Anonima degli Omnibus e deve installarla in alcune nuove linee; l'importante rete, il cui sviluppo misura oltre 60 chilometri, si irradia in tutte le direzioni dalla piazza del Duomo. È lo stesso Municipio di Milano che provvede all'impianto dei binari, mentre il resto dell'impianto e l'esercizio saranno assunti dalla Edison.

A Genova sono in attiva costruzione i lavori pel completamento della rete tramviaria elettrica, che misurerà circa 30 chilom. È in costruzione inoltre la linea Genova-Nervi e lo saranno fra breve le linee Genova-Pegli-Voltri e Genova-Pontedecimo; in Toscana è in costruzione la linea Doria-Prato lunga circa 5 chilometri. Il Municipio di Firenze ha recentemente firmato un compromesso colle Società tramviarie di quella città per sostituire la trazione elettrica a quella a cavalli, nelle linee facenti capo alla piazza del Duomo. Roma è in procinto di estendere la trazione elettrica; e sono in progetto o in trattative gli impianti di Napoli, Torino, Bologna, Palermo, Livorno, Perugia, Catania, Cagliari, ecc.

2. Sistemi di trazione elettrica.

Si possono riassumere nel seguente prospetto:

trasmissione aerea.

- a livello del suolo.
- sotterranea . | continua. | a contatti intermittenti.

trasmissione aerea.

- a livello del suolo.
- sotterranea.

Sistemi a stazione generatrice fissa..... Elettromotori in derivazione......

Elettromotori in serie . .

Sistemi a generatore mo- Accumulatori.

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 104.

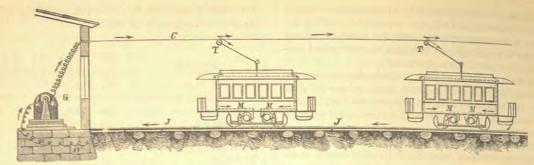
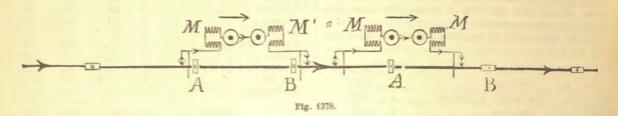


Fig. 1377.



#### 3. Sistema in derivazione.

Lo schema del sistema è dato dalla fig. 1377, la quale rappresenta il caso speciale, ma più generalmente usato attualmente, in cui la trasmissione della corrente dal generatore fisso all'elettromotore mobile ha luogo per mezzo di un filo aereo e delle rotaje.

L'energia elettrica, prodotta da una o più dinamo G installate in una stazione generatrice, è trasmessa agli apparecchi ricettori (elettromotori dei veicoli) in quantità variabile secondo il bisogno. Raccolta sul collettore della dinamo, la corrente percorre il conduttore C teso lungo la linea; arrivando in una delle posizioni T della prima vettura, una parte è derivata pel motore o pei motori M installati nella vettura stessa, sotto la sua piattaforma, li percorre, li mette in moto e ritorna quindi, attraverso alle ruote ed alle rotaje, alla dinamo dell'officina generatrice.

La corrente principale, una parte della quale è stata derivata per azionare la prima vettura, continua a circolare sulla linea, per alimentare successivamente le altre vetture, che vi si trovano e che costituiscono altrettante derivazioni, tra il filo aereo e le rotaje.

Ogni carrozza attinge alla linea la quantità di corrente che le occorre in un dato momento e che dipende dal lavoro che in quel momento i suoi motori sono costretti a sviluppare; la conduttura forma un serbatojo di energia, mantenuto sempre a costante livello dalle dinamo dell'officina.

Le casse delle vetture sono disposte sopra robusti telai (trucka, ted. Unitergestell) muniti di uno o due motori elettrici.

La corrente è attinta alla linea, se è aerea, con contatti scorrevoli, spesso ruotelle (trolley o trolet), assicarate all'estremità di un'asta metallica disposta sul tetto delle vetture, e si rende ai motori.

Se la linea è sotterranca, i contatti scorrevoli, spazzole, pettini o ruotelle, strisciano permanentemente o temporancamente sopra o sotto ai conduttori isolati, in un canale praticato nel suolo.

#### 4. Stistema im serie.

Proposto nel 1882 da Jenkin, Perry e Ayrton, è rappresentato schematicamente dalla fig. 1378. La linea è divisa in tronchi AB, BA, AB successivi, di lunghezza inferiore a quella delle vetture o dei treni, riuniti da speciali interruttori, ordinariamente chiusi e destinati a mantenere la continuità del circuito. Quando una vettura o un treno si dispone fra due tronchi (a causa della sua lunghezza non può mai occupare un tronco solo) per mezzo di uno sperone di cui è munita anteriormente apre meccanicamente l'interruttore, in modo da inserire nel circuito il proprio od i proprii motori MM; e lo rinchiude per mezzo dello sperone posteriore, quando è nassata.

Se la linea è aerea, riuscendo disagevole dividerla in tronchi più corti di una vettura, si formano invece delle lunghe sezioni, disponendo parallelamente i due conduttori, tra i quali il motore fa da ponte; quando in una sezione non c'è veicolo, essa deve porsi in corto circuito. Opportuni interruttori devono essere manovrati automaticamente al passaggio dei veicoli; ma siccome in ogni sezione occorrono due interruttori, uno per estremità, onde permettere la circolazione ai veicoli successivi, è necessario che quando il motore apre, entrando nella sezione, il primo interruttore, o chiude il secondo uscendone, che l'altro pure si apra o chiuda; deve quindi intervenire un'azione a distanza, non sempre sicura. Per evitarla il Perry ha proposto speciali e complicate disposizioni, troppo lunghe per essere qui descritte, tanto più che il sistema non è stato praticamente adottato.

I pochi impianti in serie che hanno funzionato sono: quelli di Nenver (Colorado) (1887) della «Electric United Staades C<sup>b</sup> » col sistema Short e Nesmith; di Northfleet (Gravesand presso Londra) (1889) della «Series Electric Traction Syndicate», che funziona ancora col sistema Perry a comdottura sotterranea. A Roma (1890) un analogo sistema a condottura aerea, installato dal capitamo Cattori, l'apostolo italiamo della trazione in serie, ha funzionato per alcun tempo tra Piazza del Popolo e Ponte Molle; poi (1893) l'impianto venne trasportato tra Porta Pinciama e Villa Borghese e recentemente vi si aggiunse (1894) un tratto di linea sotterranea con disposizioni speciali, delle quali parleremo.

Più numerose sono le applicazioni del sistema in serie per trasporto di merci con vagoncini sospesi a funi metalliche, note sotto il nome di telpherage, del quale la fig. 1379 offre l'insieme e la fig. 1380 dà lo schema della disposizione dei conduttori; si vede come essi vengano incrociati in modo, che le due prese della carrozza motrice, disposte all'estremità del treno, il quale dev'essere più lungo dello spazio compreso fra due incrociamenti, sieno sempre una sul conduttore positivo e l'altra su quello negativo; l'elettromotore si trova così sempre nel circuito del generatore, ed il cambiamento di polarità, che avviene nelle sue spazzole ogni volta che il treno passa da una sezione all'altra non altera, com'è noto (1), il senso di rotazione.

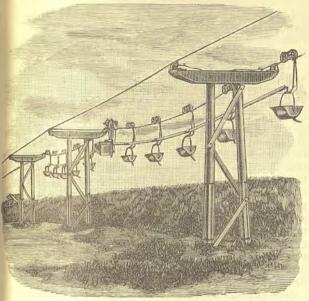
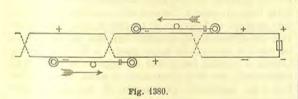


Fig. 1379.



#### 5. Parallelo tra i due sistemi.

La superiorità del sistema in derivazione su quello in serie consiste principalmente nella completa indipendenza tra le vetture che circolano sulla linea, le cui eventuali interruzioni di circuito non affettano il circuito generale; nella possibilità di far funzionare i motori delle vetture a potenziali elevati, senza esagerare quello della dinamo; nella ridotta perdita di energia della linea, quando il traffico è limitato e quindi poco rimuneratore; nella possibilità di adottare motori (a intensità variabile) di facile regolazione e capaci di sviluppare, occorrendo, per brevi istanti, sforzi assai superiori ai normali. Però tali motori, appunto per la corrente troppo intensa che li percorre nei casi speciali, possono andare soggetti ad abbruciamento delle armature.

Il sistema in serie ha il vantaggio di poter economizzare nell'impianto delle linee, la cui sezione può tenersi (a parità di energia) inferiore di quella che si avrebbe col sistema in derivazione, in causa del maggior potenziale disponibile; vantaggio che cresce colla lunghezza

della linea, ma che è limitato dalla necessità di non ammettere potenziali troppo elevati, e quindi limita il numero dei motori, ossia delle carrozze in funzione; permette di adoperare motori a potenziale più basso di quelli usati col sistema in derivazione.

La perdita di energia dovuta alla resistenza della linea è costante qualunque sia il numero delle carrozze in moto; cosa utile nel caso di linee a grande traffico.

I motori in serie con un invertimento nella posizione delle spazzole possono, in discesa, funzionare da generatori e contribuire, almeno teoricamente, a fornire il lavoro assorbito dagli altri motori; non potendosi muovere due vetture o treni nella medesima sezione a velocità normale, il sistema costituisce un blocco automatico che rende impossibili le collisioni.

Il sistema in serie troverebbe la migliore applicazione nelle linee a grande sviluppo e traffico intenso; ma l'universale plebiscito col quale è stato preferito il sistema in derivazione, depone in favore di questo, per lo meno nelle condizioni di traffico e lunghezza, che si riscontrano nelle linee attualmente in servizio.

#### 6. Sistema a tre fili.

Lo Sprague ha proposto di adottare il sistema a tre fili, analogo a quello usato nell'illuminazione, utilizzando le rotaje come terzo conduttore. E veramente ciò può riuscire utile, nel caso in cui sia esteso lo sviluppo delle linee e più ancora quando la stazione generatrice sia lontana dalla linea tramviaria; l'applicazione più facile (e forse la sola consigliabile) si ha quando la linea è a doppio binario; i due fili aerei formano allora i conduttori estremi e quello neutro è costituito dalle rotaje: distribuendo opportunamente il carico sui due binari, si può fare a meno che il conduttore neutro arrivi in officina.

Vantaggio del sistema, la minor perdita nei conduttori a parità di sezione, la poca corrente che passa per le rotaje quando il traffico è regolato bene ed il servizio è regolare; svantaggio principale la minor semplicità dell'impianto, specialmente in officina, dovendo tener collegate in serie due dinamo se il filo neutro arriva in officina.

Crediamo che il solo impianto esistente sia quello che unisce le città di Bangor e Brewer; la stazione generatrice dista 7 chilometri dal punto più vicino della rete, il cui sviluppo è di 12, 4 chilometri con sette scambi in servizio.

#### 7. Applicazione della corrente alternante.

La corrente rotatoria può essere utilizzata per la trazione in due modi: 1º come mezzo per distribuire economicamente a distanza la corrente alternante ad alta tensione prodotta da una centrale, opportunamente collocata, e trasformandola sul luogo di utilizzazione in corrente continua mediante trasformatori rotativi (che sono sempre di rendimento deficente); 2º utilizzando direttamente la corrente rotatoria nei motori delle carrozze, dopo averne opportunamente abbassata la tensione elevata, con trasformatori a induzione. Il primo sistema, applicato ad Essen ed a Dalkey (Dublino) non presenta speciale interesse, consistendo in un trasporto di forza riunito ad un impianto ordinario a corrente continua. Ha il vantaggio di permettere facilmente l'ingrandimento dell'installazione, facendo uso di processi noti, il cui risultato è assicurato dall'esperienza fatta.

Il secondo sistema, nuovissimo, è più semplice e caratteristico e presenta dei vantaggi, che si possono riassumere così: facilità di essere applicato a reti estese e lontane dalla centrale, la quale trasmette a mezzo di

<sup>(1)</sup> V Trasmissione elettrica dell'energia meccanica, di E. Piazzoli; in questa Enciclopedia, vol. VI, Parte III, pag. 763.

alimentatori (feeders) corrente ad elevata tensione, che si trasforma a bassa tensione prima di immettersi nel filo di distribuzione; possibilità di avere il filo di distribuzione a bassa tensione, p. es. 100 volt, con che si richiedono minori cure nella costruzione dei motori; esclusione completa dei fenomeni elettrolitici, che si lamentano colle correnti continue, quando le rotaje servono da ritorno della corrente; possibilità di adottare motori a corrente rotatoria senza collettore e senza spazzole, o per lo meno dove il collettore è sostituito da armille di contatto, che li rende più semplici e più duraturi dei motori a corrente continua, riducendosi al minimo la sorveglianza e le riparazioni; regolazione quasi automatica nella velocità dei veicoli, i quali tendono a conservare la stessa velocità anche in ascesa e che funzionano da generatrici, formando freno automatico e utile in discesa e possono sopportare forti sovraccarichi; mancanza di estracorrenti, con che le istantanee assenze di corrente sono affatto innocue; minore scintillio e quindi durata maggiore dei contatti mobili.

Lo svantaggio principale sta nella necessità di avere tre conduttori, di cui due aerei (se si adottano i trolet), con due trolet; svantaggio poco diminuito dalla possibilità di ridurre il diametro dei due conduttori; anche la complicazione degli scambi aerei cresce di conseguenza, però meno di quanto possa apparire a prima vista, perchè invece di adottare doppi scambi negli incroci, si può sopprimere la presa di corrente ad uno dei due conduttori aerei, utilizzando la proprietà dei motori a corrente rotatoria di continuare a funzionare come monofasici quando manca la corrente in uno dei fili. Una inferiorità dei motori a corrente rotatoria applicati alla trazione rispetto a quelli a corrente continua si ha nella necessità di ottenere la regolazione di velocità con inserimento di resistenze, anzichè con differenti accoppiamenti dei rocchetti dell'eccitazione, sistema che è - come vedremo assai più economico; ma anche su ciò non è detta l'ultima parola e si è già sulla via di superare questo punto (per esempio col metodo Görge di inserire l'armatura, oppure col variare la frequenza, il numero dei poli attivi del motore, ecc.).

L'unico esempio di trazione elettrica a corrente rotatoria si ha nell'impianto recentissimo di Lugano; ed i
risultati ottenuti sono tali da far credere che in un avvenire più o meno prossimo la corrente rotatoria prenderà anche per la trazione quel sopravvento sulla corrente continua, che ha ottenuto nella trasmissione a
distanza dell'energia.

Ai tram di Lugano la casa Brown, Boveri e C. ha applicata la corrente rotatoria per utilizzare una forza idraulica disponibile a Maroggia, distante 12 Ch. Come generatrice si adopera un alternatore trifasico Brown da 150 cavalli (che fornisce la corrente per la funicolare elettrica di San Salvatore e per altri usi) al quale se ne dovrà presto accoppiare in derivazione un altro identico; la tensione della corrente è di 5000 volt e la frequenza di 40 periodi. Un trasformatore disposto in posizione opportuna abbassa la tensione (tra un filo e l'altro) a 400 volt.

Il binario ha lo sviluppo di circa 5 Ch. e serve da conduttore; gli altri due conduttori sono fili di 6 mm. di diametro sospesi parallelamente sul binario alla distanza di 25 cm. da loro; da essi le carrozze, mediante un doppio trolet, attingono la corrente per l'unico motore (da 20 cavalli) di cui sono munite.

I motori hanno l'indotto munito di tre armille e dei relativi contatti striscianti; i circuiti induttori comunicano con due commutatori interruttori, disposti uno ad ogni piattaforma; la regolazione ha luogo nei circuiti indotti, che mediante le armille possono chiudersi in una resistenza variabile tripla, la quale serve per l'avviamento e per le variazioni di velocità, che si compiono, entro larghi limiti, con ottimo risultato e rendono molto facile la direzione della carrozza.

## II. - CONDOTTURE.

Possono essere aeree, a livello del suolo, o sotterranee.

## 8. Condotte aeree.

Le condotture aeree ordinariamente sono costituite da un solo filo isolato, teso in aria sull'asse del binario, l'altro conduttore venendo costituito dalle rotaje, eventualmente ajutate da un filo sotterraneo.

Nelle primissime tramvie elettriche della Casa Sie. mens, la linea era costituita da due tubi paralleli di rame muniti inferiormente di una fessura longitudinale e sospesi a funi di ferro isolate, pendenti da mensole, assicurate a pali. Una navetta munita di strofinatori di rame, trascinata dal motore per mezzo di una fune di rame scorreva entro ogni tubo ad attingere la corrente. Questo sistema fu presto abbandonato o sostituito da quello più semplice consistente in un filo metallico distributore (oppure due, se si vogliono aerei entrambi i conduttori) teso lungo l'asse del binario e premuto da sotto in su da un telajo metallico che porta la corrente al motore. La fig. 1381 rappresenta una delle prime vetture elettriche Siemens, munita di questo sistema semplicissimo, che ha però l'inconveniente di deteriorare rapidamente il filo principale e di produrre un sibilio sgradevole durante il cammino della carrozza.

Sono preferibili i sistemi a trolley o trolet usati la prima volta nel 1886 a Minneapolis (overhead single trolley system) ed ora generalmente adottati, eccetto dalla Casa Siemens e Halske, che preferisce sempre un tipo analogo al descritto. Il trolley è una rotella girevole all'estremità di un'asta disposta sul tetto della carrozza e premuta da molle contra il filo distributore. Questo è portato per mezzo di sopporti speciali, da fili trasversali, ben tesi, distanziati di circa 40 m., alti da 6 a 7 m., assicurati per mezzo di isolatori ai muri fiancheggianti la strada od a pali.

Altre volte il filo distributore è direttamente assicurato ad isolatori portati da mensole applicati a pali (fig. 1382 a 1385).

## 9. Filo distributore e sua alimentazione.

Il filo distributore, che è di rame o preferibilmente di leghe elettricamente buone conduttrici e meccanicamente più resistenti (bronzo silicioso come a Marsiglia, Richmond, ecc.) e qualche volta di acciajo galvanizzato (Ginevra) pende da una sella, fatta in modo che il trolley possa sempre lambirlo, senza soggiacere a salti od interruzioni; le selle si legano ai fili trasversali e sopportano, coll'intermediario di un isolante, il filo distributore, mediante attacco a pinza o saldatura.

L'isolatore, che porta la sella, è disposto qualche volta sotto ad una campana di metallo nella quale è cementato; in altri tipi invece è isolante il cemento che unisce la campana alla sella del conduttore. — Tra i tipi più riusciti sono notevoli quelli della Mica Asbestite Insulating C°, di Pierce, di Thomson-Houston, Van Depoele, della Ohio Brass C°, di Smith e Clabaugh, il sistema elastico Brennau, ecc.

La tensione del filo di distribuzione non deve essere esagerata, ma nemmeno insufficiente. Ordinariamente

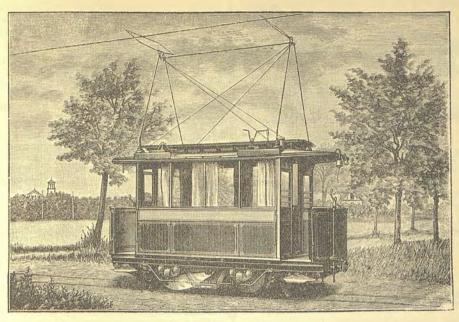


Fig. 1381.

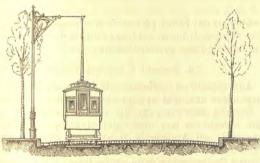
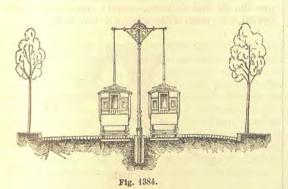


Fig. 1382.



per tesate di 35-45 metri, che sono le più usate, si adottano freccie di 60-80 cm. Il diametro del filo suol variare

da mm. 6 (Marsiglia) a mm. 10.

Quando il filo deve essere giuntato, si adoperano giunti speciali sui quali il trolet possa facilmente passare (fig. 1386); alcuni sono in bronzo se il filo non va interrotto; altri sono isolati nella parte centrale pel caso in cui si voglia dividere la linea in tronchi. Il filo del trolet, o filo distributore, è collegato direttamente colla dinamo negli impianti di poca importanza, ed in quelli

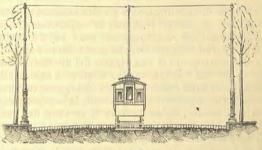


Fig. 1383.

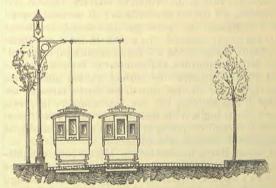
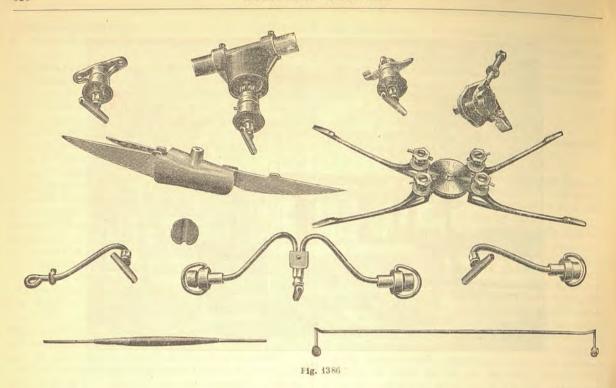


Fig. 1385.

più importanti riceve la corrente per mezzo di *alimentatori* (feeders) che la versano in punti opportunamente scelti, distanziati, secondo i casi, da 500 a 800 metri.

Non possiamo qui occuparci del calcolo delle reti, al quale vanno applicati criteri analoghi a quelli che si usano pel calcolo delle reti di illuminazione, tenendo conto però del continuo spostamento delle carrozze sulla linea (V. Vogel, Elek. Zeitschr., 8 agosto 1895; Hasson, The Pacific Electrian, 1895, p. 67; Burch, Ecl. Electrique, t. V, pag. 117).



Tra il filo di distribuzione e gli alimentatori vengono disposti dei fili fusibili (valvole) di opportune dimensioni; analoghi fili si dispongono pure nel filo distributore, tra due alimentatori; in modo che ove si manifesti un corto circuito in una sezione del filo distributore limitata da due valvole, saltino le valvole che la rilegano al resto della rete e quelle che la tengono in comunicazione col rispettivo alimentatore; la sezione guasta resta così isolata, senza turbare il servizio del resto della rete.

Si usa pure, come a Marsiglia e specialmente in America, di tener sempre separata in sezioni la rete di distribuzione; cioè di non riunirne i diversi tronchi con fili fusibili, ma invece con isolatori di sezione, i quali sono oltrepassati dal trolet per la velocità acquistata dalla carrozza; cosicchè, una sezione in cui si manifesta un guasto, resta isolata col fondersi soltanto della valvola dell'alimentatore. Gli isolatori di sezione permettono pure di riunire due sezioni vicine, quando sia opportuno; per es. nel caso di un corto circuito nel feeder di una sezione, per non interrompere in questa il servizio, si toglie il filo fusibile che rilega la sezione al feeder e si riunisce questa ai suoi due estremi, mediante l'isolatore di sezione, alle adiacenti.

Il signor Burch ha adottato a Minneapolis e Saint-Paul (S. U.) il sistema (jumper system) di connettere fra loro i feeders, i quali corrono parallelamente sugli stessi pali o negli stessi canali, per mezzo di fili fusibili. La connessione ha luogo nel punto in cui ogni feeder comincia a divergere dagli altri per connettersi alla rete, cioè nel punto più lontano dall'officina. Quando ha luogo un guasto in uno dei feeders, il filo fusibile che lo unisce cogli altri si fonde ed il feeder si isola.

I vantaggi di tale sistema sono: 1° di evitare le grandi fluttuazioni di carica sui feeders, il che si traduce in una maggior costanza nella tensione; 2° in una distribuzione più economica della corrente; 3° nella variazione molto minore che ha luogo nella richiesta di corrente alla stazione di produzione; 4° nella diminuzione di guasti al quadro di distribuzione. I diagrammi

pubblicati dal Burch (*Electric Railway Gazette*, 27 luglio 1895) mettono in evidenza l'utilità di questo sistema applicato ad una grande installazione.

#### 10. Scambi e incrociamenti.

Agli scambi ed incrociamenti dei binari, devono corrispondere analoghi apparecchi per il filo distributore.

Bisogna osservare, che gli scambi nella linea aerea non coincidono con quelli del binario: vanno invece avanzati; gli Americani li collocano sull'intersezione delle bisettrici dei tre angoli del triangolo che ha per vertici l'intersezione delle rotaje interne dei due binari ed i due punti di raccordo dei due binari.

La fig. 1386 rappresenta una serie di sostegni e selle per filo di distribuzione, scambi aerei, incrociamenti, tiranti, ecc., usati dalle officine di Oerlikon.

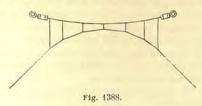


11. Curve.

Le curve richiedono speciale attenzione; non potendosi disporre il filo in curva, lo si dispone in poligonale inscritta alla curva che il conduttore dovrebbe descrivere; si cerca di limitare i vertici della poligonale e basta nel caso pratico che i piani verticali calati dalla poligonale distino di 20 cm. almeno dalla rotaja interna.

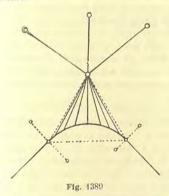
La poligonale si ottiene con tiranti che si uniscono al filo distributore per mezzo di giunti isolanti (pull overs) per curve, come quello della fig. 1387 (Brewster); i

tiranti partono da un filo di ferro galvanizzato o d'acciajo tenuto fra due muri o fra due robusti pali (fig. 1388); oppure si irradiano da un punto unico, per es., da un robusto palo munito di contravventi (fig. 1389); naturalmente questi sono i casi più semplici e all'atto pratico bisogna ingegnarsi nel modo migliore. Nei punti in cui le curve cominciano e finiscono va sempre disposto un filo di sostegno trasversale.



## 12. Ancoraggio.

Inoltre, il filo del trolet viene ancorato solidamente all'estremità di ogni curva, negli incroci, negli scambi, ed anche ogni 400 o 500 metri nei rettifili; ne risulta che ogni allungamento dovuto alla temperatura o ad una causa meccanica, resta localizzato fra due ancoraggi e non si estende per tutta la linea. Ciò si eseguisce legando, per mezzo di giunti tesi da 4 fili incrociati, il filo di distribuzione a quattro punti fissi e solidi: due anteriori e due posteriori, in modo da formare una croce di S. Andrea orizzontale.



I fili di sostegno, ed i tiranti delle curve e di ancoramento sono di acciajo o di ferro galvanizzati; si tengono del diametro di 3 a 7 mm. secondo lo sforzo cui si assoggettano; in casi di sforzi maggiori, piuttosto che aumentare il diametro, conviene intrecciare insieme due fili di 5 o 6 mm. Tali fili vengono assicurati a pali oppure ai muri, per mezzo di attacchi isolanti, preferibilmente disposti a vite, in modo da poter variare la tensione. Quando la linea è provvista di alimentatori, si usano attacchi che, oltre al filo di sostegno isolato, portino l'alimentatore, che va al filo di distribuzione.

#### 13. Fili di sicurezza.

Una linea aerea è completata da uno o due fili di sicurezza o di guardia, longitudinali, sorretti di tratto in tratto ed isolati da fili trasversali di 3 o 4 mm. di diametro, che si dispongono sopra al filo di distribuzione, per impedire che fili telefonici o telegrafici rompendosi vengano in contatto col conduttore di distribuzione.

Per quanto più complicato, è più efficace disporre due fili longitudinali, anzichè uno solo, discosti verticalmente circa un metro dal conduttore e circa 50 cm. fra loro. Le linee a conduttori di andata e ritorno hanno evidentemente minor bisogno dei fili di sicurezza, che non quelle in cui la rotaja serve pel ritorno.

#### 14. Ritorno della corrente per le rotaje.

Il vantaggio di avere un solo filo distributore sulla linea, ha fatto adottare generalmente le rotaje come conduttori di ritorno.

Ove le rotaje fossero tutte di un pezzo, oppure i giunti fra i diversi tratti fossero perfetti, si avrebbe in esse un ottimo conduttore di ritorno, di debolissima resistenza.

Infatti a rotaje del peso, per metro, di 25, 30, 38, 40 e 45 chg, corrispondono resistenze per chilometro rispettivamente di 70, 60, 55, 45 e 40 decimillesimi di Ohm. La resistenza dei giunti però è molto variabile, coi sistemi che si adottano, ed in certi casi raggiunge valori elevati (per es. 0,05 di Ohm per chilometro) in modo da rendere necessarie delle connessioni in grosso filo di rame, tra rotaja e rotaja; per stabilire un buon contatto, cosa di massima importanza, la Ohio Brass Co adopera una specie di ditale d'acciajo, leggermente conico, che si forza col martello intorno all'estremità del filo, ficcandolo in un foro praticato sull'ala della rotaja; Keitley forza invece una spina nel foro praticato ad ogni estremità ingrossata del filo di giunzione, il quale resta così fortemente premuto tra spina e rotaja; il Mac Tighe consiglia di impiegare un grosso filo di rame di 20 o 30 cm. di lunghezza, le cui estremità ingrossate si ribadiscono in fori fresati di fresco nelle suole delle due rotaje adiacenti, avviluppandolo quindi con un buon isolante, come sarebbe l'asfalto applicato a caldo, che si usa sull'Atlantic Avenue Railway a Brooklyn.

Analogo è il sistema Benedict e Burnham.

A Lugano si adottarono lastrine di rame inchiodate alle rotaje; così il chiodo chiudendo ermeticamente il foro nel quale si ribadisce, mantiene un buon contatto. In tutti i casi è da consigliare che il giunto venga fatto subito dopo aver praticati i fori nel ferro, in modo da prevenire l'ossidazione.

Di tratto in tratto, ad ogni rotaja per esempio, è bene collegare le due rotaje parallele, fra loro, con un grosso filo di rame stagnato, forzato come si è detto sopra.

Una pratica spesso segulta consiste nel riunire i diversi fili di collegamento delle rotaje, con un filo unico sotterrato nel suolo, di 6 ad 8 mm. di diametro, che si fa arrivare in officina: ciò è però costoso mentre ne è dubbia la utilità, visto che il filo di soccorso è sempre molto resistente rispetto alle rotaje.

Si usa pure di far concorrere la terra a diminuire la resistenza delle rotaje, col collegar queste alle masse di ferro che si incontrano nella linea, o col disporre nel sottosuolo delle ampie superficie metalliche collegate alle rotaje.

Il Farnham (Cassier's Magazine, 1895) propone di collegare ogni rotaja con un grosso conduttore di ritorno R, isolato e connesso al polo negativo delle dinamo; i fili che riuniscono ogni rotaja al conduttore di ritorno devono avere resistenze r crescenti coll'avvicinarsi all'officina, in modo che la resistenza totale del circuito di ritorno, compresa quella del conduttore R sino al punto che si considera e del filo di connessione r di quel punto, sia costante per ogni punto della linea. In tali condizioni, se le carrozze sono distanziate uniformemente lungo la linea, la differenza di potenziale è costante su tutto il circuito di ritorno e non possono manifestarsi azioni elettrolitiche.

Il sistema di giunzione delle rotaje ha molta influenza sull'economia dell'esercizio. — Lo Street Railway Journal (sett. 1895) riferisce, che nella stazione di Newark dopo di aver sostituito un nuovo sistema di giunti di rotaje a quello esistente, la potenza giornalmente spesa in officina è diminuita di 300 cavalli. Senza indagare l'esattezza di tale cifra, è tuttavia evidente l'economia portata da un buon sistema di giunti.

Si cerca ora di saldare insieme i diversi tratti di rotaja, durante l'armamento della linea, con processi di saldatura elettrica; e le esperienze fatte provano che non si verificano quegli inconvenienti gravissimi, che si temevano per le variazioni di lunghezza derivanti dai cambiamenti di temperatura: sembra invece che un buon armamento opponga alle deformazioni termiche, delle contrazioni o degli allungamenti elastici sufficenti ad impedire le deformazioni. La saldatura delle rotaje è praticata su larga scala e con buoni risultati in America, a S. Luigi, a Cleveland, a Chicago ed altrove, e le relazioni pubblicate depongono favorevolmente a questa pratica (V. E. E., vol. 6°, pag. 169).

Il ritorno colle rotaje presenta il vantaggio di ridurre molto la resistenza della linea, permettendo notevole diminuzione nella sezione del filo ed economia di posa in opera; ordinariamente si calcola la linea pel solo filo di andata e se ne aumenta la sezione del 20 % per tener conto della eventuale resistenza di ritorno. Semplifica inoltre tutto il sistema aereo, non obbliga le carrozze alla complicazione di due trolley e rende meno fitto quel pergolato di fili aerei, che in eleganti città veramente non è estetico. D'altra parte è più facile che si stabiliscano corti circuiti col filo aereo e qualunque contatto di persone o di cose con questo, li mette in derivazione sopra due conduttori (filo aereo e terra) a notevole differenza di potenziale.

Il servizio telefonico, se ha un filo di ritorno a terra, resta molto disturbato dalla terra della trazione. Negli impianti fatti con poca cura, dei fenomeni elettrolitici si possono manifestare e corrodere le rotaje del tram o le canalizzazioni metalliche sotterranee, di acqua, di

gas, ecc.

Nelle città dove la corrente elettrica è largamente adoperata per l'illuminazione, la trazione, ecc., quando gli impianti non sono eseguiti colla massima cura, si sono visti fenomeni curiosi, come p. es. tubi d'acqua o di gas che nell'interno delle case si trovarono a potenziale elettrico tanto differente da produrre degli archi, naturalmente assai pericolosi.

La questione dei telefoni si risolve coll'adottare la pratica più razionale di stabilire per essi un filo di ritorno unico, anzichè la terra; i telefoni funzioneranno meglio

e lascieranno in pace i tram.

Per diminuire l'elettrolisi occorre riunire elettricamente le rotaje con somma cura, in modo da rendere così bassa la loro resistenza, che la corrente non abbia bisogno di ajuto dalla terra; il giunto deve essere protetto dalla corrosione; di pochissima resistenza; dotato di elasticità, in modo che le vibrazioni delle rotaje al passaggio dei veicoli non abbiano da diminuire o guastare il loro contatto col giunto stesso.

Si è discusso a lungo se convenisse collegare colle rotaje il polo positivo o negativo della linea; generalmente dapprincipio ed ancora adesso da alcuni (Thomson Houston per esempio) è il polo negativo che si mette a terra; in recenti impianti (Sissach-Gelterkinden, Marsiglia) è stato invece messo a terra il positivo; e sembra preferi-

bile quest'ultima pratica,

Fu constatato, che quando si mette a terra il negativo vi è un maggior consumo del filo distributore, non per fenomeni elettrolitici, come si pensò da taluno, ma per le piccole scintille, che si formano inevitabilmente tra filo e trolley e che fanno funzionare il filo aereo come il carbone positivo di una lampada ad arco.

## 15. Condotture a livello.

Convengono per ferrovie a sede propria, nelle quali è possibile disporre i conduttori ben isolati (2000-3000 ohm per chilometro) a livello delle rotaje, sopra isolatori installati un po' al disopra del piano stradale; la presa di corrente è fatta da spazzole o strofinatori, che premono sui conduttori, uno dei quali può essere sostituito dalle rotaje come nel sistema aereo.

La ferrovia aerea di Liverpool (1893) è un bell'esempio

di questo sistema.

Corre sopra un viadotto metallico per circa 10 chilometri. La distribuzione della corrente è fatta dalle rotaje e da un conduttore centrale isolato; questo consiste in un ferro ad U rovesciato, di acciajo speciale di alta conducibilità, di 89 mm. di larghezza, 25,8 mmq. di sezione, pesante 20 chilogrammi a metro lineare. I diversi pezzi longitudinali sono montati sopra isolatori di porcellana fissati sopra traverse speciali fra le lungarine: una lastra di piombo è interposta fra isolatore e conduttore; i pezzi successivi sono collegati elettricamente fra loro a mezzo di piastre di rame fissate lateralmente, in modo però da lasciare libera la dilatazione. Le vetture attingono la corrente dalla rotaja centrale per mezzo di due scarpe di ghisa, riunite fra loro a cerniera e sospese al telajo della carrozza, dal quale sono isolate; le scarpe, premute dal loro peso, sfregano sul conduttore centrale.

Analoghi sono gli impianti di Portrush in Irlanda (13 800 metri), quello sotterraneo della City and south London, e quello pure sotterraneo di Bruxelles.

## 16. Linee sotterrance.

Risolvono il problema dal punto di vista della sicurezza e dell'estetica, non da quello economico. Sono più facilmente applicabili nelle città in cui il drenaggio delle vie e il sistema di fognatura permette di evacuare prontamente l'acqua che si infiltra nel canale dei conduttori quando piove, o che vi si lancia per pulirlo.

Condizione indispensabile è il buon isolamento della linea, che non dovrebbe essere inferiore a 1500 ohm per chilometro. Forse col tempo prenderanno il sopravvento nell'interno delle città, insieme ai sistemi a contatti sezionati, lasciando per gli stradali esterni il sistema aereo

e per le linee a sede propria quello a livello.

Sono moltissimi i tipi proposti: tra i recenti brevetti citiamo nel 1892 quelli di Blackwell, Thomson Houston, Carr e Perrin, Barkley, Granstland, Johnson, Huenter, nel 1893 Braun, Bates, Westinghouse, nel 1894 Lowe, nel 1895 Hoerde, ed altri. Ma le linee eseguite sono solamente quella di Blackpool di Budapest, quella ora soppressa di Bentley e Knight a Boston, la linea di Lowe Wheeler a Chicago, il breve tratto di 238 metri nella Villa Borghese di Roma e alcune altre di poca importanza.

#### 17. Sistema di Budapest.

La fig. 1390 dà un concetto della condottura installata a Budapest dalla ditta Siemens e Halske, formata essenzialmente da un canale di muratura situato sotto ad una delle rotaje, costituita da due semi-rotaje a fungo, sostenute e bullonate di tratto in tratto on solidi telai di ghisa, intorno ai quali è costruita la muratura. Le rotaje

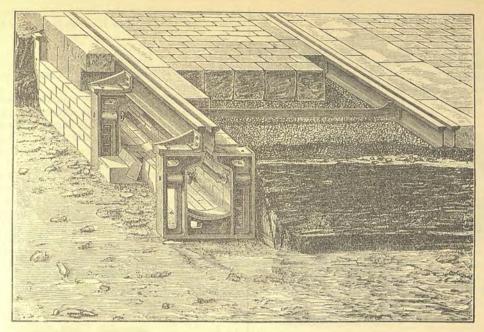
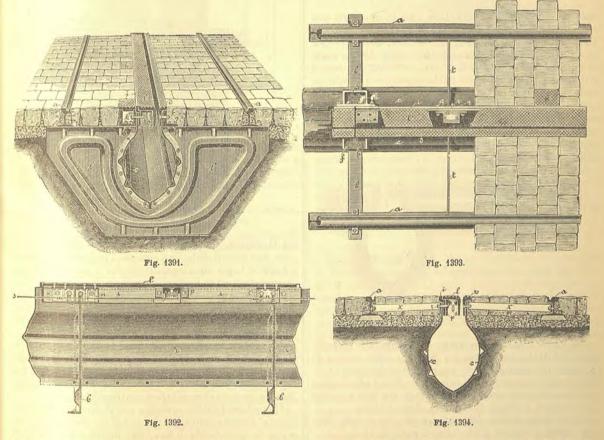


Fig. 1390,



lasciano tra loro una fessura, di 33 mm. di larghezza, destinata al passaggio dell'organo di presa della corrente, la quale viene attinta a due conduttori formati da ferri ad angolo, sostenuti ad ogni telajo per mezzo di isolatori di porcellana; dalla fessura i conduttori non si possono nè vedere nè toccare, e la sezione del canale è tale (28 × 33 cm.) che essi restino all'asciutto anche durante le pioggie più abbondanti. Questo sistema, pregevole per l'accurata costruzione, è molto costoso, tanto che nella medesima città dov'è installato, ha lasciato adottare e sviluppare nelle vie meno centrali il sistema a trolet.

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 105.

## 18. Sistema Hoerde.

Il sistema Hoerde studiato e costruito dalla *Hoerder Bergwerks und Hütten-Verein* è mostrato in sezione trasversale dalla fig. 1391, in sezione longitudinale dalla fig. 1392, in pianta dalla fig. 1393.

Le rotaje a sono fissate mediante bolloni a sopporti b distanziati fra loro di m. 1,50, formati da una lamiera

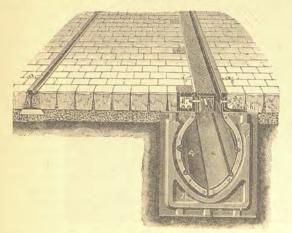


Fig. 1395.

munita di opportune nervature, che si appoggia con larga base, al terreno. Nei sopporti è praticata un'apertura destinata al passaggio del canale c, che serve per lo smaltimento dell'acqua e che è formato da due pezzi di lamiera dello spessore di 4 mm., bullonati fra loro e bullonati ai supporti b. La parte superiore di questo canale si prolunga fino al livello stradale, mettendolo in comunicazione colla condotta, che contiene i conduttori elettrici. Di tratto in tratto il canale va messo in comunicazione coi condotti di smaltimento delle acque piovane della città. La fig. 1394 dà la sezione del canale, tra due sopporti.

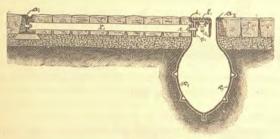


Fig. 1396.

Le figure riportate mostrano chiaramente la disposizione adottata per mezzo dei ferri i, l, delle scatole di ghisa k, che coincidono coi sopporti e contengono i bulloni, i quali permettono di smontare i ferri l ed accedere alle mensolette p poste nell'intervallo fra due sopporti per portare, a mezzo di isolatori, il conduttore.

Altra disposizione del sistema Hoerde è data dalle fig. 1395 e 1396, che si avvicina a quella di Budapest.

La fig. 1397 indica la disposizione adottata pel collettore della corrente, che si può chiamare un trolet sotterraneo.

Il sistema Hoerde presenta il vantaggio di evitare delle costruzioni in muratura, di essere messo in opera facilmente, prestandosi senza troppe difficoltà anche per le curve e secondo la Casa costruttrice costa da M. 60 a 65 al metro corrente se il canale è centrale e da M. 45 a 50 se è laterale.

## 19. Sistema Cattori.

Il capitano Cattori ha installato a Roma il suo sistema illustrato dalle fig. 1398 e 1399.

La prima offre la sezione di una via a semplice binario; a sinistra si ha il canale sotterraneo per la presa della corrente; a destra si vede la rotaja che sostituisce uno dei conduttori se si applica il sistema in derivazione.

La fig. 1399 offre la sezione ingrandita del canale; la rotaja è del tipo a doppio fungo simmetrico, che permette di ottenere una fessura verticale; si appoggia direttamente sopra un sopporto di ghisa, parte principale del telajo che profila il canale, e che si presenta notevolmente resistente; la fessura lasciata tra la rotaja e la controrotaja per il passaggio della lama del collettore di corrente è solamente di 11 mm. Il conduttore della corrente consiste in un ferro a T sospeso nella parte superiore del canale ad isolatori assicurati ad un ferro

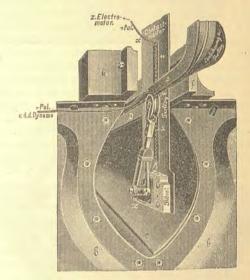


Fig. 1397.

ad U, coperto da una piastra di ghisa facilmente levabile; svitando il dado, che sostiene l'isolatore, si tolgono i ferri ad U per ispezionare il canale; il quale può essere in muratura od in lamiera di ferro, e nel quale si riproduce ad ogni tratto di 1,50-2 metri il telajo descritto. Il fondo del canale va messo in comunicazione colle fognature per il pronto smaltimento delle acque piovane che vi si convogliassero.

La profondità del canale sotto al livello superiore delle rotaje è di 44 cm., riducibili facilmente a 38; il conduttore risulta a 16 cm. dal fondo della cunetta, e riesce evidente come non possa essere accessibile dalla stretta fessura esistente tra rotaja e controrotaja.

Il capitano Cattori asserisce che il peso metallico dell'installazione completa è di Ch. 150 per metro corrente, e che la spesa totale di una linea nuova è di circa L. 60 al metro corrente.

# 20. Sistemi a contatti sezionati.

Si sono proposti per evitare la fessura longitudinale che permette all'acqua, alla polvere, al fango di invadere il canale. Fig. 1398.

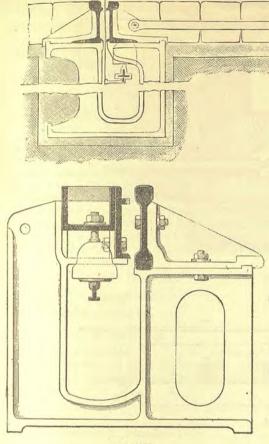


Fig. 1399.

In generale consistono in canali chiusi, che contengono il conduttore col quale il veicolo si mette in contatto a misura che vi passa sopra, mediante un organo intermediario, che allo stato normale resta isolato; così la corrente non è a portata del pubblico.

Il contatto può essere stabilito a mezzo di organo elettromagnetico o semplicemente meccanico.

Tra i migliori tipi notiamo quelli di Wynow, Smith, Lineff, Schuckert, Lineff e Bailey, Gordon, Hunter (Thomson Houston), Siemens Halske, Churchill, Van Depöele, Benach, Claret-Vuilleumier (che si installa ora a Parigi fra la piazza della Repubblica e Romainville) ecc.

L'originale sistema Schuckert consiste essenzialmente in un canale a sezione rettangolare, inferiormente chiuso, al cui fondo riposa una spranga nuda di rame A isolata, la quale costituisce il conduttore continuo, che comunica colle dinamo; superiormente a questa, ma discosta di alcuni centimetri e isolata pure a mezzo di sostegni isolatori, corrono parallelamente una serie di sbarre metalliche B, divise in tronchi, tra loro isolati; esse chiudono superiormente in modo impermeabile il canale; lo spazio tra il conduttore e queste piastre è riempito in parte di grossa limatura di ferro galvanizzato. Quando passa il locomotore, delle elettrocalamite di cui è munito inferiormente e che scorrono in prossimità delle spranghe metalliche B, sollevano una parte della limatura di ferro, la quale stabilisce così fra le striscie metalliche A e B un contatto provvisorio, che segue il veicolo nel suo percorso.

Analogo è il sistema Lineff (fig. 1400), nel quale la corrente è attinta da una speciale rotaja centrale e ritorna da quelle laterali: la rotaja centrale, che affiora il suolo, è composta di pezzi lunghi un metro, contenuti in un canale di asfalto, riuniti lateralmente a pezzi un poco più corti, di ferri a T rovesciati, i quali coprono un piccolo canale di muratura, nel quale giace la condottura; questa consiste in due fili nudi di rame, tesi tra isolatori e coperti da un nastro di ferro stagnato flessibile. Quando passa la carrozza, per mezzo di una forte elettrocalamita di cui è munita, attira il nastro di ferro, mettendolo in contatto colla rotaja, dalla quale l'elettromotore, a mezzo di spazzola, attinge la corrente.

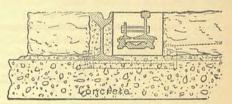


Fig. 1400.

Ingegnoso e semplice è il sistema Van Depöele, consistente in tubi di ferro galvanizzato, riuniti mediante manicotti filettati, accuratamente isolati esternamente, ed in comunicazione colle dinamo; di tratto in tratto (ogni 30 centimetri) il tubo porta un contatto verticale, che scorre a dolce sfregamento in una gualna isolante, e che da una molla esterna è tenuto lontano dalla parete interna del tubo; quando il veicolo passa, abbassa il contatto, che premendo sul fondo del tubo attinge la corrente e la comunica all'elettromotore.

## 21. Sistema Diatto.

Il sistema dell'ing. A. Diatto, recentemente provato a Torino, è mostrato schematicamente nella fig. 1401 ed in ischema nella fig. 1402. La carrozza porta convenientemente sospesa una sbarra A magnetizzata unipolarmente in tutta la sua lunghezza da una serie di elettrocalamite M, eccitate da una derivazione della corrente; la sbarra incontra di tratto in tratto e lambisce la superficie leggermente convessa (35 mm. di sporgenza massima sul livello delle rotaje, distribuita sopra un cerchio di 400 mm.) di un coperchio B (munito di prolungamento cilindrico C) che chiude delle speciali cassette P sotterrate; una vaschetta di metallo q contenente del mercurio è in comunicazione coi cavi, che conducono la corrente; in essa è immerso un galleggiante di ferro D, il quale al passaggio della carrozza viene attirato contro C e mette in contatto la sbarra A e quindi i motori delle carrozze, colla corrente; il ritorno è fatto dalle rotaje. Alle estremità di C e D, che devono venire in contatto, è applicata una lamina di metallo antimagnetico la quale facilita la caduta immediata del pezzo D, non appena cessata l'azione magnetica di A.

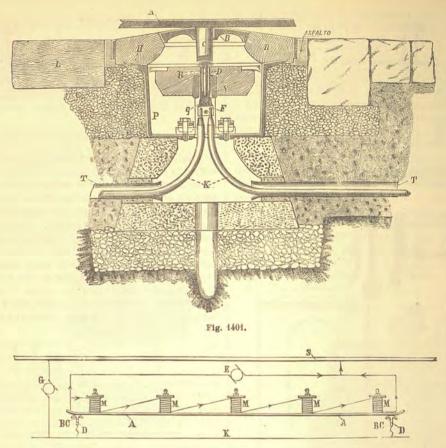


Fig. 1402.

Il pezzo di contatto B, che si ripete periodicamente lungo la linea, è isolato magneticamente ed elettricamente dalle pareti della rispettiva cassetta in ghisa P per mezzo di un pezzo in legno h, convenientemente preparato; lo isolamento sufficiente si ottiene facilmente con piccola quantità di isolante.

L'eccitazione delle elettrocalamite assorbe appena

250 watt per carrozza.

Lo scorrimento della spranga a sulla serie dei pezzi di contatto è silenziosa e facile.

Il sistema appare tutto studiato diligentemente e ci auguriamo che abbia a dare pratici risultati.

## III. - VEICOLI.

Uno dei più notevoli errori commessi quando si volle sostituire la trazione elettrica a quella a cavalli, è stato di applicare ai veicoli dei motori di insufficiente potenza; non tenendo sufficiente conto che all'atto dell'avviamento (distacco, démarrage) col portare avanti il loro corpo e puntare indietro le gambe, i cavalli sviluppano per breve tempo un lavoro assai maggiore dell'ordinario.

## 22. Sforzo di trazione.

È espresso in chilogrammi dalla nota formola:

$$F = p(a + f + sen \alpha)$$

dove p è in chilogrammi la massa del veicolo, a l'accelerazione in metri per secondo, f la resistenza di attrito per chilogramma, sen a la pendenza espressa col rapporto dell'elevazione alla lunghezza e che, trattandosi ordinariamente di piccoli angoli, può essere sostituita da ± i, pendenza per metro.

Il fattore pa, che rappresenta la resistenza di inerzia, non interviene che durante le variazioni di velocità, onde se la velocità è costante:

$$F = p(f \pm i).$$

Dalla formola si vede, come al distacco sia necessario sviluppare uno sforzo assai superiore, che in cammino normale, sopratutto se si è in pendenza ascendente.

Prendendo l'esempio di una linea tramviaria solita e facendo f = 0,0115, una carrozza da 10 tonnellate esigerebbe in piano lo sforzo di trazione di 115 Chg. circa per camminare alla velocità costante di 10 Chm. all'ora, rappresentando la potenza utile di circa 4 cavalli. Ma al distacco, dovendo, per es., portare la carrozza alla sua velocità normale dopo il percorso di 15 metri, l'accelerazione media sarà di m. 0,24 per secondo, lo sforzo di 367 Chg. e la potenza utile di circa 6 cavalli. Al primo momento lo sforzo di distacco è ancora maggiore.

Nella trazione elettrica avviene, che appunto al distacco il motore si trova, per la sua limitata velocità, in cattive condizioni di rendimento, proprio quando deve sviluppare il lavoro massimo. Ammettendo, che lo sforzo esercitato dal motore come coppia di torsione sull'asse motore, sia proporzionale all'intensità della corrente nell'indotto, ne consegue che la corrente media al distacco è parecchie volte maggiore di quella normale; e si può stimare che nei primi istanti tale corrente sarà 7 volte circa maggiore della normale. Anche il lavoro, quindi, ai primi istanti dell'avviamento sarà 7 volte superiore di quello ordinario.

Il valore di f, che varia colle condizioni della strada, è precisato da Carter nel modo seguente:

Pavimento in granito f=0,079 per tonnellata

» » legno . = 0,0188 »

Macadam vecchio . = 0,0204 »

» nuovo . = 0,0458 »

Binario di tram (pulito) = 0,0068 »

» » (stato

normale). . . = 0,0115 »

Binario di tram (molto

polveroso) . . . = 0,0274 »

Crosby cita il valore f 0,0115 trovato sopra binario in condizioni normali.

Il Gerard suggerisce di assumere, nei progetti, f = 0.015 in piano ed in linea retta.

Reckenzaun ha trovato sperimentalmente che f varia da 0,0136 a 0,227 e che raramente si abbassa a 0,009 in casi eccezionalmente favorevoli. Ha trovato inoltre che nelle curve di 15 m. di raggio lo sforzo raddoppia; e triplica in quelle di 10 metri. Al distacco assume valori tripli e quadrupli dei normali.

Il Crosby stabilisce un valore  $f_1$  di avviamento in

chilogrammi:

 $f_1 = 28 + 0.8 i$ 

i essendo la pendenza per mille.

#### 23. Aderenza.

Sopra un binario varia da 1/5 a 1/10 del carico sulle ruote motrici, secondo lo stato dell'atmosfera e delle rotaje. L'aderenza deve essere maggiore (almeno eguale)

allo sforzo di trazione od a quello di avviamento, rispettivamente se il veicolo deve muoversi semplicemente o avviarsi.

Nelle strade che hanno tratti in pendenza occorrerà maggiore aderenza, epperò conviene aumentare l'aderenza col rendere motori entrambi gli assi della carrozza, come fu proposto da Reckenzaun. Pratica che si segue ora quasi generalmente, usando due motori (uno per asse), il che facilita pure la regolazione della velocità col cambiare il loro accoppiamento.

Avendosi un eccesso di adesione, la carrozza può naturalmente rimorchiarne una o più altre.

#### 24. Pendenze.

La massima pendenza che una carrozza può superare all'avviamento si ha facilmente dalla formola di Crosby eguagliando l'aderenza allo sforzo di avviamento; cioè facendo  $f_1 = a = 28 + 0, 8 \ i \ max$ , dove a è in Ch., l'aderenza per tonnellata.

Se si considera che tutto il peso della carrozza sia utilizzato per l'aderenza (due assi motori) assumendo per l'aderenza i due valori estremi  $\frac{P}{5}$  e  $\frac{P}{10}$  si avrà i max teoricamente compreso tra 90 e 215 per mille; ma se uno solo è l'asse motore, i max resta compreso tra 27,5 e 90 per mille.

Per accertarsi del comportamento dei veicoli a motori elettrici in pendenza, la ditta Siemens ed Halske ha istituito sopra una linea, appositamente costruita a Budapest, delle interessanti esperienze, i cui risultati sono qui riassunti:

Peso totale del veicolo (tonnellate)	6, 53	6,53	4,50	4,50
Numero di assi motori	2	1	2	2
Lunghezza del percorso (metri)	31	31	30	30
Pendenza per mille	0	0	52, 8	96
Durata del viaggio (secondi)	51	50	8	14
Velocità (chilometri all'ora)	22	22, 4	13,5	7,7
Numero dei giri del motore (al minuto)	549	560	337	192
Tensione della corrente (volt)	282,5	285	266	260
Intensità della corrente (ampère)	26, 0	24,5	54	68
Potenza elettrica (watt)	7345	6982	14364	17680
» » (cavalli)	10	9,5	19,55	24, 1
Sforzo di trazione (chil. per tonn.):		100		
in livello	15, 2	15,2	15, 2	15,2
in pendenza	10-20-0	-	53, 7	97,5
totale	99, 2	99, 2	309	508
Potenza meccanica (cavalli)	8, 27	8, 41	15, 49	14,5
Rendimento (per cento)	82, 57	88, 62	79,41	60, 37
Perdite totali (per cento)	17, 43	11,43	20,59	39, 63

Le pendenze superate in pratica dai tram elettrici sono ancora maggiori; secondo Mansfield, 13 linee americane hanno pendenze superiori al 100 %; sono note le pendenze per mille di 135 ad Amsterdam (S. U.); 125 a Gleus Falls; 110 a Nashville; 106 a Remscheid; 105 a Kiew; 100 a Belgrado; 95 a Gmunden; 90 ad Acquisgrana, a Porto e ad Altenbourg; 85 a Roma; 83 a Plauen ed a Genova; 80 a Fiesole, ecc.

#### 25. Velocità.

La velocità media generalmente usata nelle tramvie elettriche, varia moltissimo.

È di 8 chm. la velocità del tratto urbano della tramvia Firenze-Fiesole; 10 chm. a Milano; 15 chm. a Budapest; a Marsiglia per contratto la velocità deve essere di 10 chm. nelle pendenze superiori al 52 %0; 15 chm. nelle pendenze comprese fra 52 e 25 % 20 chm. in piano. A Bordeaux varia da 16 chm. (pendenza) a 24 (piano); di 20 chm. sarebbe la velocità media in piano a Lione, Le Havre, Milano-Musocco; di 25 a Belgrado, secondo un prospetto della Thomson-Houston Co.

Queste ultime sono forse cifre troppo elevate e rappresentano piuttosto la velocità massima, che quella

media.

Dalla velocità e dalla frequenza delle partenze dipende naturalmente il numero di carrozze necessarie al servizio. - Il seguente prospetto offre subito il numero di carrozze in servizio sopra 10 chilometri di via semplice, in una sola direzione quando variano le frequenze delle partenze: le cifre vanno raddoppiate per tener conto delle partenze nelle due direzioni:

Partenza		Vel	ocità	medi	a in	chilo	metri	per	ora	
ogni minuti:	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30
1	100	86	75	67	60	50	40	30	24	20
2	50	44	38	33	30	25	20	15	12	10
3	33	29	25	22	20	17	13	10	8	7
4	25	22	19	14	15	13	10	8	6	5
5	20	17	15	13	12	10	8	6	5	4
6	17	14	13	11	10	8	7	5	4	3
7	14	12	11	10	9	7	6	4	3	3
8	13	11	9	8	8	6	5	4	3	3
10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	2
15	7	6	5	4	4	3	3	2	2	1
20	5	4	4	3	3	3	2	2	1	1
30	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1

Così, sopra una linea di 4 chilometri, con partenze ogni 6 minuti nelle due direzioni, e velocità media di 10 chm., occorreranno:  $\frac{20.4}{10}$  = 8 carrozze, non contando quelle che stanno ferme all'estremità.

## 26. Peso delle carrozze automobili.

Varia naturalmente anch'esso moltissimo; ecco alcune cifre riferibili a carrozze ad un motore, completamente montate, ma senza passeggieri: Fiesole, per 32 persone, 5000 chg.; Bordeaux, 44 persone, 4900 chg.; Le Havre, 50 persone, 6155 chg.; Milano, 34 persone, 5600 chg.; Belgrado, 44 persone, 5550 chilogrammi.

E per carrozze a due motori: Lione, 42 persone, 8500 chg.; Le Havre, 50 persone, 7000 chg.; Marsiglia,

50 persone, 6800 chilogrammi.

## 27. Potenza necessaria alla trazione.

Varia da momento a momento, secondo la pendenza, la velocità, il numero di passaggeri, lo stato del binario, ecc. Il lavoro per una lunghezza l in metri è dato in chilogrammetri da  $L = pl(f \pm i)$ ; e la corrispondente potenza, essendo v la velocità in metri al secondo,

è: 
$$P(\text{cavalli}) = \frac{pv(f \pm i)}{75}$$

ovvero:

$$P(\text{watt}) = p v (f \pm i)$$
: 9,81.

Lo Sprague calcola che a New-York, per un metropolitano a vapore, la potenza motrice si dividerebbe cosl: 59 % per gli avviamenti; 24 % per le salite; 17% per la trazione normale; in totale, 83% della potenza prodotta.

Il Marcillac asserisce, che nelle tramvie di Marsiglia risulta una spesa media di forza alla stazione di 8 cavalli per carrozza; di 7 ad 8 ettowatt ore di energia elettrica (alle dinamo generatrici) per carrozza chilometro e di 0,80 a 0,85 per tonnellata chilometro.

Il Gerard calcola 450 watt-ora per carrozza-chilometro per carrozza di 4 tonnellate e per profilo medio.

Quando la linea è in pendenza il lavoro medio è naturalmente maggiore; così a Remscheid (Industrie électrique, 1895, p. 294) è di 770 watt-ora, corrispondenti a chg. 4,4 di carbone, per carrozza e per chilom.

Il consumo medio verificato nei tram di Zwickau, installati dalla Società Schuckert è, secondo il Rapp, di soli 300 watt-ora per carrozza-chilometro, il che si deve alle favorevoli condizioni della linea ed al buon sistema di regolazione dei motori.

Ordinariamente si calcola un consumo di 500 wattora per carrozza chilometro, benchè molto dipenda, oltre dalla linea, come vedremo in seguito, dal sistema di regolazione dei motori della carrozza, tanto che il consumo può variare da 300 a 500 watt-ora negli impianti che hanno motori con economico sistema di regolazione, e da 500 ad 800 in quelli i cui motori si regolano a mezzo di resistenze.

All'Havre, secondo Pellissier, si ebbero 800 watt-ora per carrozza-chilometro, per carrozze da 50 posti, mentre nella centrale di Amburgo (1) il consumo medio

non sorpassa i 477 watt-ora.

Il consumo di carbone a Boston (aprile 1894) secondo i dati di Hedges è stato di chg. 1,450 per carrozzachilometro. Ad Amburgo (Max Meyer, 1895) di chg. 1,26 a 1,47 per chilowattora.

A Liverpool di chg. 0,150 per tonnellata-chilom. (2). A Bordeaux (Pellissier) chg. 2,785-2,200 per carrozzachilometro.

Il Tresca, con una carrozza ad accumulatori pesante 5,3 tonnellate, con una velocità media di 11,3 chilometri all'ora, comprese 14 fermate in circa 6 ore e 1/2 di esperimento, sopra un binario di pendenze variabili sino al 58 % ottenne la spesa media di 4,75 cavalli elettrici, al motore e tenendo conto delle perdite nel motore e nella trasmissione, di circa 3 cavalli utili alla trazione. Ossia la spesa media di 1 cavallo-vapore per 12,55 tonnellate-chilometro.

Il Castagneris cita le seguenti misure elettriche, rilevate simultaneamente sulle dinamo e sul motore elettrico nel caso di un treno di due vetture del peso totale di 8,35 tonnellate alla velocità normale di 12 chilometri all'ora:

		Ca	valli
	S	ul motore	sulla dinamo
In piano		3,87 8 — 9,70 10.20	6,47 13,50 16,70 26 —

Quando si studia un progetto è necessario conoscere il lavoro medio richiesto pel trasporto di ogni tonnellata o di ogni carrozza, nella linea di cui si tratta, il che si

<sup>(1)</sup> E. T. Z, 1896, pag 169.

<sup>(2)</sup> Siccome il peso delle carrozze è variabile, l'espressione del consumo riferita alla tonnellata chilometro è più precisa.

ottiene applicando alle diverse condizioni di profilo le formole sopra accennate.

Il seguente prospetto riassume il risultato di un simile lavoro, fatto per le tramvie elettriche di Marsiglia.

Lunghezze parziali in m.	Pendenze in mm. p. m. delle lunghezze		i trazione onnellate	Lavoro corr per la trazione (chilogra	di una carrozza	Velocità in chil.	Durata del percorso delle lunghezze	per ogni	in cavalli lunghezza ziale
di eguale pendenza	parziali	Andata	Ritorno	Andata	Ritorno	all'ora	parziali	Andata	Ritorno
45	5	50	150	2250	6750	20	8, 1	3, 7	11,1
130	7	170	30	22100	3900	20	23, 4	12,5	2,2
125	15	250	_	31250	_	20	22,5	18,5	-
60	25	350	_	21000	_	20	10,8	25,9	-
82	59	690	_	56580	_	-10	29,0	25,6	_
210	52	620	_	130200	_	10	75,6	23, 0	-
385	20	300		115500	-	20	69, 3	22, 3	_
95	14	_	240	-	22800	20	17, 1	n = 1	17,8
235	40	- I	500	-	117500	10	84, 4	77	18,5
80	30	-	400	-	32000	15	21,6	W - W	19,8
265	13	-	230	A MATERIAL OF	60950	20	47,7		17, 1
265	8	20	180	5300	47700	20	47,7	1,5	13, 4
460	15	-	250	Name -	115000	20	82,8	-	18,5
715	2	120	80	85800	57200	20	128, 7	8,5	5, 9
700	10	200	_	140000	_	20	126, 0	14,9	_
145	3	70	130	10150	18850	20	26, 1	5,3	9,7
95	6	160	40	15200	3800	20	17, 1	11,9	2,9
110	3	70	130	7700	14300	20	19,8	5, 2	9,7
600	30	400	-	240000	_	15	162, 0	19,8	-
470	1	110	90	5:700	42300	20	84,6	8, 1	6,7
85	25	350	The Land	29750	44	20	15, 3	25, 9	_
385	42	520		200200	-	15	109,0	24, 6	-
60	27	370	100 - 100 m	22200	-	15	16, 2	18, 2	-
275	12	220	-	60500	-	20	49, 5	16, 4	-
				1247380	543050	Sequilibre i	1294, 8		
				1790 Chilogra			21 1/2 minuti		

Dal prospetto si vede, che si può valutare il lavoro totale necessario per un viaggio completo di una carrozza caricata normalmente a 1 800 000 chilogrammetri in cifre rotonde. Tale cifra va aumentata del 35 o del  $40\,^{\rm o}/_{\rm o}$  se si tien conto dei numerosi avviamenti. Essendo circa del  $55\,^{\rm o}/_{\rm o}$  il rendimento industriale del sistema, l'officina di produzione deve fornire 100 cavalli effettivi sull'albero perchè se ne abbiano 55 sugli assi: valutando il tragitto di 5400 secondi (1 ora  $^{\rm 1/_2}$ ) bisogna che l'officina fornisca 11,25 cavalli per ogni carrozza in circolazione.

#### 28. Potenza degli elettromotori.

La potenza e il numero dei motori da installare sui veicoli è in dipendenza del lavoro che devono fornire; quindi dal peso e dalla capienza delle carrozze, dalla velocità, dalle pendenze, dalle curve. Siccome varia la velocità di regime, varia con essa la potenza, di modo che l'espressione di questa in cavalli può facilmente dare luogo ad equivoci. Si lamenta la mancanza di una convenzione precisa e generale in proposito.

Buon sistema ci sembra quello di alcuni costruttori, che accanto alla potenza dei motori in cavalli effettivi ed in lavoro normale, segnano lo sforzo di trazione di cui sono capaci in date condizioni.

LINEA	Peso carrozze	Potenza motore
	Ch	cav.
Richmond (1888)	15 2	2×71/2
Bessbroock (1889)	8250	1×20
Offembach (1890)	4000 + 2000	1×10
Gelterkinden (1890)	treno di 16500	2×25
Liverpool (1893)	» di 20000	1×50
Bordeaux (1893)	4900	1×18
Genova (1892)	-01	2×18
Marsiglia (1892)	26800	2×17
Belgrado (1894)	4900	1×18

La tendenza attuale è di avere uno o due motori da 15-20 cavalli, secondo la pendenza della linea.

La seguente tabella si riferisce ai motori tipo G. E. della « General Electric Co. », che funzionano a 500 volt

di tensione. Le cifre che seguono il tipo (800, 1200, 2000) si riferiscono allo sforzo di trazione in libbre (= 0,4536 chg.), di cui è capace il motore.

	delle spire e per incastro	15.75	IENSIC		aggio 7a	ingranaggio	ingranaggio		_	RODU		-			AVOR				PRODU per m cogli in in deriv	otori duttori	i
	e sp				grana	li fin	di in	Cam	po in	duttore	mass	simo	Ind	uttor	i in der	ivazi	one	Car	ozza a in p	due mo	tori
TIPO	Numero dell per bobina e pe	Altezza	Larghezza all'indotto	Lunghezza del centro dell'asse	Peso, senza ingranaggio e scatola relativa	Rapporto normale di ((standart)	Rapporto speciale d	Sforzo di trazione (chilogr.)	Velocità dell'indotto (giri al 11)	Velocità della carrozza (chil. per ora)	Ampère	Cavalli approssimativi	Sforzo di trazione (chilogr.)	Velocità indotto (giri al 11)	Velocità della carrozza	Ampère	Cavalli	Sforzo di trazione	Velocità approssimativa della carrozza	Cavalli	Ampère
G. E. 800	4	610	990	645	700	4, 78	3,76	335	460	15,2	40	20	335	525	16,8	46	25	50	40,0	7	1
Id.	3	>>	*	>>	>>	>>	>>	<b>»</b>	575	19,2	49	25	>>	650	21,7	56	30	50			2
G. E. 1200	4	635	1290	670	1230	3,53	-	545	300	13,6	50	25	545	375	15, 2	57	30	102	28,8	11,5	2
Id.	3	>>	>>	>>	>>	>>	_	>>	400	18,4	66	35	>>	425	19,2	70	40	>>	32, 0	12	2
Id.	2	>>	>>	>>	>>	»	-	>>	550	24,8	86	50	>>	650	28,0	100	55	>>	46,5	17	4
G. E. 2000	2	840	1420	685	1960	3, 18	-	910	350	16,8	99	55	-	-	-	-	-	137	27, 2	14	2
Id.	1	>>	>>	>>	>>	>>	_	>>	700	33,5	198	110	_	_	-	_	_	>>	56,0	28	5

I dati della velocità e dello sforzo di trazione sono basati sull'impiego di ruote da 840 mm. di diametro e sull'ingranaggio « standart ».

La resistenza è calcolata di 9,1 Ch. per tonnellata, in piano, per carrozza a due motori pesante 11 tonnellate; di 6,85 Ch. per tonnellata per un treno di 30 tonnellate con carrozza automotrice a due motori; di 4,55 Ch. per tonnellata per un treno di 60 tonnellate con carrozza automotrice a due motori. Tali cifre variano però molto secondo il peso delle carrozze e lo stato del binario.

## 29. Tipo dei motori.

La coppia motrice C sviluppata nell'indotto di un motore elettrico è proporzionale all'intensità H del campo magnetico inducente ed alla corrente I, in modo che si ha:

$$C = kHI$$
.

La forza controelettromotrice e, sviluppata quando il motore funziona, è data dalla forza elettromotrice E ai morsetti del motore, diminuita dalla forza elettromotrice rappresentata dal prodotto RI, essendo R la resistenza del circuito; si ha quindi:

$$e = E - RI$$
.

Si ha pure che e è proporzionale al campo magnetico H ed alla velocità w di rotazione dell'indotto, cioè:

$$e = c \cdot Hw$$
.

Se il motore è eccitato in derivazione, il campo magnetico è quasi costante. La forza controelettromotrice e diminuisce col crescere la corrente; ma essendo debole la resistenza interna della dinamo, la diminuzione di e è piccolissima rapporto ad E. Quindi la velocità di rotazione

$$\boldsymbol{w} = \frac{e}{c\,\mathbf{H}} = \frac{E - \mathbf{R}\,I}{c\,\mathbf{H}}$$

è quasi costante, comunque variino — entro certi limiti — le condizioni della linea. Però l'intensità  $I=\frac{C}{RH}$  cresce colla resistenza alla trazione e sopra forti pendenze può assumere valori incompatibili colla sicurezza del motore.

Quando poi venisse a mancare per un momento la corrente, il che può succedere facilmente in causa dei trolley o delle rotaje, cessa naturalmente coll'eccitazione del campo magnetico la forza e; al ristabilirsi la corrente, siccome il campo continua a non essere eccitato e la macchina non offre controforza elettromotrice, l'armatura sarà percorsa da corrente di grande intensità, che ne rende facile l'abbruciatura.

La tensione di 500 volt, generalmente assunta per le tramvie elettriche, implica dei motori in derivazione col campo magnetico molto resistente; occorre quindi usare del filo sottile, lungo, ben isolato, il che rende i motori in derivazione costosi e pesanti.

Tutte queste ragioni, confortate dalla cattiva prova data a Blackpool dai motori in derivazione, hanno fatto preferire quelli in serie, ora esclusivamente adottati nelle tramvie, dove si hanno sforzi variabili e ineguali.

Forse in linee a resistenze regolari converranno i motori in derivazione per la preziosa qualità della costanza del campo magnetico; e l'Heilmann li ha usati nella sua locomotiva elettrica.

In quei casi in cui l'eccitazione può aversi separatamente, come nelle tramvie ad accumulatori, si preferiscono talvolta motori ad eccitazione indipendente.

Nel motore in serie la coppia C = kHI può assumere impunemente valori elevati; l'avvolgimento del campo magnetico è studiato in modo da dare un campo saturato, all'intensità media della corrente: con ciò si limitano le variazioni di velocità nel motore, e si può evitare lo spostamento delle spazzole, il diametro di commutazione restando quesi fisso.

zione restando quasi fisso.

La velocità 
$$w = \frac{E - RI}{cH}$$

dipende dall'intensità della corrente; infatti aumentando I, diminuisce il numeratore, mentre cresce il

denominatore, poichè H aumenta. Quindi la velocità diminuirà col crescere di I, cioè quando per la resistenza del percorso si ha bisogno del massimo sforzo, e di una coppia motrice C massima. Per modificare a piacere le condizioni, si influisce sopra R per mezzo di un reostato.

Quando la resistenza della linea diminuisce, lo sforzo di trazione, la coppia C e la corrente I tendono ad annullarsi; allora il campo magnetico tende pure ad annullarsi e la velocità w aumenta troppo; al che si ovvia riducendo E, coll'inserire delle resistenze.

Se la corrente si interrompe, cessa con essa l'eccitazione del campo; ma appena quella è ristabilita, passando direttamente per le spire degli elettromagneti, lo ristabilisce.

Il rendimento elettrico del motore è dato dal rapporto delle forze elettromotrici.

$$\varrho = \frac{e}{E} = \frac{c \operatorname{H} w}{\operatorname{E}}.$$

Siccome il campo magnetico ha variazioni limitate, dipendemolto dalla velocità wed è minimo ai distacchi, nelle ascese, in generale quando si hanno dei rallentamenti; il che influisce a diminuire notevolmente il rendimento medio dei motori.

Dalle esperienze della ditta Siemens e Halske a Budapest, risulta come a velocità rispettivamente di 22; 13,70; 7,70 chilometri all'ora corrispondano rendimenti del motore dell'82,5; 79,4; 60,4 per cento.

Relativamente alla costruzione, i motori per trazione elettrica dovrebbero avere i requisiti seguenti: essere di solida costruzione; resistere alla polvere, all'umidità ed alle intemperie; resistere alle continue trepidazioni; non esigere sorveglianza, nè lubrificazione in cammino; sopportare elevati sovraccarichi; avere forte coppia di avviamento; essere leggeri e potenti.

I motori moderni soddisfano in gran parte a queste condizioni.

L'armatura è quasi generalmente a tamburo, coi conduttori disposti in incastri a denti o in fori praticati verso la periferia del nucleo; ogni sezione è indipendente dall'altra, e gli avvolgimenti sono preparati a macchina, identici fra loro, in modo da poter facilmente essere montati o ricambiati rapidamente quando necessita una riparazione. Gli induttori sono generalmente tetrapolari a bobine induttrici mobili; i nuclei sono d'acciajo dolce, che permette di ottenere campi magnetici intensi con coppie motrici elevate e velocità angolari relativamente deboli; l'insieme è avviluppato dalla carcassa magnetica in modo da riparare quasi completamente gli organi delicati del motore. L'organo più debole è il collettore, il quale, pur sortendo perfetto dall'officina di costruzione, pel fatto di dover ruotare indifferentemente nei due sensi, di essere esposto a continue e forti variazioni dell'intensità della corrente, di avere spazzole forzatamente disposte in posizioni fisse, di dover funzionare in ambiente umido o polveroso, è soggetto inevitabilmente a scintille, che ne riducono la durata. D'onde la grande importanza di poter utilizzare motori a corrente rotatoria, nei quali si può sopprimere questo punto delicato della trazione elettrica.

## Disposizioni dei circuiti e sistemi di regolazione.

Le connessioni dei circuiti di un veicolo servono per le manovre e la regolazione della velocità. Vi sono inoltre delle derivazioni per l'illuminazione delle carrozze, ed eventualmente per azionare i campanelli di chiamata o di avviso. Nei veicoli ad un solo motore (in serie) la regolazione della velocità può ottenersi: 1º facendo variare la tensione ai poli del motore, esclusivamente coll'introdurre delle resistenze nel circuito di questo; 2º valendosi della variazione, che si può ottenere nel campo magnetico, dividendone l'avvolgimento in parecchi circuiti, ognuno dei quali può essere o non, inserito in circuito; 3º col disporre in derivazione ai morsetti del campo magnetico una resistenza variabile, che derivi una maggiore o minore porzione di corrente del circuito di campo.

La prima disposizione, che riesce poco economica, era usata dalla Compagnia Thomson Houston e dalla Siemens e Halske; la seconda, migliore, è stata proposta dalla Compagnia Sprague, la quale, oltre alla variazione nel numero dei circuiti attivi di campo, usa pure accoppiarli fra loro, secondo i casi, in serie o in quantità o in modo misto. L'ultima disposizione è preconizzata dalla Società Kummer.

Adesso la General Electric Co., come altri costruttori, adotta un sistema misto, col quale si ottiene una regolazione assai graduata; negli ultimi tipi il campo magnetico dei motori, che prima si divideva in tre avvolgimenti di resistenza diversa (p. es. ohm 2,54; 3,25; 1,77) e che l'ultimo tipo Short divide in quattro avvolgimenti, che si possono differentemente accoppiare insieme, si divide ora in due avvolgimenti e si fa concorrere alla regolazione anche il diverso accoppiamento dei motori.

La fig. 1403 rappresenta schematicamente la disposizione dei circuiti di una carrozza della « General Electric Co. » munita di due motori G E 800, cogli induttori sezionati in due circuiti e col commutatore o regolatore o manipolatore (controller) del tipo K. Le quattro estremità dei due avvolgimenti di campo, le estremità dell'armatura e quelle di una resistenza K sono connesse ai morsetti di due regolatori C posti uno ad ogni piattaforma e che si manovrano alternativamente, l'uno potendo agire, quando l'altro è al punto zero. Tali regolatori sono costituiti da un cilindro isolante sulla cui superficie interna, sviluppata nella parte superiore del disegno, sono fissate delle lastre metalliche di contatto, sopra delle quali strofinano delle molle rispettivamente in comunicazione colle estremità dei citati circuiti; in modo che, ruotando il manubrio che trascina le molle, si possano cambiare successivamente le connessioni.

Îl manubrio del commutatore ha 10 posizioni, cui corrispondono le seguenti combinazioni:

1. Motori in serie, resistenza K intercalata nel circuito; la corrente che percorre i motori è la minima; ogni motore utilizza metà della tensione del circuito;

2. Si diminuisce la resistenza K;

3. Si sopprime la resistenza;

4. Si mette in corto circuito uno degli avvolgiment i del campo, con che si diminuisce la resistenza del circuito e si diminuisce l'intensità del campo, aumentando la velocità dei motori;

 Si mettono in parallelo i due avvolgimenti de campo;

 Si mette in corto circuito uno dei motori; l'altro resta in servizio con una parte della resistenza esterna, ed utilizza tutta la tensione (salvo le resistenze);

7. Si sopprime completamente uno dei due motori;

8. I due motori sono connessi in parallelo, ma una parte della resistenza esterna è intercalata;

9. I due motori sono in parallelo, senza alcuna resistenza addizionale;

10. Come sopra, coi campi magnetici ridotti; la velocità è massima.

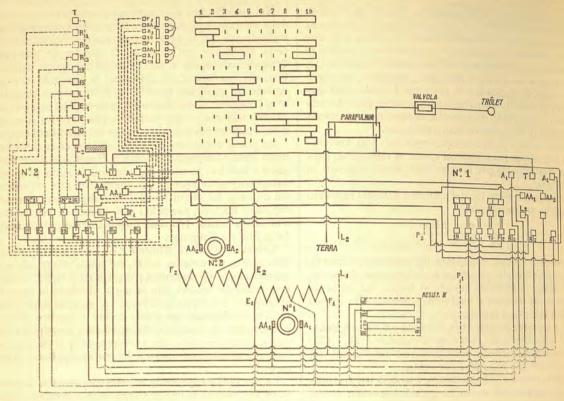


Fig 1403.

L'inversione di marcia si ottiene con apposito commutatore a due vie, non disegnato nello schizzo, che si manovra da una o dall'altra piattaforma; il suo manubrio è disposto presso quello del regolatore, ma una combinazione meccanica impedisce che si possa manovrare l'invertitore, ove il regolatore non sia allo zero, cioè nella posizione per la quale i motori non sono percorsi da corrente.

La modificazione del campo magnetico implica una minore controforza elettromotrice nel motore; epperò il suo rendimento  $\left(\frac{e}{E}\right)$  diminuisce. È per evitare questa sfavorevole condizione, che la Compagnia We-

stinghouse ha adottato la regolazione basata semplicemente sulla combinazione degli accoppiamenti dei

motori e di due resistenze esterne.

Si hanno ancora dieci combinazioni: la le due resistenze e i due motori in serie (250 volt); 2a una resistenza e i due motori in serie; 3a i due motori in serie; 4a le due resistenze ed un motore in parallelo, l'altro motore in serie; 5a una resistenza in parallelo con un motore, l'altro motore in serie; 6a funziona un motore nel circuito (500 volt), l'altro è in corto circuito; 7a un motore e le resistenze sono completamente soppresse; 8a sono in parallelo due circuiti, formati l'uno dalle due resistenze ed un motore in serie, l'altro dal secondo motore; 9a i due circuiti in parallelo sono: una resistenza ed un

motore; l'altro motore; 10\* sono soppresse le resistenze e sono in parallelo i due motori.

La fig. 1404 dà lo schema delle connessioni di una carrozza a due motori della casa Schuckert e Co., dove la regolazione si ottiene col sistema Sprague.

Le lettere della fig. 1404 corrispondono alle seguenti indicazioni: A, braccio di contatto; W, resistenza;  $+P_1$  e— $P_2$ , morsetti del motore 1;  $+P_2$  e— $P_2$ , morsetti del motore 2; a, b, c ed  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ , i morsetti dei tre circuiti in cui è diviso il campo magnetico.

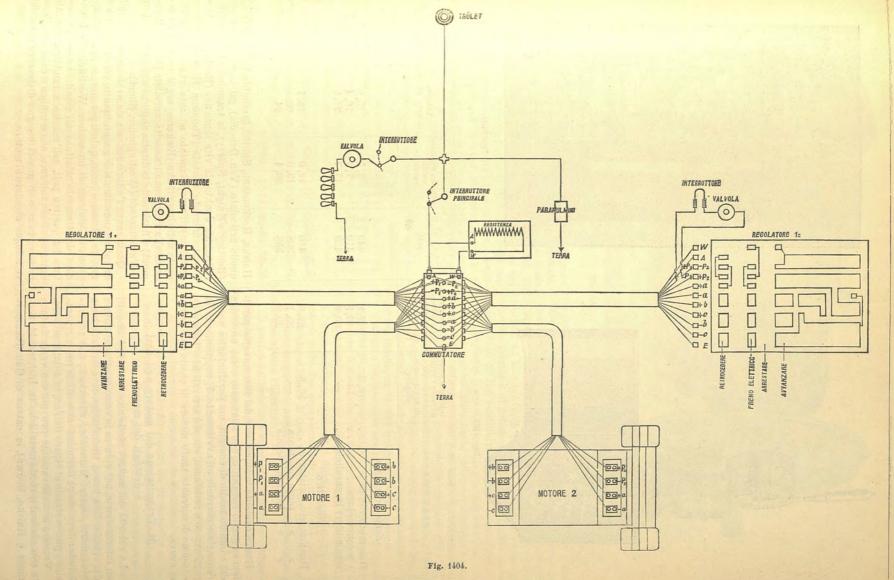
La fig. 1405 rappresenta il regolatore costruito dalle officine di Oerlikon; la 1406 quello della casa Schuckert.

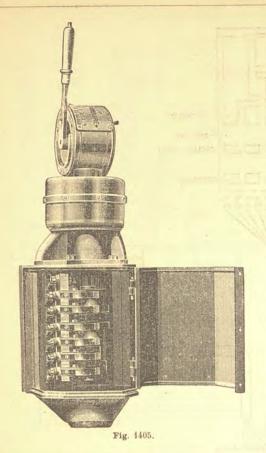
Nelle carrozze a due o più motori si hanno dunque due sistemi ben diversi di regolazione: quello della resistenza (rheostatic Method), e quello dell'aggruppamento dei motori (the series parallel Method).

Il Dierman, esperimentando sul sistema reostatico, per mezzo di letture fatte contemporaneamente sopra un voltmetro montato ai morsetti del motore, un altro alla presa di corrente (incluso il reostato), ed un amperometro, ha trovato che in media sopra 459 watt-ora forniti alla carrozza per miglio di percorso, 204 erano assorbiti dal reostato.

Altre esperienze di Hale, a Denner, della West End Co. di Boston, hanno dato risultati analoghi. Interessanti riesciranno le due seguenti tabelle (Hale), che paragonano i due sistemi:

SISTEMA	Durata del viaggio (andata e ritorno)	Numero delle fermate	Numero del viaggiatori	Intensità media di corrente (ampère)	Tensione media (volt)	Potenza media (cavalli elettrici)	Intensità media allo avviamento	Intensità massima della corrente	Velocità media (chilometri all'ora)	Watt-ora per carrozza- chilometro
Serie-parallelo Reostatico	69' 40''	60	98	22, 0	465	13,7	32, 3	85	15, 2	678
	70' 32''	61	98	32, 0	448	19,5	73, 0	120	14, 8	975





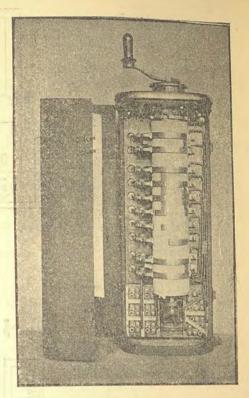


Fig. 1406.

SISTEMA	Intensità media durante i primi 14 secondi di avviamento (ampère)	Intensità media della corrente in cammino non compreso l'avviamento	Tensione media (volt)	Potenza elettrica media (cavalli)	Velocità (chilom all'ora)	Watt-ora per carrozza chilometro
Serie-parallelo.		PALL TO		-9 =		
Due motori in serie Un solo motore	18,3	12, 8 13, 5 30, 8	440 410 430	7,5 7,4 17,7	15, 2 16, 4 24, 5	368 335 536
Reostatico.  Due motori e resistenza  » » senza resistenza  » » induzione debole	36, 6	22, 0 25, 1 39, 8	410 398 358	12, 0 13, 3 20, 4	13, 1 20 24	680 500 634

Riesce evidente la superiorità del sistema serie-parallelo su quello reostatico, non solamente come economia del consumo medio di energia, ma per diminuire anche l'energia occorrente all'avviamento. È sopprimendo la regolazione a resistenza, che si è arrivati ad ottenere un consumo di corrente tanto minore di quello che prima si aveva.

## 31. Trasmissione dal motore agli assi e dettagli dei motori.

La velocità del motore rende necessaria l'adozione di un intermediario, per ridurre la velocità all'asse motore del veicolo. Una buona trasmissione deve farsi con buon rendimento; essere durevole, silenziosa, non ingombrante; deve essere facilmente accessibile per le riparazioni, pur restando al riparo dall'acqua e dalla polvere.

Vennero successivamente provate con varia fortuna le trasmissioni a corde metalliche (a Lickterfeld, Siemens e Halske, Brown), le catene di Gall (SiemensHalske, Reckenzaun, Smith), le cinghie di cuojo (Volk), quelle articolate (Van Depoële), gli ingranaggi conici (Bentley e Knight, Sperry), le trasmissioni per attrito (Fleeming Jenkin), la vite senza fine (Reckenzaun, Oerlikon), le ruote dentate (Thomson Houston, Edison, Oerlikon), l'accoppiamento ad aste analogo a quello usato nelle locomotive (Eickemeyer), il sistema ad eccentrici a riduzione di velocità variabile (Werby Beaumont) e finalmente la diretta applicazione dell'armatura sull'asse motore (Westinghouse, Short).

Quantunque l'ultimo sistema sia evidentemente il più semplice, pure non si è generalizzato, perchè obbliga il motore ad essere lento, quindi pesante; la fig. 1407 rappresenta l'insieme di un motore Westinghouse (ironclad) direttamente calettato sull'asse del veicolo; il motore ha quattro poli, coll'indotto a tamburo, montato sopra un albero tubolare, che si infila e si caletta sull'asse motore; in caso di guasti bisogna distaccare l'asse dal veicolo per accedere al motore.

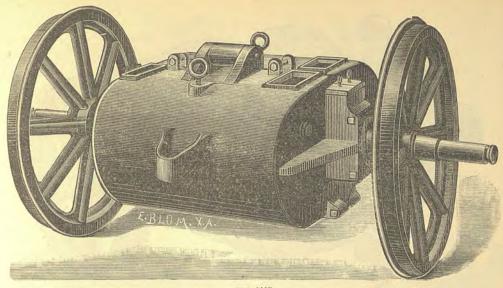


Fig. 1407.

La carcassa dell'induttore circonda completamente l'armatura, e si separa in due metà nel senso verticale. Le due aperture rettangolari superiori dànno accesso alle due spazzole, disposte a 90 gradi una dall'altra. Il diametro del collettore è di 33 cm., l'altezza totale del motore di 50 cm., le ruote hanno il diametro di 75 cm.

Il seguente prospetto riassume i risultati delle esperienze di Kollen fatte ad Oerlikon per paragonare alcuni sistemi di trasmissione; in seguito alle quali gli ateliers de construction d'Oerlikon abbandonarono l'uso della trasmissione a vite perpetua, per adottare la semplice trasmissione.

	ıra	ia Ira	Rendi	imento
TRASMISSIONE	Giri dell'armatura	Rapporto di velocità tra armatur ed asse	Complessivo a pieno carico	Industriale del motore
A semplice riduzione .	450	1:5	80-83	85-88
A doppia riduzione	2100	1:12	60-65	75-85
A vite perpetua a dop- pio filetto	1200	1:14	65-68	75-85
Diretta, col motore applicato sull'asse del veicolo	110	1:1	85-88	82-85

Non ostante le buone qualità della trasmissione diretta, prevalgono sempre i tipi a semplice riduzione di velocità, realizzata da due ruote dentate piane, una (il rocchetto) sull'albero del motore e una sull'asse del veicolo. Il rapporto suol essere di 4 o 5 ad 1.

Le ruote sono generalmente metalliche ed in parecchi tipi vengono rinchiuse in una cassa ripiena d'olio, in modo che la trasmissione sia affatto silenziosa e la continua lubrificazione riduca le usure dei denti.

La fig. 1408 mostra il motore Sprague, che venne utilizzato dalla G. E. Co., dalla A. E. G. e che ora è stato notevolmente modificato.

La fig. 1409 rappresenta i motori fabbricati dalla Casa Schuckert e C. Questi trasmettono il loro movimento agli assi per semplice riduzione di velocità; gli ingranaggi sono ottenuti direttamente alla fresa e ruotano in scatole piene d'olio, a chiusura ermetica; i pignoni dei motori sono in materia speciale compressa, che ha il vantaggio di far poco rumore. I motori sono sospesi ad una traversa comune, coll'intermediario di molle a spirale o di rotelle di gomma e dall'altra parte, per mezzo di due cuscinetti, all'asse, che muovono.

La carcassa magnetica costituisce una scatola chiusa, che protegge completamente indotto, collettore e spazzole; queste ultime possono però essere facilmente esaminate per mezzo di un coperchio a cerniera, che chiude ermeticamente. I cuscinetti sono naturalmente a lubrificazione automatica. I motori sono relativamente leggeri e robustissimi, potendo sopportare senza guastarsi, per breve tempo, un lavoro quadruplo del normale.

Le ruote dentate sono una in ghisa e l'altra d'acciajo, immerse parzialmente nell'olio. Il circuito magnetico induttore è costituito da una scatola in due parti di acciajo fuso, portante due pezzi polari, l'uno superiore e l'altro inferiore, circondati dagli avvolgimenti eccitatori, e da due espansioni polari a 90° dai primi, in modo che si hanno di fatto quattro poli. Si ottiene così il flusso magnetico necessario, con un peso limitato ed in uno spazio ristretto.

Il nucleo dell'indotto è composto da dischi di lamiera, ritagliati a macchina, indi ricotti e verniciati; presentano delle incassature rettangolari, nelle quali si dispone l'avvolgimento; i dischi sono montati sull'albero della macchina, mantenuti in posizione da chiavette e fortemente stretti insieme da due dischi estremi, tenuti da bulloni

L'avvolgimento è composto da rocchetti elementari formati da parecchi fili riuniti da un nastro e avvolti mediante una macchina speciale, sopra una forma appropriata. I rocchetti sono introdotti nelle incassature del nucleo, e mantenuti a posto da chiavette di materia isolante, forzate dentro; a tal uopo le incassature rettangolari si restringono alla parte superiore; così i rocchetti non possono spostarsi nè per la forza centrifuga, nè sotto l'azione reciproca dei campi magnetici induttore e indotto. I fili che si incrociano sono separati per mezzo di carta verniciata e di mica; le calotte estreme sono coperte di tela verniciata, rinforzata da opportune legature.

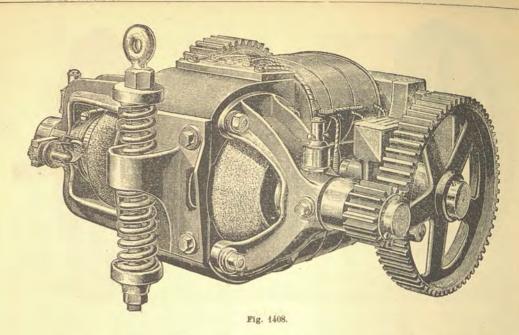


Fig. 1409.

Le estremità dei rocchetti finiscono ad un collettore di rame rosso duro, i cui segmenti sono collegati in croce, per ridurre il numero delle spazzole. Per facilitare la loro ispezione e la loro manutenzione, le due spazzole sono disposte alla parte superiore dell'indotto e si può accedervi facilmente sollevando il coperchio, come si vede nella figura. Le spazzole sono di carbone ramato, scorrono in un astuccio e vengono, da molle, premute quasi normalmente al collettore.

I sopporti sono lunghi, di ampio diametro, muniti di cuscinetto in metallo bianco, in modo che la pressione è leggiera e debole l'attrito; la lubrificazione è fatta con grasso semifluido.

L'ispezione di tutti gli organi del motore è facile, anche quando è montato sotto la cassa del veicolo. Basta, infatti, sollevare una botola praticata nel pavimento della carrozza per accedere al motore; si leva allora il bullone di chiusura e si apre il motore, facendo ruotare la parte superiore degli induttori sulla cerniera, come nella fig. 1409. Togliendo la parte superiore dei sopporti, si può ritirare l'indotto, ispezionarlo o anche sostituirlo con un altro, in brevissimo tempo.

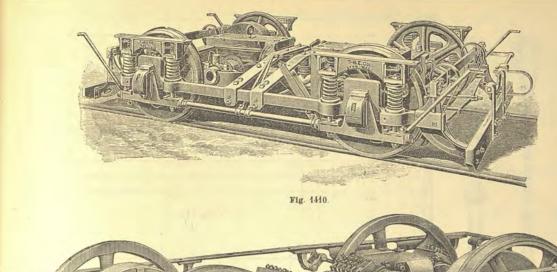
La sospensione del motore è fatta in modo che solamente una parte del suo peso, circa 230 Ch., venga sopportata direttamente dall'asse.

E da notare che la sospensione del motore ha una grande importanza sul rendimento; essendosi provato che lo sforzo di trazione corrispondente al peso portato direttamente sugli assi è in media 3 o 4 volte maggiore di quello corrispondente al peso portato dagli stessi assi, coll'intermediario di cuscinetti e molle. In generale quindi, i motori dovrebbero sospendersi sui truck in modo, che gli assi sopportino il minore peso possibile.

## 32. Truck.

Con questo nome si chiama generalmente l'insieme del telajo, che sopporta la cassa del veicolo, collegando insieme gli assi, la trasmissione, i motori, ecc., nelle ordinarie carrozze. Nelle carrozze lunghe, come quelle del tipo Pullman, la cassa è portata da due carrelli (Bogies) estremi.

Generalmente gli assi del veicolo sopportano il telajo per mezzo di molle, ed il telajo, pure a mezzo di molle,



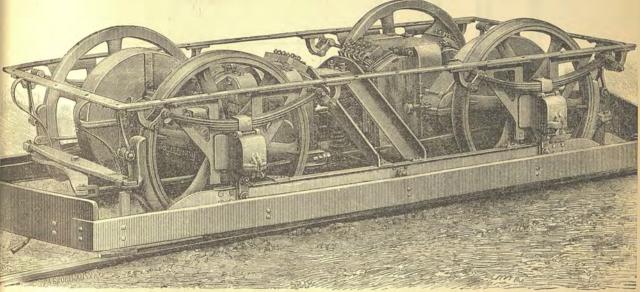


Fig. 1411.

porta il motore, il cui peso però grava in parte anche direttamente sugli assi.

Vi sono molti tipi di truck, tra i quali da notare quelli di Manier, di Brill a massima trazione (maximum traction bogie truck) a due bogies, ognuna avente due assi, di cui uno solo (sul quale gravita la maggior parte del peso del veicolo) motore; di Stephenson; quello di Robinson (radial truck), composto da tre carrelli ad un asse, di cui gli estremi, che sono motori, possono rotare attorno ad un perno verticale, mentre quello centrale è spostabile lateralmente; notevoli pure i truck Peckmann, Mansfield e Baker, quelli della Baltimore Car Wheed Co., della Saint-Louis Car Co., i recentissimi della General Electric Co. In Italia, la ditta Ingegnere Ernesto Breda e C. di Milano, comincia a fabbricare degli ottimi truck ed ha la fornitura di quelli che serviranno pel grande impianto di Milano.

La fig. 1410 rappresenta uno dei truck adottati dalla Compagnia Thomson Houston.

La fig. 1411 rappresenta il truck della Società Schuckert e Co. Le molle, molto robuste, sono destinate ad ammortire le scosse più forti, mentre quelle leggere vengono addolcite da guarnizione di gomma, interposte fra telajo e cassa. I freni sono composti di leve e viti, con esclusione delle catene, che possono dar luogo ad inconvenienti. Il truck è avviluppato da un telajo infe-

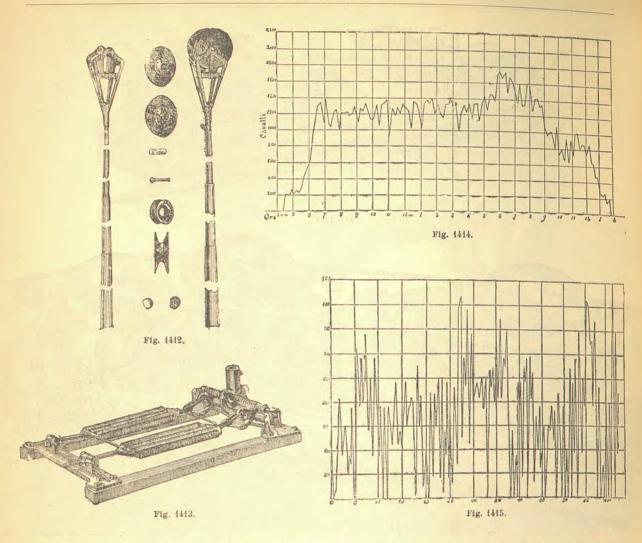
riore, assicurato agli assi, che sopporta gli elettromotori per mezzo di una traversa e alle estremità forma riparo per gli ostacoli mobili, che la carrozza può incontrare nel suo cammino.

#### 33. Trolley (o trolet).

È il nome inglese, generalmente adottato, pei contatti scorrevoli, che attingono la corrente al filo distributore. Situato generalmente in posizione inclinata sul tetto del veicolo, e munito di opportuno sistema di molle, disposto sul tetto medesimo (fig. 1412 e 1413), il trolet deve poter seguire facilmente le sinuosità del filo nelle curve, sotto ai sopporti, negli aghi in modo da non deviare quando il veicolo corre rapidamente, e da attingere sempre la corrente, anche quando è molto intensa.

All'estremità della corsa, tirando con una cordicella, si abbassa l'asta del trolley e la si fa girare di 180°, in modo da rimetterla a posto pel ritorno; la corda serve pure a rimettere a posto il trolley, quando per accidente si sposta dal filo.

Quando la linea comporta due fili aerei, naturalmente vi è un doppio trolley a rotelle parallele; nelle pesanti vetture alimentate a grande intensità di corrente e nelle locomotive, vi sono due trolley per lo stesso filo, disposti entrambi sull'asse della carrozza,



I trolet sono generalmente a rotella (fig. 1412), opportunamente lubrificata, od a sella.

Tra i tipi migliori notiamo quelli di Van Depöele, di Short a slitta, Hoydt, Lieb, Anderson (fig. 1412 e 1413), Brush, Sergent a filo isolato, Dickinson a rotella articolata, Hoppes, Mason (Compagnia Sprague), Bentley, Tyner e Irving (con bracci di sicurezza), Moore, Jacobs, Field (elettromagnetico), Sprague, Mackensie,

Tousley, O. G. Cales, Siemens Brothers e Co. L'aspetto di una carrozza da tram elettrico è poco dissimile da quello di una carrozza da tram ordinario.

#### IV. - STAZIONI CENTRALI.

## 34. Potenza dell'officina: Rendimento.

La maggiore differenza tra le officine destinate alla produzione di corrente elettrica per illuminazione e per trazione, sta nella maggiore variabilità di lavoro che si richiede a queste ultime, da un momento all'altro; i diagrammi di consumo delle officine di illuminazione, presentano linee quasi regolarmente ascendenti e poi discendenti; quelli di trazione sono caratteristici per le continue e intense oscillazioni, che sono naturalmente tanto meno sentite quanto maggiore è il numero delle carrozze in funzione ossia quanto maggiore è l'importanza dell'impianto; la fig. 1415 ci dà un diagramma preso nella officina di Leads, e riferibile ad un'ora di lavoro, mentre sulla linea correvano 5 carrozze; la

fig. 1414 si riferisce al lavoro di un'intera giornata dell'officina di Minneapolis, nelle cui linee circolavano 184 carri.

La determinazione della potenza da dare all'officina non è agevole, e la sua discussione ci porterebbe oltre ai limiti strettissimi concessi a questo articolo. Naturalmente deve essere in relazione al numero dei veicoli circolanti; ossia alla variazione giornaliera del carico; al lavoro assorbito da ogni veicolo; al rendimento delle varie porzioni costituenti l'impianto: motori e dinamo di officina, linea, motori dei veicoli, trasmissione dai motori agli assi.

La pratica americana conduce alle seguenti potenze dei motori dell'officina, per ogni carrozza in servizio, considerando le carrozze da 50 posti, con 2 motori da 25 cavalli:

 da
 1 a
 5 carrozze
 35 cav. indicati
 per carrozza

 da
 2 a
 10
 »
 30
 »
 »

 da
 10 a
 15
 »
 25
 »
 »

 da
 15 a
 25
 »
 »
 »

 da
 25 a
 30
 »
 15
 »
 »

Se le carrozze hanno 2 motori da 15 a 20 cavalli, come spesso nelle nostre linee, basteranno:

da 1 a 5 carrozze 20 cav. indicati per carrozza da 5 a 25 » 15 » »
per linee più importanti 10-12 cav. ind. p. carrozza.

La seguente tabella,	compilata sopra dati de	Badger, si riferisce	a sei impianti an	nericani:
----------------------	-------------------------	----------------------	-------------------	-----------

CAR	ROZZE IN SERVIZIO	PENDEN	PENDENZE LUNGHEZZA			STATO	MOTRICI		DINAMO		carbone lometro mmi)	POTENZA assegnata ad ogni carrozza		
Numero	Qualità	Ordinarie	Massime	Delle linee percorse (chilometri)	Dei binari (chilometri)	dell' armamento	Numero	Potenza (cavalli)	Numero	Potenza (chilowatt)	Consumo di carbone per carrozza-chilometro (chilogrammi)	Cavalli delle motrici	Ohilowatt delle dinamo	
20	ordinarie	moderate	135%	8	13, 6	buono	1 2	250 150	2 4	80 60	1,6	27,50	20	
16	»	*	92 %	16	25, 6	-	2 1 1	125 175 250	5	80	3, 1	42	25	
50	»	forti	80 %	56	82	buono	5 2 2	125 100 125	2 7	80 60	3,44	21,50	11	
70	ogni carrozza ne rimorchia un'altra	poche	50 %00	31,6	64	buono	3	200 125	6	80 40	1,22	14	10	
18	ordinarie	moderate	100%	22, 4	25	buono	3	125	6	80	1,8	20, 80	27	
28	ordinarie	moderate	84 % 00	24	28	buono	1 2	400 150	6	80	1, 33	25	17	

Raccogliamo nella tabella a pagina seguente, ricavata da informazioni avute dai costruttori, dei dati relativi ad alcuni impianti in Europa; come si vede, non per tutte le installazioni abbiamo potuto conoscere quante fra le carrozze appartenenti all'impianto, siano in servizio giornaliero e quante di riserva; e quanti fra i gruppi generatori siano in servizio contemporaneo. — Di pochissimi impianti abbiamo potuto conoscere il consumo medio di combustibile per carrozza chilometro. Ciò non di meno la tabella fornisce un interessante rapporto fra le carrozze installate e la forza motrice disponibile.

L'energia sviluppata in officina dai motori, subisce molte perdite, prima di essere utilizzata sugli assi dei veicoli; il rendimento totale può rilevarsi dalle cifre seguenti, che diamo a titolo di limite, senza che si debba attribuir loro soverchio valore.

Il rendimento degli altri sistemi di trazione meccanica non è migliore.

Il Bell cita il rendimento medio di Siracusa (S. U.), di 0,37; di Lafayette (Ind.), di 0,25; di Newry, da 0,26 a 0,41.

Il Pellissier cita le esperienze molto complete fatte alla stazione centrale della linea di Wyandotte e Detroit River che diedero 0,6424 per rendimento dell'officina e 0,397 per rendimento totale.

La Compagnia Nazionale di St-Louis (M.o) dà per rendimento medio 0,50.

A Milano si è trovato circa 0,50 come rapporto tra la potenza *elettrica* dell'officina e quella meccanica del motore della carrozza.

## 35. Motrici.

Le motrici devono essere capaci di far fronte agli improvvisi sbalzi nella richiesta di lavoro, senza che la loro velocità ne risenta; l'ammissione del vapore deve quindi variare entro grandi limiti, durante il minor tempo possibile.

In un rapporto presentato sopra questo tema all'American Railway Association (ottobre 1883) è ritenuto che la regolazione del 2º/o sia sufficiente: il regolatore deve essere robusto, accessibile, semplice; e l'ammissione deve poter variare da uno a sette decimi della corsa; pesanti volani devono ajutarne il còmpito.

Non si possono dare norme categoriche sul tipo di motrici da usare; quelle monocilindriche a grande velocità, senza condensatore, presentano il vantaggio del minor spazio che occupano, dell'attacco diretto alle dinamo, della semplicità del servizio; convengono specialmente ai piccoli impianti, sino a 10-15 carrozze, dove il rapporto tra il carico massimo ed il medio si avvicina alla cifra 3, ed in questo caso, anche economicamente sono preferibili alle motrici lente, costrette a lavorare per un certo tempo in condizioni sfavorevoli; le motrici a doppia espansione coi condensatori convengono specialmente agli impianti di media potenza (20-50 carrozze); e quelle a triplice espansione, di potenza superiore ai 400 cavalli, nei grandi impianti, dove è poco sentita la variazione del carico.

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 107.

Rapporto fra il numero di carrozze installate e la forza motrice disponibile.																		
		(	CARROZZE		massima per metro)		TIPO	C	ALDAJ	E		MOTRI	ioi	1	DINAM	0	asses ad c	gnata
LINEA	SISTEMA	Numero	Numero ordinariam. in attività	Peso (chilogr.)	Pendenza (millimetri	Tunghezza linea (obilometri)  dell'armamento		Installate	Accese nor- malmente	Superficie	Installate	In funzione nor- malmente	Potenza cavalli	Installate	In funzione nor- malmente	Potenza in chilowatt	Cavalli delle motrici	Chilowatt delle dinamo
Firenze-Fiesole (1890)	Edison Sprague	12	6	4 900	80	7, 3	-	3	1	82	3	1	100	3	1	55	20(4)	11
Marsiglia (1893)	Oerlikon	_	15	6 800	60	6,0	Humbert-Vignole	-	2	90	-	2	100-120	2	2	80	15(2)	9,5
Milano (1893)		_	12	5 500	15	3	Phoenix	_	1	105	-	1	150-200	-	1	100	13-17	8
Bruxelles (1894)		18	_	_	62	9,8	Vignole	3	-	117	3	-	150	-	3	100	_	-
Erfurt (1894)	Thomson, Houston C.º	29	_	_	50	10,5	Phoenix	3	-	121	3	-	150	-	3	100	-	
Lione (1894)	Houston o.	10(5)	_	8 500	65	5,9	Marsillon	2	-	140	2	-	150	-	2	100	-	-
Belgrado (1894)	ALEREA.	7(5)	_	5 550	100	10	Phoenix	3	-	131	2	-	200	-	2	100	-	-
Halle (1891)		36(5)	28	146	50	12,3	Haarmann-Phoenix	3	2	126	2	1	175	4	2	60	6	4, 3
Kiew (1893)	4.0	32	-		105	10	_	3	2	151	3	1	200	6	2	60	-	-
Breslau (1893)	Allgemeine Elektricitäts	40(5)	33	95	25	13,6	Phoenix-Hoerde	4	3	106	3	2	200	6	4	60	12(4)	7
Chemnitz (1893)	Gesellschaft	28(5)	22	4	33	14, 4	Phoenix	3	2	156	2	2	175	4	4	60	16	11
Cristiania (1894)		11(5)	_	344	66	6,5	Phoenix	2	-	90	2	_	100	2	-	60	-	-
Bucarest (1893)		5	5	5 100	25	5, 4	Phoenix	2	1	100	2	1	75	2	1	55	15	11
Budapest (1894)		_	15	16 000	18	3,8	Haarmann	4	3	212	2	1	600	2	1	480	40	32
Bockum-Herne (1894)	Siemens e Halske	5(5)	5	5 000	18,5	6,8	Vignole-Phoenix	2	1	72	2	1	80	2	1	77	18	15
Lemberg (1894)		16	16	5 800	15	9,6	Phoenix	2	1	185	2	1	250	2	1	165	16	10
Lichterfelde (1894)		7 (5)	6	5 500	43	9,6	Hoerde	2	2	75	1	1	100	1	1	75	16	14
Liverpool (1893)	Elwel Parker	-	-	20 000	25	9,5	Vignole e altri	6	-	-	4(3)	-	400	4	-	240		-

<sup>(1)</sup> Consumo carbone Ch. 5 per carrozza-chilometro in media.

<sup>(4)</sup> Consumo carbone Ch. 1, 2 per carrozza-chilometro.

<sup>(5)</sup> Ogni carrozza motrice in servizio normale ne rimorchia un'altra.

## Ricorrendo agli esempi, troviamo:

IMPIANTO	POTENZA di ogni motrice	TIPO DELLE MOTRICI	GIRI al minuto
Licterfelde (1881).  Budapest (1888)  Hannover (1892)  Genova (1892)  Bordeaux (1893)  Milano (1893)  Lione (1894).  Roubaix (1894).  Licterfelde (1894)  Le Havre (1894)  Belgrado (1894)  Budapest (1894)  Milano-Musocco (1895).  Liverpool (1893)	200 200 150-200 150-200 150-200 150 150 75-100 250 200 600 150	Locomobile  Compound orizzontale con condensatore	120 240 135 135 260 235 250 110 160 135 60 60 128 90

#### 36. Dinamo.

Anche queste si trovano nelle condizioni di funzionamento irregolare delle motrici; l'indotto deve quindi poter sopportare, senza soffrire, dei forti eccessi di corrente; e siccome in generale la tensione è elevata, le dinamo devono poter ricevere un avvolgimento lungo e ben isolato ed essere nello stesso tempo di una solida costruzione meccanica.

La forma moltipolare è la preferita, perchè realizza bene tali condizioni; e la troviamo infatti adottata da quasi tutti i costruttori, come Westinghouse, General Electric C°, Siemens e Halske, Allgemeine Electrititäts G. ft, Schuckert, Oerlikon, ecc.

In quanto al tipo di eccitazione, le dinamo usate per la trazione sono generalmente compound per mantenere costante la tensione, comunque vari l'intensità; da parecchi costruttori: Sautter Harlé, Thomson Houston (fig. 40), Westinghouse, ecc., si è pure ricorso ad un avvolgimento compound speciale (dinamo ipercompound o sopracompound) nel quale ad una maggiore produzione di corrente corrisponde un potenziale maggiore, ottenuto con un eccesso di spire in serie, sopra quelle che si avrebbero in una solita dinamo compound. Così, per es., le dinamo della G. E. C° danno 500 volt senza carica e 550 a carica completa.

Il quadro di distribuzione, che riunisce gli apparecchi di misura e quelli necessari all'accoppiamento delle dinamo, è di solito assai semplice. Negli accoppiamenti delle dinamo si seguono i soliti sistemi usati nelle stazioni di luce; non è però da dimenticare che trattandosi di dinamo compound, occorre avere il filo d'equilibrio, che riunisca le spazzole (ordinariamente positive) d'onde si dipartono i due avvolgimenti (serie e derivazione); e ciò per eguagliare i campi magnetici delle dinamo che si vogliono accoppiare, allo scopo di evitare un possibile invertimento di polarità della dinamo da accoppiare.

Accessorio importante dell'impianto sono pure i parafulmini da disporre accuratamente, coi sistemi usati per le condotture elettriche.

## 37. Accumulatori.

Sono ancora poche le officine munite di accumulatori che lavorino parallelamente alle dinamo per la trazione elettrica, benchè siano numerosi gli argomenti che militano in favore di questo sistema. Il Mailloux consiglia vivamente di esperimentarlo sopra vasta scala e lo crede utile negli impianti di una certa importanza quando il costo del carbone supera le 10 lire la tonnel-

lata, cosa che avviene sempre in Italia e quasi sempre in Europa. Troviamo accumulatori negli impianti di Germantawn, di Zurigo-Hirslander dove il consumo di carbone per cavallo effettivo e per ora sarebbe di chilogr. 1,2; a Douglas-Laxey sono installati degli accumulatori del Chlorijde Electrical Syndicate, di Londra.

La piccola officina di Merill (Viscosin, S. U.) che fornisce l'energia elettrica per l'illuminazione e la trazione utilizza una batteria di 240 elementi al cloruro di piombo, di 500 amperora di capacità.

L'officina di Porta Pia a Roma si serve di tre trasformatori rotativi Ganz da 80 chilowatt per utilizzare per la trazione la corrente alternata dell'impianto di Tivoli trasformandola in corrente continua. L'impianto è completato da una batteria di 300 accumulatori Tudor da 1200 amperora di capacità, munita di intercalatori automatici del sistema Trumpy. La batteria si carica nei momenti di minore richiesta di energia e contribuisce coi trasformatori ad alimentare la rete di trazione quando lo richiede il servizio. Sembra che questo impianto dia risultati soddisfacenti.

# 38. Stazioni elettriche per trazione e illuminazione.

La fornitura simultanea di energia elettrica per illuminazione e per trazione rappresenta l'odierna tendenza dell'industria: sono evidenti le economie notevoli che da questo sistema provengono all'impianto ed all'esercizio; al primo per le spese di costruzioni, magazzini, ecc., e per le riserve di caldaje e macchine che possono essere comuni ai due impianti; al secondo per la diminuzione delle spese generali e di personale, per la migliore e più continuata utilizzazione del materiale di officina, per l'unità di concetto e direzione che presiede ai due esercizi. Il costo dell'energia elettrica può quindi notevolmente ridursi, permettendo di venderla a prezzi che, pur essendo rimuneratori, rendano facile la concorrenza agli altri sistemi di illuminazione e di trazione.

La città di Zwikau (Sassonia) ha un impianto di questo genere, dovuto alla Casa Schuckert e C°. La distribuzione è a tre fili per l'illuminazione; a due fili per la trazione. Le dinamo, il cui voltaggio può variare da 220 a 300 volt sono accoppiate in parallelo nel primo caso, in serie nel secondo; una batteria di accumulatori di 2 × 68 elementi del tipo 118 Tudor completa l'impianto, la batteria venendo caricata ai suoi estremi dalle dinamo a 220 volt e distribuendo la corrente a tre fili (a 110 volt fra due fili) alla rete di illuminazione.

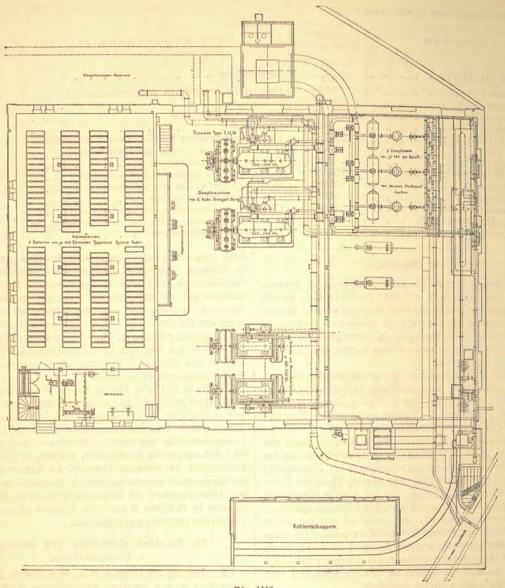
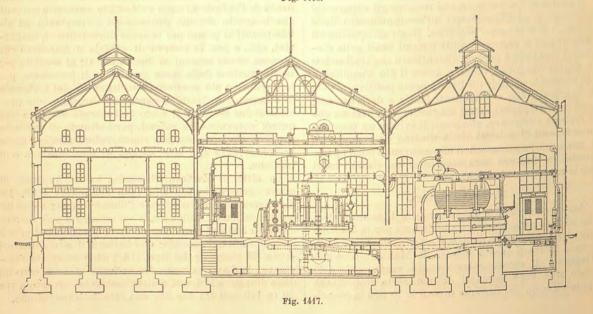


Fig. 1416.



È installato inoltre un trasformatore rotativo a corrente continua che, secondo il caso, innalza la tensione della corrente disponibile per l'impianto per l'illuminazione affinchè possa servire alla trazione; oppure abbassa la tensione della corrente non utilizzata per la trazione, affinchè serva per l'illuminazione.

Nell'officina di Aquisgrana, della quale le fig. 1416 e 1417 riproducono la pianta e la sezione, pure della Ditta Schuckert, che fornisce l'energia pei due scopi, la riserva comune è costituita da un trasformatore rotativo composto da due dinamo calettate sul medesimo albero, una avvolta per la tensione di 220 volt, che è quella della rete di illuminazione e l'altra per quella di 550 volt che è quella della rete di trazione. Secondo il caso ognuna di queste dinamo può servire da elettromotore e azionare l'altra come generatrice; in modo, che attingendo corrente dalla rete di illuminazione si può concorrere ad alimentare quella di trazione e viceversa.

La centrale di Amburgo, installata dalla Ditta Schuckert e C°, offre, per la sua importanza, un esempio notevole della convenienza di questi impianti cumulativi, potendo vendere l'energia per la trazione al prezzo bas-

sissimo di 10 pfennig per chilowattora.

La carrozza-chilometro è ottenuta in Amburgo con un consumo di energia variabile da 435 a 477 wattora (nel 1895) ed il chilowattora si ottiene in officina con un consumo di carbone (buon carbone inglese) variabile da chg. 1,26 a chg. 1,47.

L'energia prodotta si ottenne nel 1895 con un prezzo variabile tra 5,9 ed 8,38 pfennig al chilowattora, corrispondente in media a centesimi 9 circa per chilowattora. Volendo tradurre il chilowatt in lavoro, si avrebbe il prezzo di 10 centesimi a cavallo effettivo; e volendo paragonare il suo rendimento in luce ad incandescenza (3 watt per candela) con quello di buon gas del titolo di 100 litri a Carcel (10 candele circa) il metro cubo di gas dovrebbe costare 9 centesimi circa.

V. - CENNO SULLE SPESE DI IMPIANTO E DI ESERCIZIO.

39. Spese d'impianto.

Le spese d'impianto comprendono:

1º La linea aerea o sotterranea; l'armamento;

2º La stazione generatrice;

3º Il materiale mobile.

Il Field (*Electrical Railroad Costruction*, 1895) dà i seguenti costi per la linea aerea:

Impianto di una linea aerea completa, pali

di sostegno e filo unico, non compreso l'armamento della via, per chilom. L. 6 000- 7 500 Idem, con pali squadrati e dipinti . . » 7 500- 9 000 Idem, con pali in ferro, sospensioni e fili

per doppia via . . . . . » 19 500-22 500 Idem, con pali tra le due vie . . . » 13 500-16 500

L'ing. Marchena stima nel modo seguente:

Impianto della linea aerea completa, con

pali in legno per linea semplice . L. 10 000-12 000 Idem, con pali metallici . . . » 16 000-20 000 Per linea doppia si aggiungano . . » 3 000- 4 000

In queste analisi non sono compresi i feeders da collocarsi, secondo il caso, aerei o sotterranei.

Il Marchena fa ascendere il costo complessivo di installazione per linea aerea da 20 000 a 30 000 lire per chilometro.

Da queste cifre è escluso il costo dell'armamento della linea, che è circa quello che si ha per le moderne tramvie a cavalli. Il Crosby riassume così le sue analisi di costo per miglio:

 Costruzione stradale
 L. 50 000

 Circuito aereo
 3 000

 Pali di legno
 3 000

 Filo di distribuzione, ecc.
 3 500

 Fili d'alimentazione
 5 000

 Totale L. 64 500

che corrisponde a L. 40 000 per chilometro.

Se la linea fosse sotterranea, costerebbe molto di più. L'armamento a condottura sotterranea di Budapest sarebbe costato L. 84 000 al chilometro; nel sistema Lineff costerebbe 60 000 lire al chilometro; e lo stesso costo è preventivato dal Cattori pel suo sistema. L'ingegnere Diatto asserisce che il costo chilometrico per un impianto secondo il suo sistema varia da 17 000 a 20 000 lire, per quanto concerne gli apparecchi, la conduttura sotterranea ed il filo di ritorno. Il costo totale dell'impianto dipende naturalmente molto dall'armamento e dalle opere stradali che si incontrano.

La Società proprietaria del sistema Hoerde, in un opuscolo che lo descrive, precisa i prezzi seguenti per via completa, con fili, accessori, opere stradali, ecc.,

al metro corrente:

1° Sistema ordinario trolet . marchi 40-45
2° Sistema sotterraneo del tipo di quello di Budapest . . . . . . » 80-85
3° Sistema Hoerde con canalizzazione disposta in mezzo alla via . . » 60-65
4° Sistema sotterraneo Hoerde con canale sopra un lato della via . . » 45-50.

Naturalmente sono cifre assai variabili, che diamo

solo in linea di larga approssimazione.

Relativamente alle stazioni generatrici il Marchena stabilisce, adottando per unità di confronto la carrozza, le seguenti spese, riferibili a stazioni di media potenza (da 8 a 20 carrozze):

Cifre che vanno aumentate circa del 30 % per tener conto delle macchine di riserva, in modo che le spese oscillano intorno alle 20 000 lire per carrozza.

Il Crosby invece da medie di alcuni impianti americani ricava il costo di L. 6700 per carrozza (assegnando in officina 15 cavalli per carrozza) per impianti da circa 35 carrozze; ed aumenta del 20% questa cifra per impianti minori.

Il costo del materiale mobile si può stimare secondo il Castagneris, nel modo seguente:

Trasformazione di una vettura ordinaria da ferrovia a piccola velocità in automobile ad un motore L. 6900; a due motori L. 9700; idem, per vettura da tramvia, L. 5300 e L. 7300.

Il Marchena dà il prezzo di L. 15 000 a 18 000 per carrozza di cui L. 11 000 a 12 000 per la parte elettrica per le automobili da 28 a 32 posti; L. 20 000 a 25 000 per carrozze a due assi e a due motori a semplice riduzione di velocità, da 50 posti.

Crosby e Bell considerando l'impianto fatto in base ad una carrozza, per miglio (1600 metri) di strada, ciò che è poco sulle linee attive, ma sufficiente in molti casi, e a tre carrozze per miglio, registrano le seguenti spese totali di impianto per carrozza da 16 piedi (m. 4,87):

	Carrozze I	er miglio
	1	8
	Lire	Lire
Armamento del binario e co- struzione della linea	65 000	25 000
Carrozza completa	17 500	17 500
Impianto della stazione	6 750	6 750
Fabbricati	3 500	3 500
Totale per carrozza	92 750	52 750

Il Martinez con calcolo analogo, in base rispettivamente ad una ed a tre carrozze per chilometro ottiene:

	Carrozze per	er chilometr		
	1	3		
	Lire	Lire		
Armamento del binario e co- struzione della linea	42 000	14 000		
Carrozza completa	16 000	16 000		
Impianto della stazione	6 700	6700		
Fabbricati	3 500	3 500		
Totale per carrozza	68 200	40 200		

Il Griffin per una tramvia a doppio binario, completamente installata, con pali in ferro, ruotaje da 28 ch. al m., una carrozza automatica aperta da 5 m. ed una rimorchiata aperta per miglio, stima:

L'impianto di Marsiglia (6120 m.) ha importato le

seguenti spese.		
Armamento	Li.	360 000
Linea e spese occasionate dal telefono .	>>	250 000
Fabbricati di officina	>>	35 000
Materiale meccanico ed elettrico		195 000
Carrozze (18) complete		364 000
Rimesse e binari di servizio		46 000
Fabbricati per l'amministrazione e divers	si »	145 000
Totale	L.	1 445 000

in ragione di L. 235 000 per chilometro e di L. 80 000 per carrozza automotrice.

Le spese dell'impianto di Bruxelles (9900 m. di cui 2200 a doppio binario) si riassumono così:

Acquisto di 12 carrozze automobili . . . L. 264 000 Installazioni elettriche fisse per la trazione » 424 000

Totale . . . L. 688 000

in ragione di L. 70000 per chilometro e di L. 68800 per carrozza in servizio (contando due carrozze in riserva).

Il Wilkson, in un recente studic sopra le tramvie americane, dà le seguenti cifre, relative a tramvie a due binari, filo aereo, ritorno colle rotaje:

Al signor A. Paupier, che ha studiato le ferrovie elettriche ungheresi, risulta una spesa media di trasformazione di ferrovie preesistenti di 95 000 fiorini al chm. se la condottura è sotterranea; di 55 000 se è aerea.

La seguente stima del Field si riferisce ad una tramvia di 32 500 metri di doppio binario progettata per servire con 65 carrozze una popolazione relativamente sparpagliata, di 100 mila abitanti; le cifre riportate non hanno niente di assoluto, ma sono interessanti, perchè dovute ad un ingegnere, che ha eseguito in America molti lavori di trazione elettrica:

		111
	Cos	sto
	Parziale	Totale
Impianto meccanico.	Lire	Lire
5 motrici a vapore da 250 cav. a cilindri da 400 e 800 mm. per 1000 di corsa; volanti da		
15 tonnellate	162 500	
8 caldaje tubol. da m. 1,80 $\times$ 5,00	48 000	
Condensatori ad iniezione	15 000	
2 pompe di alimentazione	4 500	
Tubazione di vapore	60 000	363 000
Fondazioni delle macchine	17 500	303 000
» delle caldaje	16 000	1/10
5 cinghie da 750 mm	10 000	
Montatura e messa in funzione	17 500	
Trasporti ed imprevisti	12 500	r I
Impianto elettrico.		
5 dinamo da 200 chilowatt	187 500	
Quadro di distribuzione, mon- tatura, fondazioni	20 000	207 500
Fabbricati.		
Rimessa delle vetture, officina di riparaz., attrezzeria, ecc.	75 000	
Officina di produzione, depo- siti, camino, gru a ponte.	125 000	200 000
Armamento.	*	
65 chilometri di rotaje a 37 ch. per metro	1 224 400	
Opere stradali	633 000	
Messa in opera	120 000	2 290 000
Traverse, di cui 10%, pei giunti 130000 a L. 2, 15000 a L. 3,50	312 500	
Linea elettrica.		
16,3 chilom. con pali di ferro	375 000	575 000
16,3 » » di legno	200 000	
Materiale mobile.		
65 carrozze:		N I
Materiale elettrico	650 000	
Telai e casse da m. 5,50 .	325 000	1 056 250
Truck	81 250	)
Maria Control of the Control		4 000 750
Total	e	4 692 750

76 000

32 000

45 000

Il Field aggiunge inoltre le seguenti spese di carattere troppo locale per poter servire di esempio:

Studi e progetti . . . . . . . . L. 250 000 Espropriazioni, concessioni, ecc. . . . » 2500 000 Totale . . . L. 3000000

La casa Schuckert ha trasformata in elettrica la trazione a cavalli, prima installata, nella città di Aquisgrana. I binari, dello sviluppo di 26 chilometri, di cui 2 a doppio binario, vennero rifatti collo scartamento di 1 metro, e le spese furono:

Per le estensioni . . . . marchi 300 000 Costruzioni per la stazione produttrice » 35 000 34 carrozze automotrici . . . . » 365 000 Canalizzazione aerea. . . . . » 200 000

L'economia di questo impianto si deve all'aver utilizzata la stazione centrale di illuminazione; per la costruzione di una nuova officina, compreso il terreno, si era calcolata la spesa di 430 000 marchi.

Riuscirà interessante la seguente distinta di spese riferentesi all'impianto di una linea a trazione elettrica in una città d'Italia; la forza motrice è già disponibile in una stazione esistente.

La lunghezza della linea è di circa m. 4450 oltre un tratto di circa 300 m. per raggiungere la rimessa; binario semplice con 5 scambi completi; scartamento ad 1 m. Pendenza massima 52 %; curva più sentita di raggio

La strada è in parte lastricata (m. 1300) e vi si installano delle rotaje Phoenix; in parte a macadan e vi si impiegano rotaje del tipo Vignole.

A. Stabilimento. - Rimessa completa, per 15 carrozze, occupante un'area di circa 500 metri

quadrati, circa . . . . . . . . . L. B. Parte motrice. — Adattamento della trasmissione generale al nuovo impianto, puleggie a frizione, ecc. . . . . . »

6 000 76 000 A riportarsi L.

Totale M. 900 000

Riporto L. C. Parte elettrica. - 2 dinamo da 75 chilowatt ognuna, di cui una di riserva - Quadro di distribuzione: apparecchi di misura e con-D. Conduttura aerea con filo del trolet di bronzo

e silicio di 8,3 mm. di diametro (5000 m.) -Giunti elettrici per le rotaje - fili di sostegno in acciajo galvanizzato - 140 pali di legno -80 mensole per pali - 20 pali di ferro ornati - 5 pali di ferro ornati con mensole - isolatori, rosette, 12 scambi aerei completi, interruttori di sezione, rete di protezione, ecc.»

E. Armamento stradale. - Circa 3400 m. di binario a rotaje Vignole con 13 aghi - circa 1300 m. di binario a rotaje Phoenix con 3 aghi - compresa la messa in opera ed i lavori

125 000 toreda 20 cavalli ed 1 carrello di montaggio» 120 000 2000

> Totale L. 400 000 Totale per chilometro » 90,000 per carrozza

Il sig. G. Pellissier in uno studio sulla trazione meccanica delle tramvie (Eclairage électrique, t. 5) riporta le cifre seguenti:

La linea di trasmissione per trolet costa da 20 000 a 30 000 franchi per chilometro di rete a semplice binario, così divisi:

Fili del trolet, pali di legno e messa in

· · · · . . . . Fr. 10 000 a 12 000 Giunti elettrici delle rotaje . . . » 2000 a 3000 Alimentatori sotterranei . . . . » 12 000 a 16 000

Totale Fr. 24 000 a 31 000

Con pali in ferro l'ammontare raggiungerebbe da 30 000 a 40 000 franchi; e per una linea doppia i prezzi aumenterebbero da 3000 a 4000 franchi. Riferendosi a carrozze da 50 posti con due motori da 25 cavalli, le spese d'impianto dell'officina, sarebbero:

	POT	POTENZA TOTALE DISPONIBILE IN CAVALLI INDICATI											
	400	600	900	1500	2000	3000	6000	12000					
Motori, caldaje e accessori (300 fr. per cavallo)	120 000	180 000	270 000	450 000	600 000	900 000	1 800 000	3 600 000					
Dinamo ed apparecchi elettrici (250 fr. per cavallo)	100 000	150 000	225 000	375 000	500 000	750 000	1 500 000	3 000 000					
Costruzioni (circa 250 fr. per cavallo)	100 000	150 000	225 000	375 000	500 000	750 000	1 500 000	3 000 000					
Totale, riserve comprese	320 000	480 000	720 000	1 200 000	1 600 000	2 400 000	4 800 000	9 600 000					
Numero di carrozze in servizio	7	16	40	66	100	133	333	670					
Spese di impianto per carrozza	45 700	30 000	18 000	18 000	16 000	18 000	14 400	14 300					

70 000

Spese per l'acquisto delle carrozze, ammettendo una riserva di circa un quarto, da 18 000 a 20 000 fr. per carrozza in servizio.

Con carrozze da 2 motori da 15 a 20 cavalli le spese,

5 carrozze circa 22 000 franchi a carrozza; per 25 carsupposta una riserva di circa un terzo, sarebbero: per | rozze 16 000 fr.; per numero maggiore circa 13 000 fr. Le spese totali di impianto di linee a trolet, per chilometro e per carrozza risultano dal seguente prospetto dove è escluso l'armamento stradale:

	in the same	(MI)	NUM	ERO D	I CAR	ROZZE	IN S	ERVIZ	O PE	R CH	LOME	TRO	
				Binario	doppio			10	Binario	semplice			
			To the sale					2			1	0,	5
		12	10	8	6	5	3	motori d 25	a cavalli 15	motore a	la cavalli 15	motore d	a cavalli
	Linea	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	35 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
1	Officina	216 000	180 000	144 000	108 000	90 000	54 000	60 000	26 000	45 000	16 000	22 500	11 000
	Materiale rotab.								CONTRACTOR OF THE PARTY OF THE	150 50 100 500	The state of the s	10 000	9 000
	Totale per chil.	497 000	415 000	339 000	263 000				17777			62 500	00 000
	Id. per carrozza	41 000	41 500	42 400	44 000	45 000	50 000	65 000	46 000	95 000	64 000	125 000	100 000

Le spese totali di impianto di linee a conduttore sotterraneo sarebbero:

	NUMERO DI CARROZZE IN SERVIZIO PER CHILOMETRO											
0-10-10	12	10	8	6	5	3	2	1	0,5			
Materiale fisso e rotabile	456 000	380 000	304 000	228 000	190 000	114 000	90 000	65 000	32 50			
Linea sotterranea	110 000	110 000	110 000	110 000	110 000	110 000	110 000	110 000	110 000			
Totale per chilometro	566 000	490 000	414 000	338 000	300 000	224 000	200 000	175 000	142 500			
» per carrozza	47 000	49 000	52 000	56 000	60 000	75 000	100 000	175 000	383 00			

## 40. Spese di esercizio e di manutenzione.

Riducendo le spese in centesimi per carrozza-chilometro, riassumiamo nel seguente prospetto varie cifre, citando le fonti da cui vennero attinte:

	X E BELL	(Memoria p del 1891 Associati	S. BADGE presentata al della Stree on di Pittsl vato da 20 li rolley	lariunione et Kaylway ourg) risul-	all'Insti	A. RECK nicazione fa tution of E	tta il 22 ma		KAPP (Preventivo riferentesi a linea sistema Lineff)
	OROSBY (op.	Massimo	Minimo	Medie	Tramvia Francoforte- Offemback 1890	Halle 2° semestre 1891	Blackpool 1891	Firenze- Fiesolo 1891	Freventi a linea si
Esercizio.									
Forza motrice	3,00	15.0	1.50	0.00	3, 13	3,54	6, 12	9,90	5,50
Personale di officina		15, 0	1,50	6,00	6, 27	9,40	21, 30	2,52	10,00
» viaggiante	14,00	28,5	8,20	15,00	5,64	0,10		5,87	
Spese varie (altro personale)	1,75				3, 38	-	5, 70	10, 69 6, 85	4,80
» generali	6,00	9,0	2,4	3, 75	0,38	2,56	9,61	-	-
Manutenzione	0,00		_			0, 14	- 1,20	_	_
Stazione generatrice	1,50	2,6	0, 15	1,05	3,76	0, 10	3,00	4	0,75
Armamento	2,50	5,7	0,3	1,65	1,88		2,95	10	3,75
Conduttori	1,00	2,9	0,03	0, 35	-	0, 30	2,25	13,60	A STATE OF
Carrozze	2,20	15,7	1,80	5, 80	Tomate and	0,97	ME V		4, 90 1, 30
Motori e accessori	3, 50	10,	1,00	-, 00	-	-	- 0	. = 0	1,50
Edifizi diversi	0,20	-	_	-	_	0,09	-		
Totali	36, 75	69, 0	23, 4	33, 60	26, 44	17, 10	50,94	49, 43	31,00

Abbiamo escluso di notare le spese di terreno e quelle di ammortamento. I totali non sono paragonabili tra loro, perchè non tutte le cifre parziali sono riportate in ogni impianto. Ma ciò non di meno la tabella precedente dà un'idea sufficiente delle spese di esercizio e di manutenzione inerenti alla trazione elettrica.

La seguente tabella si riferisce alle ferrovie esercitate dalla South Staffordshire C° la quale possiede 37 chilometri di piccole ferrovie esercitate a vapore, con locomotive da 13 tonnellate: dal 1893 in una linea di 17 chilometri ha adottata la trazione elettrica; le cifre, tolte da uno studio di A. Dickinson (Minutes of proceeding, Inst. of Civil Engineers, di Londra) rappresentano un interessante paragone dei diversi sistemi; la linea elettrica ha varie curve (di cui 4 di 12 m. di raggio) e notevoli pendenze (sino al 62 %/00). La condottura è aerea, alimentata da 13 feeders; le carrozze sono 16, con 2 motori da 20 cavalli. La linea venne aperta all'esercizio il 1° gennajo 1893; le cifre sono esposte in centesimi per carrozza-chilometro e si riferiscono all'esercizio 1893.

Distriction of the contract of	TRAMVIA Dudley e Stonebridge	TRAMVIA Birmingham e Midland	TRAMY	71A DI BIRMIN	TRAMVIA South-Staffordshire		
SPESE	Locomotiva Kitson	Locomotiva Kitson	Locomotive Kitson, Falcon, Beyer, Peacock	Esercizio con accumulatori	Trazione funicolare	Locomotiva Wilkinson	Trazione elettrica a trolley
Esercizio.	The very	- 0				le of allogical	
Salari	13, 63	18,63	20,00	31,62	14, 45	18, 41	18,09
Combustibili	18, 12	16, 90	18,00	16,50	5, 63	21,25	4,50
Materiali diversi	min <u>al</u> my	2,81	2,53	6, 38	1,77	3,08	4,02
Acqua e gas	3, 28	1,02	1,68	1, 12	0,27	2,63	0, 75
Diversi	1100-11		0,83	1,69	0, 48	- "	0,56
Manutenzione.							
Materiali diversi e salari	45, 37	33, 76	20,51	52, 25	16, 96	21, 19	10, 12
Costo totale	80, 40	73, 11	63, 55	109, 56	39, 56	66, 56	38, 04
Carrozze-chilometro	180 000	410 000	1 960 000	225 000	1 021 000	540 000	420 000

Nell'esercizio 1892-93 le spese della tramvia elettrica di Halle (Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn Verwaltung, 1894, 17) furono per carrozza-chilometro:

Spese di movimento, incluso riparazione e manutenzione carrozze	 		cmi.	8,02
Servizio della stazione	 		. »	5,16
Manutenzione e sorveglianza della linea	 		. »	1,27
Spese generali, tasse, canoni, assicurazioni, ecc	 		. »	3,73
		Totale	cmi.	18,18

Aggiungendo gli ammortamenti e le riparazioni questa cifra sale a cmi. 23,06.

Le seguenti cifre si riferiscono ad alcune tramvie elettriche svizzere (Prof. A. Palaz).

		LARRIE ST.		
of the dispose of the control of the	Montreux	Berna	Ginevra	Zurigo
Manual 21: Lean gogs founds to plong pay of	The new party	D THE		
Lunghezza della linea (Chm.)	10,50	2,90	14, 20	8,60
Numero di abitanti	20 000	50 000	75 000	100 000
» delle carrozze-chilometro annue	545 406	177 101	867 598	978 798
» di carrozze-chilometro per chilometro di linea e per abitante	2,58	1,22	0,81	1,14
» di viaggiatori	1 309 240	1 242 828	3 981 160	3 958 944
» di viaggiatori per chilometro di linea e per abitante	6,20	8,50	3,70	4,60
Introiti totali annui	227 662	126 189	624 437	525 229
» per abitante	11,38	2,52	8, 32	5, 25
» per chilometro-carrozza	42	71	72	54
» per viaggiatore	17, 40	10, 10	15,70	13, 30
Spese totali	183 962	101 132	425 245	391 717
Spesa per chilometro-carrozza	33	57	48	40

ARTI E INDUSTRIE - Vol. VI - Parte III - 108.

Il sig. Douglass pubblica nello Street Railway Journal (1895) le cifre seguenti relative all'officina di trazione elettrica di Siracusa (U. S.):

Carbone bruciato per cavallo elettrico e per ora	1,270
Prezzo corrispondente (L. 14,60 per ton- nellata)	0,01854
Acqua evaporata per cavallo elettrico- ora	13, 165
Costo dell'acqua per giornata di 24 ore L.	1,50
Acqua evaporata per Ch. di carbone Ch.	8,360
Costo della lubrificazione, stracci, ecc. per cavallo elettrico ora L.	0,00155
Personale per cavallo elora »	0,0245
Costo totale della forza motrice per cav. elora	0, 055
Costo totale della forza motrice per car rozza-chilometro »	0,080

È da notare che la linea è sporca e con pendenze e che le cifre esposte comprendono anche la produzione di corrente impiegata al riscaldamento delle vetture, che si stima in 40 ampère-giorno, ogni tre giorni. Il sig. Ph. Dawson (*Engineering*, 1895) pubblica le seguenti cifre relative all'esercizio 1894 della « Pittsburg Citizen's Traction C.º »:

Space di agameiria (acat	Trazione funicolare	Trazione elettrica
Spese di esercizio (cent. per carrozza-chilometro)	18, 52	15,02
Forza motrice	3, 17	4, 34
Manutenzione stradale	4,08	3, 24
» materialerotab.	12, 24	4,72
Spese generali	6,80	8,22
Totale per carrozza-chilometro	44,81	35,54
Lunghezza della linea in chilom.	19, 3	19,3
Numero delle carrozze	68	20
Carrozze-chilometro totali nel-	2 958 815	942 217
Viaggiatori trasportati	11 539 649	2 365 96

Il prospetto seguente si riferisce ad alcuni esercizi di trazione elettrica tedeschi: anche in questo caso, come negli altri analoghi, le cifre non sono paragonabili direttamente fra loro, pel diverso concetto amministrativo che presiede alla loro redazione; ma riusciranno interessanti, specialmente a chi ha pratica di questi servizi.

	versato	delle linee netri)	ro e chilom.	iti r-chilom.	Spese carrozza-chilcm.	ese za-chilom. compreso	ortamento capitale er cento	per cento	persone mente rrtate	Spese in °/, degli introiti, ammortamento	
1 -	Capitale	Lunghezza delle (chilometri	Numero delle carrozze annue	Introiti per carrozza-ch	Spese per carrozza-	Spese per carrozza-chilom, ammort. compreso	Ammortamento del capitale in per cento	Dividendi p	Numero person annualmente trasportate	Escluso	Compreso
	franchi			cent.	cent		11			1	
Remscheid	1 062 500	8, 46	357 354	50,60	37,6125	50, 60	4,4	-	1 234 373	74, 2	100
Francoforte	750 000	6,6	517 170	31,90	23, 225	28, 137	4,07	1,75	1 034 592	72,8	88, 21
Breslavia	2 937 500	13,652	2216561	41, 375	18,8125	27, 25	4,78	8	7 337 650	44,3	60,9
Brema	marchi 1 200 000	11,7	677 146	pfng 35, 2	30, 2	-	4, 52	4,5	1 848 535	_	-
Gera	1 800 000	14,2	610972	19, 43	14,58	-	-	2, 13	1 293 800	-	-

L'ing. Marechal di Parigi calcola nel seguente modo il costo della carrozza-chilometro da 50 posti a Parigi (Ecl. electr., vol. V. pag. 222):

(*Ecl. electr.*, vol. V, pag. 222):
Trazione a cavalli cmi. 60; ad aria compressa 44; a locomotiva senza focolare 43; con motore Serpollet 38; funicolare 65; ad accumulatori 48; a trolet 30.

Le seguenti cifre, raccolte da rapporti o da pubblicazioni tecniche, si riferiscono alle spese complessive in centesimi per carrozza-chilometro, esclusi gli ammortamenti: Portrush, 18,7; Gera, 19,3; Dresda, 19,5; Marsiglia, 22 a 28; Liverpool, 22; Bessbroock, 24; Halle, 24; Boston, 24,5; Le Hâvre, 24,5; Brighton, 26; Milano, 25,5; Francoforte, 30; Moedlung, 31; Budapest, 35; Cleveland, 38; Guernsey, 38; Rochester, 48.

Il costo di produzione della corrente elettrica è variabile colle condizioni dell'officina, del traffico, ecc. Alcune imprese di tramvie elettriche invece di produrre l'energia occorrente, l'acquistano presso la stazione centrale di illuminazione; i prezzi di acquisto devono essere naturalmente inferiori al costo che avrebbe la produzione fatta esclusivamente per la trazione e superiori al costo che risulta alla stazione produttrice, la quale utilizza nelle migliori condizioni materiali e personale, lavorando continuamente. Possono quindi servire come cifre limite. Citeremo Amburgo, dove la Società dei trams paga l'energia 10 pfennig per chilowattora; Stuttgarda, 12 pfennig; Roma, 17 ½ centesimi.

# VI. - TRAZIONE AD ACCUMULATORI.

## 41. Ragione del sistema.

La completa indipendenza dei veicoli; l'assenza di trasmissione aerea o sotterranea e tutti i vantaggi di economia, sicurezza, estetica, che ne derivano; la possibilità di produrre la corrente in officina in condizioni sempre eguali e col massimo rendimento delle macchine impiegatevi, formerebbero della trazione ad accumulatori il sistema ideale.

Senonchè a questi vantaggi si contrappone sinora la deficienza degli accumulatori, che sono pesanti, epperò di costoso trasporto; incapaci di sopportare la variabilità di lavoro che è necessaria; di limitato rendimento; di caro acquisto e di rapido deterioramento.

Gli impianti principali, che hanno funzionato in Europa come esperimento e che non esistono più, sono quelli di Bradford (3 ch.), Croydon (5 ch.), La Haye (3 ch.), Birmingam (5 ch.), Parigi-Saint Denis, Madeleine, Opera, Neuilly (23 ch.), Hagen-Küchelhausen Markt (3 ch.), Vienna Dusseldorf-Westbakn (6,8 ch.). A Bruxelles, a Londra, a Lione, a Roma, sulla linea Milano-Monza ed altrove, la trazione elettrica ad accumulatori è stata pure tentata con insuccesso.

## 42. Peso degli accumulatori.

Ricordando la formola, che dà in watt la potenza necessaria alla trazione:

$$P = pv(f + i).9.81$$

supponendo f = 0.010 e chiamando x il peso cercato di accumulatori avremo:

$$P = 9.81 (p + x) (f + i) v.$$

Gli ordinari accumulatori di piombo, in condizioni sicure di funzionamento, possono sinora fornire una corrente di potenza utile specifica di 3 watt circa per chilogrammo; d'onde:

$$3x = 9.81(p+x)(f+i)v$$

la quale va risolta rispetto ad x.

Si vede subito come x cresca colla pendenza i in modo da arrivare facilmente a pesi enormi.

Pel caso particolare in cui p = 4000 Ch. i = 0.03 (3%)v = 10 chilometri all'ora, f = 0.012

$$3x = (4000 + x)(0.012 + 0.03) = \frac{10000}{3600}.9.81$$

d'onde x = 2500 chilogrammi circa.

Ammettendo, che con questa sopracarica la carrozzachilometro assorba 700 watt-ora di energia, e che ogni chilogrammo di accumulatore possa fornire 25 watt-ora di energia, la carrozza potrà camminare senza ricaricare

gli accumulatori per 2500 + 25 = 89 chilometri, cifra

inferiore a quella necessaria ordinariamente, che varia dai 100 ai 150 chilometri.

Se si sostituissero, a quelle adottate, le cifre promesse dalle esperienze in corso, i risultati migliorerebbero notevolmente.

Relativamente al rendimento, analogamente a quanto si è detto per la trasmissione diretta, possiamo dare le seguenti cifre estreme:

1º Rendimento della stazione generatrice (superiore a quello della trasmissione

30

diretta) . . . . . . . . . . . . . . . 0,55-0,90 2º Rendimento degli accumulatori . . . 0,50-0,70 0,75-0,85 >> dell'elettromotore . . .

40 0.70-0.90 della trasmiss. al veicolo

Rendimento totale . . . 0, 144-0, 48

cifre inferiori a quelle della trasmissione diretta.

Chiamiamo, col Gerard, coefficiente caratteristico di un sistema il prodotto del rendimento totale per il rapporto del peso utile (cassa e viaggiatori) al peso totale; supponendo una carrozza Thomson-Houston da 44 persone pesante 2600 chg. per le persone; 2000 chg. per la cassa; 1700 chg. per il truck; 1200 chg. pei motori e accessori elettrici, avremo, prendendo il rendimento media:

$$\frac{0,144+0,480}{2} = 0,312, \text{ per coefficiente caratterístico:}$$

$$0,312 \frac{2000+2600}{7500+3000} = 0,137$$
pentre nel sistema diretto, prendendo encora il rendi

mentre nel sistema diretto, prendendo ancora il rendimento medio (0, 385) il coefficiente diviene:

$$0,385 \frac{2000 + 2600}{7500} = 0,236,$$

cifre che mettono in evidenza le migliori condizioni di funzionamento del sistema diretto.

#### 43. Accumulatori per la trazione.

Sortiremmo dai limiti brevissimi di questo articolo se volessimo passare in rassegna i diversi tipi di accumulatori ed intrattenerci sulla loro manutenzione, sui diversi modi di disporli nelle carrozze, sui sistemi adottati per il loro pronto ricambio, ecc. ecc.; però è giusto accennare che sono continui e non infruttuosi affatto gli sforzi, specialmente recenti, diretti ad ottenere accumulatori, adatti alla trazione elettrica. Da qualche anno gli americani Waddel Entz e Phillips avevano proposto degli accumulatori a zincato alcalino (analoghi agli accumulatori Commelin Desmazures e alla pila Lalande e Chaperon) che vennero applicati dalla «Second Avenue Railroad Co » di New-York, a 18 carrozze percorrenti in media ciascuna 130 chm, al giorno, e portanti 144 elementi, del peso complessivo di 1844 chg. Il costo per carrozza-chilometro sarebbe risultato di 30 a 33 centesimi.

La « Accumulatoren Fabrik Actien Gesellschaft » di Hagen, che ha preso per l'Europa il brevetto Waddel-Entz, aveva assunto à forfait, ma non sappiamo a quali condizioni, la fornitura ed il ricambio degli accumulatori alla Hagenerstrassenbahn Gesellschaft, per cinque carrozze, che percorrevano 3115 metri tra Kuckelhausen, Markt e Hagen; le carrozze vennero fornite, due da Siemens Halske, due dalla fabbrica di Oerlikon ed una dalla Ditta Schuckert; contenevano ognuna 28 persone e portavano due batterie da 44 elementi, due motori ad eccitazione separata e gli accessori elettrici. La regolazione della velocità si ottenne variando l'inserzione degli accumulatori nel circuito. La stazione di carica sarebbe stata di 20 cavalli di forza; ma invece la corrente venne attinta dalle dinamo della fabbrica di accumulatori di Hagen. La forza elettromotrice di un elemento era da 0,85 a 0,88 volt; la capacità massima di 300 amperora; il peso dell'elemento vuoto di 7 e pieno di 14 chg. Il peso delle batterie di una carrozza era di 1400 chg.; il peso totale della carrozza di 7000 chg.; la capacità delle batterie di 33 carrozze-chilometro.

Il peso di questi accumulatori sta a quello dei soliti accumulatori a piombo come 0,55 sta ad 1; e, secondo i costruttori, il grado della scarica non aveva influenza sulla durata della piastra.

L'esperimento, benchè tentato su vasta scala, non diede risultati abbastanza soddisfacenti, tanto che venne interrotto sia ad Hagen, come a Vienna, nel marzo 1895.

La stessa Accumulatoren Fabrik di Hagen ha fabbricato recentemente degli accumulatori a piombo, che rappresenterebbero un notevole progresso. Essi hanno lastre, che a parità di dimensioni di quelle usitate per gli accumulatori stazionari, presentano superficie utile sviluppata in modo da essere raddoppiata. Si ottengono quindi accumulatori, che col medesimo peso degli

ordinari possono ricevere doppia corrente di carica e fornire doppia corrente di scarica; tale tipo, come quello ordinario, è atto a fornire momentaneamente delle correnti tre volte più intense di quelle normali, quali occorrono in ispeciali momenti della trazione. Inoltre, le batterie sono costrutte per una piccola capacità, che loro permette di fare percorrere alle vetture soltanto 15 a 25 chilometri di strada, ma possono però ricaricarsi in 10 o 15 minuti.

La deputazione incaricata dello studio della trazione urbana di Berlino (dicembre 1895) sembra abbia preso in considerazione questo nuovo sistema, concludendo per la sua importanza, dopo aver studiati i tram ad accumulatori di Annover. Le carrozze elettriche di questa città sono da 32 a 36 persone e pesano chg. 5000 circa vuote, 7000 circa cariche di persone e 9000 chg. circa compresi gli accumulatori, che consistono in 196 elementi da soli 25 amperore di capacità garantita.

Essi funzionano quindi alla tensione di 360 volt circa, e possono tollerare senza inconvenienti delle correnti

di carica o di scarica fino a 100 ampèr.

La capacità è calcolata per un percorso massimo da 15 a 25 chm. superando facilmente le massime salite esistenti del 6 %, per trascorrere le quali si verifica un consumo massimo di 50 a 60 ampère. In piano invece il consumo è di soli 10 a 15 ampère, ed aumenta a 20 fino a 40 ampère all'avviamento. La carica ha luogo per mezzo del trolet, di cui le carrozze sono munite, per percorrere col sistema aereo ordinario le linee fuori città; e si compie durante il percorso e le fermate esterni alla città.

Il consumo di energia, misurato alla dinamo generatrice, è di circa 650 watt-ora in media per carrozzachilometro alla velocità di 18 chilometri per ora in piano.

Per quanto viene asserito non avvenne finora alcun cambiamento di elettrodi, che sono di breve formazione Planté a superficie sviluppata, invenzione recente della Casa Tudor.

Del resto, la manutenzione delle batterie è assicurata presso la Società costruttrice, contro il rimborso unitario per carrozza-chilometro di 4 centesimi.

Ci si informa, che la città di Annover per il mese di agosto 1896 avrà in movimento numero 60 carrozze ad accumulatori Tudor e che quella Società sta trattando attualmente la provvista di altre 60 carrozze. La Società tramviaria di Dresda ne ha ordinato 24, alcune delle quali sono già in funzione; a Ludwigshafen funzionano due carrozze; a Parigi funzioneranno 35 carrozze pel mese di settembre 1896 sulle seguenti linee: Dalla Maddalena a Courbevoie per il Ponte Dineau; dalla Maddalena a Levollais-Pirret; dalla Porta Maillot a Saint-Ouen. Sono tutte esercitate dalla Compagnie des Tramways du Nord. Questi tre ultimi impianti saranno a semplici accumulatori, mentre in Annover e a Dresda applicasi il sistema misto, vale a dire che le carrozze percorrono certi tratti venendo attivati da accumulatori e poi certi altri, venendo attivati dal trolet, come diciamo in seguito.

Il costo delle batterie attivate ad Annover è di sei

a settemila lire per carrozza.

Ogni elemento del peso di Kg. 13, acido compreso, fornisce 1,83 volt e 50 a 100 ampère, vale a dire 7 a 14 watt per chilogrammo di peso. Tali elementi possono, ci si dice, sopportare scariche sino a 100 ampère come pure correnti di carica da 75 a 100 ampère, onde la loro ricarica non esige più di 1/4 d'ora di tempo. Con tali batterie, ci si assicura, che si possono superare delle salite di 10 0/0 compresi gli avviamenti in salita, perchè

allora la batteria si mette in due serie e può fornire sino a 200 ampère.

Essendo interessanti le disposizioni adottate ad Annover e a Dresda dall'ing. Adam per passare dal trolet agli accumulatori, facciamo seguire la descrizione del sistema adottato, riferendoci alle fig. 1418 e 1419.

Si tratta di servirsi della conduttura aerea per caricare la batteria della carrozza, togliendo questa dal circuito appena carica, onde evitare un consumo inutile di corrente e di metterla in funzione quando non vi sia più conduttura aerea lungo il percorso. Bisogna inoltre poter disporre la batteria in due o più serie, quando la marcia rallenti, onde non sprecare l'energia con reostati.

Le lampade delle carrozze devono essere disposte in modo da potersi accendere, tanto coll'alta tensione di

carica, quanto con quella bassa di scarica.

Tali disposizioni potrebbero raggiungersi mediante semplici interruttori e congiuntori, ma allora la carrozza dovrebb'essere affidata a persona di grande abilità pel maneggio di gran numero di leve, non escludendosi tuttavia la possibilità di false manovre, specialmente nei momenti di pericolo, che aumenterebbero il pericolo stesso, rovinando in pari tempo gli apparecchi.

La disposizione Adam consiste essenzialmente in due tamburi accoppiati in maniera conveniente, ed in un

commutatore speciale.

Il rettangolo CDEF della fig. 1419 rappresenta schematicamente la superficie sviluppata d'uno dei tamburi. Il rettangolo GHIK la superficie sviluppata del secondo tamburo.

 $c_1$ ,  $c_2$ , o, I, II, III, IV, V, A +, B +, A—, B—, sono contatti a spazzola, i quali, girando i tamburi, vanno congiungendosi fra di loro in diverse guise mediante le lamine di ottone, tratteggiate nel disegno, che formano l'avvolgimento del tamburo stesso.

U è un commutatore doppio, girante intorno ai perni

aec;

N è un interruttore di sicurezza;

A e B rappresentano le due metà della batteria; M il motore.

Le condutture d'unione sono tracciate nel disegno. Il commutatore U ha tre diverse posizioni, cioè una per far muovere la carrozza colla batteria, una per azionarla colla conduttura aerea, caricando nello stesso tempo la batteria, ed una terza, che esclude la carica.

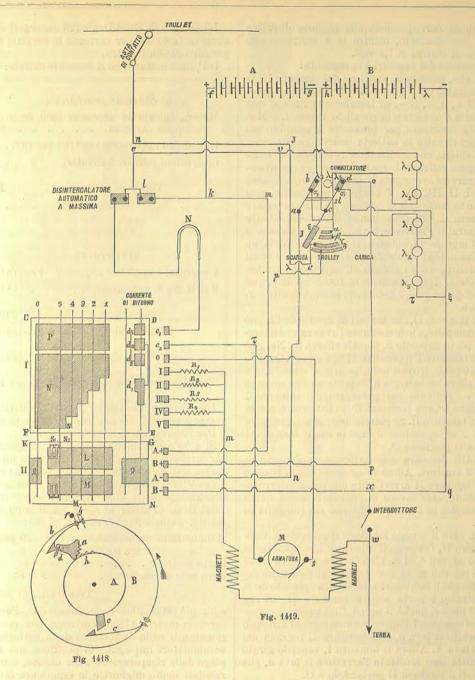
 $a\ b\ e\ c\ d$  sono 2 leve collegate fra loro. Quando esse si trovano nella posizione disegnata, la corrente che viene dal trolley e fa capo al punto e, resta interrotta, mentre la carrozza viene attivata dagli accumulatori, giacchè il commutatore collega i punti b, c e d quando il tamburo II ha collegato B+eA+per mezzo del contatto Q, la batteria trovandosi così messa in una serie.

Quando invece, per mezzo del tamburo II, le spazzole A +, B + e quelle A -, B -, sono unite coi contatti L e M, la batteria è messa in due serie tra loro parallele.

La corrente che viene da f e passa per k, l, N, va a  $c_1$ , ma anche quella proveniente da h, passa per c, d, o, p, B +, A +, m. k, l, N, e va a  $c_1$ , da dove mediante il contatto P, passa a  $c_2$  e per r, s all'indotto, traversandolo per poi sul punto u andare sulla spazzola o.

Secondo la posizione del contatto N, la corrente va poi al campo magnetico, traverso una o più resistenze I a IV tra loro in parallelo, oppure direttamente per V da dove passa in w, poi all'interruttore, per dividersi in w nelle diramazioni w, B —, A —, n, a, b, g ed in w, q,  $\xi$ , i.

Quando il tamburo col contatto Q ha messo la batteria in una serie, la sua posizione pel movimento del tram è tale, che mediante il contatto N, la corrente



passa da o,  $\alpha$ ,  $\nabla$ , ciò che corrisponde alla marcia colla batteria messa in serie, senza alcuna resistenza.

Quando  $c_1$  e  $c_2$  sono uniti mediante P, la corrente va da f, in k, l, N,  $c_1$ ,  $c_2$ , r, s, indotto, u, o, V, campo magnetico, w, interruttore fino ad i. Contemporaneamente le lampade  $L_1$  e  $L_2$  sono unite colla batteria A, mediante g,  $c_3$ ,  $\sigma_2$ , y, v, l, k, f; mentre  $L_4$  e  $L_5$  sono in comunicazione colla batteria B, mediante h, c,  $\sigma_1$ ,  $\tau$ ,  $\xi$ , i.

 $\sigma_1 \in \sigma_2$  sono due attacchi speciali che vengono in contatto con i bottoni  $c_1$ , e  $c_3$  mediante le spazzole  $b \in d$ . Durante la scarica ogni mezza batteria alimenta quindi 2 lampade in serie.

Se le leve ab e cd del commutatore U sono disposte verticalmente, la batteria è messa fuori del circuito, invece i contatti  $\delta$  e  $\gamma$  sono uniti fra loro mediante la spazzola  $\xi$ . Così la corrente del trolley può andare a terra

per la via n,  $\Im$ , a, e,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\mu$ , v, e, l, N,  $c_1$ ,  $c_2$ , r, indotto,  $\mu$ , o, R, v, w, e terra. Quindi col commutatore verticale la carrozza marcia al trolley.

Quando le leve ab e cd sono nella posizione sinistra, in modo che c faccia contatto con  $c_3$ , le due mezze batterie trovansi messe in serie. Oltre la via indicata precedentemente la corrente del trolley ne avrà ancora un'altra parallela, cioè: asta n, 9,  $\lambda$ , e,  $\gamma$ ,  $\delta$ , u, v, e, l, k, f, g,  $c_3$ , e, h, i, q,  $\infty$ , interruttore, iv, e terra, vale a dire, attraverso la batteria la quale così viene caricata.

In ambedue le posizioni descritte più sopra le cinque lampade sono in serie, e la corrente le traversa per la via: l,  $L_1$ ,  $L_2$ , y,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ,  $L_5$ ,  $\tau$ ,  $\xi$ , q, w e terra. Saranno dunque accese 5 lampade dal trolley quando si marcia caricando la batteria, mentre quando la batteria è in iscarica, saranno accese solo 4 lampade.

Le 5 lampade corrispondono alla tensione di carica di 2,3 volt per elemento, mentre le 4 corrispondono alla tensione di scarica di 1,8 volt.

La disposizione dei tamburi è la seguente:

È chiaro che, secondo la posizione del tamburo II, la lastra di contatto Q, o quelle L e M toccano le spazzole A +, B +, A -, B -, ed inseriscono quindi le due mezze batterie o in serie o in parallelo. Presso L e M si trovano delle resistenze per prevenire lo scintillio nel mettere fuori circuito la batteria inserita in parallelo. È del pari chiaro, che mediante la rotazione del tamburo I vengono collegate le spazzole  $c_1$  e  $c_2$ , e che avanzando la superficie sviluppata N da destra verso sinistra le spazzole I, II, III, 1V, V vengono mano mano col-legate con o in modo che la corrente deve attraversare una resistenza R, che mano mano diminuisce, mentre nel giro contrario s'accresce. Se  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$  e  $\delta_4$  toccano le spazzole, il motore va indietro. Il tamburo I porta un manubrio, mediante il quale gli si può far eseguire quasi un giro intiero; però un arresto gli impedisce la rotazione completa. Incominciando la rotazione da o, per ritornarvi dopo un giro, è necessario assolutamente tornare indietro.

Invece il tamburo II, che trovasi al disotto dell'I, può far un giro completo, e lo fa mediante l'avanzarsi del tamburo I, che porta un piuolo S<sub>1</sub> il quale afferra S<sub>2</sub>. Nel giro indietro del tamburo I, il tamburo II non muove. Quando il commutatore U trovasi nella posizione sinistra, già descritta, allora la batteria è disposta su due serie in parallelo. — Soltanto nel passaggio del tamburo I dalla posizione 5ª alla posizione 6ª, la batteria è messa in serie dal tamburo II. Si marcia dunque sempre colla batteria in 2 serie, escluso il caso in cui il tamburo I è arrivato alla posizione 6ª.

La fig. 1418 dimostra schematicamente l'accoppiamento dei 2 tamburi. Affine di ottenere che al ritorno da 6 a 0 il tamburo II arrivi pure a 0 senza interrompere il circuito, esso invece di ritornare, viene spinto automaticamente in avanti, locchè può raggiungersi in vari modi.

Nella fig. 1418 il circolo interno rappresenta il tamburo inferiore II, l'esterno il superiore I, sul quale sono fissati i due arresti b ed e. V'ha inoltre una leva a che può girare intorno ad un asse d fissato alla custodia dei tamburi. Quando il tamburo I esterno gira nel senso della freccia, l'arresto e porta seco il tamburo II interno mediante il naso c, finchè il perno f interrompe il movimento del tamburo I. Contemporaneamente l'arresto b ha oltrepassato la leva a, ed il tamburo II ingrana nei denti della leva a. Allora il tamburo I, venendo girato indietro, porta seco mediante l'arresto b la leva a, che caccia avanti il tamburo II portandolo a a.

Ritornando I a O, l'arresto e si mette dietro al naso c, e con un altro movimento avanti porta nuovamente seco il tamburo II.

Allorchè la posizione di U è tale, che la carrozza assume l'energia dal trolley, le comunicazioni col tamburo II vengono contemporaneamente interrotte, dimodochè non vi può più passare la corrente.

Non sarebbe giusto dissimulare l'importanza dei risultati, che si otterranno da queste prove estese. Ed è con vivo interesse, che li aspettiamo.

#### 44. Spese.

Accenneremo a poche cifre.

Van Vloten (Bruxelles) stima un impianto di 12 carrozze in L. 315 000.

L'impianto di Saint-Denis (25 carrozze) costò in ragione di L. 60 000 per carrozza in servizio e di L. 6000 per carrozza-chilometro.

Il Pellissier stabilisce il seguente calcolo:

a) Stazione generatrice.  Motori, caldaje ed accessori (300 fr.	a ca-	
vallo) per carrozza	. Fr.	4 500
Dinamo ed apparecchi elettrici per ca		3 750
Costruzioni (250 fr. a cavallo) »	. »	3 750
Totale per carrozza	. Fr.	12 000
Riserve, 35%	»	4 200
		16 200
b) Carrozze.		
l carrozza completa Fr.	18 000	÷
2 batterie di accumulatori »	11 000	
	-	
w	29 000	43 500
Riserve, $50\%$ Fr.	14 500	}
	43 500	
Totale per carrozza in servizio	. Fr.	59 700

I recenti perfezionamenti permettono di ridurre questo prezzo a circa 50 000 lire per carrozza in servizio.

Per l'esercizio e la manutenzione:

Si ebbe a Birmingham nel 1881 la spesa di 47 cmi. per carrozza-chilometro (1); il Gadot, in un importante studio, stabilisce la spesa di pura trazione in cmi. 53,8; il van Vloten assegna cmi. 22,5 per carrozza-chilometro; Broekmann (della ditta Epstein) 24,8; nelle linee di Saint-Denis (Parigi) le spese totali sono così esposte dal sig. Pellissier (Ecl. el., t. 6, p. 59):

Manutenzione accumulatori . cmi. 16 per carr.-chm.

Totale cmi. 47 per carr.-chm.

cifra più attendibile delle ultime due. Però, la nuova carrozza-motrice (1895) costruita con notevoli perfezionamenti nelle disposizioni della batteria, tipo degli accumulatori impiegati, disposizione dei motori, impiego della ricuperazione nelle discese, sembra che dia risultati molto migliori e le esperienze fatte dall'ingegnere Picou gli permettono di stimare il costo nel modo seguente:

Manutenzione accumulatori . cmi. 10 per carr.-chm.

» truck e motori . » 3 »

Forza motrice . . . . . » 13 »

Personale di condotta . . . . » 8 »

Totale cmi. 34 per carr.-chm.

prezzo il quale, benchè non comprenda ammortamenti, se fosse confermato da una lunga pratica, renderebbe in alcuni casi pratico il sistema ad accumulatori.

<sup>(</sup>i) Riportiamo tali cifre, più per ricordo storico, che per richiamare sovr'esse l'attenzione del lettore, poichè gli accumulatori del 1881 non hanno niente di comune con quelli recentemente costruiti e del quali si aspettano i risultati pratici.

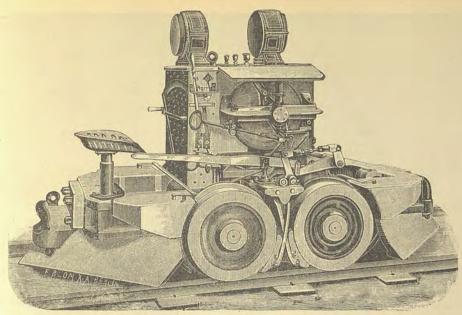


Fig 1420

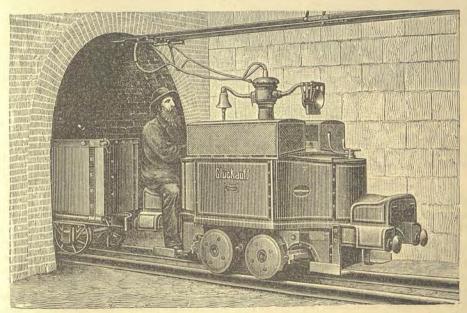


Fig 1421

Riassumendo, la trazione ad accumulatori benchè allo stato attuale si presenti notevolmente inferiore a quella a stazione fissa, sia tecnicamente che economicamente, non esclude la possibilità di dare in avvenire dei risultati ben migliori, se i suoi progressi riesciranno ad ottenere, dopo prolungati esperimenti, quella sanzione pratica, promessa dalle ultime innovazioni.

VII. — APPLICAZIONE DELLA TRAZIONE ELETTRICA ALLE STRADE FERRATE.

#### 45. Vantaggi.

I tentativi di estendere alle ferrovie la trazione elettrica, trovano la ragione tecnica nella maggior velocità raggiungibile anche cogli armamenti attuali, in causa della maggior potenza, che a parità di peso può sviluppare una locomotiva elettrica e della dolcezza relativa di andamento, dovuta a cause diverse, come sarebbero le seguenti: il movimento agli assi motori verrebbe prodotto da azioni meccaniche, che agiscono prossimamente ad una coppia, mentre nelle locomotive a vapore i moti alternati degli stantuffi e relative asse e bielle, imprimono alla macchina quei movimenti anormali trasversali, di rullio e di galoppo, che contribuiscono tanto al deperimento dell'armamento; il centro di gravità dell'insieme può essere notevolmente abbassato; le porzioni a sbalzo sarebbero quasi evitate e facilitata di molto la distribuzione del peso; gli sforzi verticali esercitati dalle ruote motrici sulle rotaje sarebbero costanti durante ogni giro; ognuna delle ruote appartenenti allo stesso asse eserciterebbe di conseguenza lo stesso sforzo al medesimo istante.

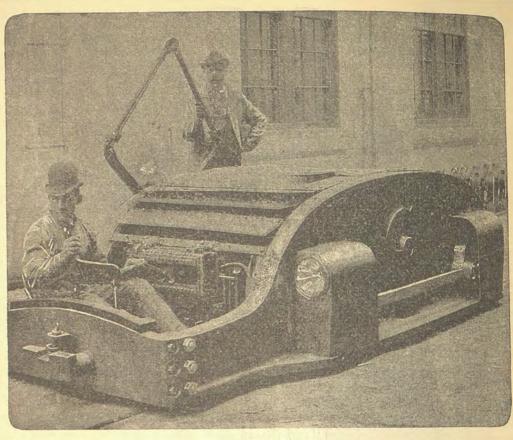


Fig. 1422.

In prossimità alle città, dentro ad esse e nelle lunghe gallerie di linee metropolitane, l'assenza di fumo della locomotiva elettrica costituisce notevole vantaggio.

# 46. Piccole ferrovie.

Una larga applicazione con locomotive di piccole dimensioni, è stata fatta pei treni materiali delle miniere, dove la locomotiva elettrica, che non produce fumo e che non vizia l'aria, si è resa utilissima. Le figure 1420 (Jeffrey), 1421 (Siemens-Halske) e 1422 (Thomson-Houston) ne dànno l'idea.

Esistono anche delle piccole ferrovie, dove la locomotiva, che attinge la corrente da un conduttore aereo
è stata preferita a carrozze automobili, per ridurre le
spese di installazione e quelle di personale, e nello stesso
tempo per utilizzare il materiale esistente, che viene
rimorchiato da una piccola locomotiva elettrica, come
lo era prima da una a vapore.

Possiamo citare la ferrovia Sissach-Gelterkinden (Oerlikon) dove una locomotiva elettrica da 40 cav. trascina un treno di 2 a 4 carrozze viaggiatori e da 1 a 2 carri-merci; le spese sarebbero comprese fra 20 e 30 centesimi per treno-chilometro.

Analogo è il sistema adottato tra Grütsch e Mürren con locomotive da 60 cavalli, del peso di poco più di 6 tonnellate. Il treno-chilometro, secondo la Casa Oerlikon che ha eseguito l'impianto, non costerebbe che da 20 a 25 centesimi.

Entrambi questi impianti funzionano dal 1891.

La ferrovia sotterranea di Londra, studiata dall'Hopkinson (1890) funziona con locomotive elettriche di 10 tonnellate, munite di due motori da 25 chilowatt; la tensione alle generatrici è di 500 volt e la perdita dovuta alla linea arriva talvolta sino a 130 volt. Lo sviluppo della linea è attualmente di poco più di 5 chilometri e la velocità massima di 40 chilometri; la condottura è a livello del suolo.

# 47. Locomotive elettriche.

Nelle grandi ferrovie si entra adesso nel periodo esperimentale; la « Compagnie de l' Ouest » metterà tra breve in esercizio regolare le nuove locomotive Heilmann e installerà la trazione elettrica sulle sue linee di « Saint-Germain-en-Laye ».

La « Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée » fa costruire dalla Ditta Sautter Harlé et Cie una locomotiva elettrica ad accumulatori. In America la Compagnia del « Baltimore and Ohio Railway » ha messo recentemente in azione la nuova linea, che attraversa in parte sotterraneamente la città, ed i cui punti estremi, distanti 10 chilometri fra loro, sono Camden e lay View Junction. La lunghezza del tunnel principale è di 2445 metri e quella del secondario di 88 metri. Siccome la città di Baltimora diede la concessione di tale linea (la quale prosegue poi verso il nord) a condizione che non venissero adoperate locomotive a fumo, la Società ferroviaria affidò alla General Electric Co la costruzione di locomotive elettriche da 90 tonnellate.

Queste percorrono la linea per 5 chm.; nel tunnel la pendenza è di 8 per mille; tra i due tunnel di 15 per mille. Le locomotive elettriche prendono i treni-merci al sud di Camdenstation e vanno ad accoppiarsi dietro al treno, senza che questo si fermi, spingendolo sino a Mont Royal (a 2438 metri) insieme alla locomotiva a vapore, che durante questo tratto non lavora. All'uscita dal funnel le due locomotive, elettrica ed a vapore funzionano simultaneamente sulla pendenza del 15 per mille, fino alla stazione di Huntington Avenue. La velocità media del tragitto è 24 chilometri all'ora.

Ai treni viaggiatori la locomotiva elettrica è applicata per tutto il tragitto, e sotto al tunnel trascina il treno e la sua locomotiva a vapore, la velocità media

essendo di 50 chilometri all'ora.

Questa colossale locomotiva elettrica, porta quattro motori elettrici a sei poli, che assorbono 900 ampère e 300 volt e sviluppano normalmente 360 cavalli ciascuno.

I motori sono accoppiati fra loro e con delle resistenze, per mezzo di un controllore speciale, che permette tutte le combinazioni in serie o in parallelo dei quattro motori.

La cabina della locomotiva è sormontata da un trolet studiato in modo da seguire perfettamente il conduttore aereo cavo, entro il quale corre, come una navetta.

Le dimensioni principali della locomotiva sono:

Numero dei truck	2
» » motori (2 per truck)	
Peso sulle ruote motrici tonnell.	90
Numero ruote motrici	8
Sforzo di trazione chg.	18 000
Sforzo di trazione all'avviamento »	27 500
Larghezza del binario m.	1,434
Diametro delle ruote »	1,575
Lunghezza totale	13 —
Altezza del tetto della cabina »	-,
Distanza dagli assi di un truck »	3,08
Larghezza massima »	1,99

L'officina, che alimenta queste locomotive, è provvista di cinque dinamo moltipolari Thomson-Houston da 500 chilowatt, accoppiate direttamente con robusti motori orizzontali, tandem compound tipo Reynold-Corliss.

Sempre negli Stati Uniti, la Compagnia « Baldwin Locomotive Works » ha recentemente costruita una locomotiva lunga m. 9,15 di 60,454 tonnell. di peso, munita di quattro motori, sviluppanti insieme 1000 cav.; la velocità sperimentata fu di 50 chm. all'ora.

La «New-York Centrale Railroad Co» si propone di introdurre la trazione elettrica a trolet sulle sue linee, che vanno da Niagara Fall a Buffalo, attingendo la corrente dalle officine della «Niagara Falls Power Co».

#### 48. Locomotive Heilmann.

Per utilizzare i vantaggi meccanici di una locomotiva elettrica, senza dover stabilire delle lunghe linee di conduttori, nè arrecare variazioni al materiale ora usato nelle ferrovie, l'ingegnere francese Heilmann ha proposta una locomotiva elettrica (fusée électrique) perfettamente autonoma, nella quale si genera l'energia elettrica, che gli elettromotori applicati agli assi utilizzano per la trazione. Si ha quindi nella stessa locomotiva la provvista di energia, come nel caso degli accumulatori; la si ha però sotto forma di carbone, che deve essere utilizzato in una vera stazione elettrica ambulante.

La prima locomotiva Heilmann fu terminata nell'agosto 1893 dalla «Compagnie des forges et chantiers

de la Méditerranée », all'Havre.

I principali dati costruttivi che si riferiscono a questa macchina (V. per maggiori dettagli la Relazione dell'ing. Mazen sul Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer, del giugno 1895) sono i seguenti: Telajo in acciajo lungo m. 15,50 portato da due boggies o carrelli a 4 assi ciascuno, con ruote di m. 1,16 distanziate m. 8;

Caldaja, sistema Lenz, tubolare a focolare Fox; contiene a livello medio tonnellate 9,5 d'acqua e può produrre 12 tonnellate di vapore all'ora a 13 ch. per centimetro quadrato di pressione; la superficie riscaldata è di 139 m<sup>2</sup>.

La motrice a vapore, compound, costruita pure dalla «Compagnie des Forges et Chantiers de la Méditerranée» in Havre, è posta in senso trasversale alla locomotiva ed il suo albero coincide coll'asse di simmetria del veicolo. I cilindri hanno rispettivamente il diametro di 425 e 650 millimetri e la corsa comune di 300 millimetri.

La macchina, dovendo normalmente lavorare ad ammissione costante e velocità variabile, non porta regolatore. La sua potenza normale è di 600 cavalli a 300 giri, e può arrivare a 800 cavalli a 400 giri. Pesa 5200 chilogrammi.

La dinamo, costruita dalla Ditta Brow-Boveri e C. è accoppiata direttamente colla motrice; è a corrente continua, eccitazione separata, a 6 poli; indotto ad anello del diametro di m. 1,24 capace di sviluppare 500 chilowatt alla tensione di 400 volt; ha il rendimento di 0,95. È eccitata separatamente da una dinamo ausiliaria, mossa da un motorino indipendente, verticale, di 20 cavalli.

Un commutatore serve a regolare la velocità dei motori variando il loro modo di accoppiamento. Il cambiamento di marcia si ottiene invertendo il senso della corrente negli induttori dei motori.

Questi sono otto, ciascuno montato direttamente sopra un asse della locomotiva per mezzo di un albero cavo, e assicurato alle razze di una ruota; la potenza di ognuno è di 80-100 cavalli e si dice che il loro rendimento raggiunga 0,90.

La locomotiva completa pesa 100 tonnellate; carica di carbone ed acqua, 118.

A carico medio i rendimenti si trovarono: per la motrice e la generatrice 0,75; per i motori 0,90; complessivamente 0,675.

Il consumo medio di vapore per cavallo indicato fu di ch. 10,50.

Le prove di velocità vennero eseguite tra Havre e Beuzeville; sopra chil. 25,7 di percorso, ve ne sono 10 in rettifilo; il resto in curve di raggio non minore di 1400 metri. Vi sono 5147 metri a livello; il resto della linea comporta pendenze di 2,5 — 3,4 e per chm. 11,578 di 8 per mille.

La carica del treno di prova variava fra 173 e 183 tonnellate.

La velocità media variò da 57 a 64,3 chm. all'ora; con velocità a livello di chm. 76, ed eccezionalmente di chilometri 82.

Il viaggio si esegul con una insolita dolcezza di andamento, apprezzabile maggiormente ai distacchi e nelle curve.

I risultati delle prove sono dati nel prospetto alla pagina seguente.

Altre esperienze si fecero nella linea meno accidentata Parigi e Nantes, e la velocità venne spinta sino a 108 chm. sempre con buon risultato.

Il consumo di carbone, che nelle esperienze Havre-Beuzeville variò da 10 a 6 chg. per treno-chilometro, tra Parigi e Nantes scese a chg. 4,76 nei treni discendenti e chg. 3,74 in quelli ascendenti, dando cioè un ottimo risultato economico.

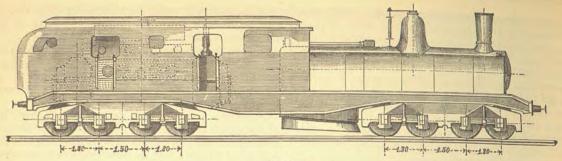


Fig. 1423.

		ia	01	no dva	(	Consumo	di carbor	10
Giorni	Treni	Velocità media	Peso del treno trascinato	Peso del treno con la locomotiva	Peso del trer con la locomoi Totale (chg.)		Per tonn. chm. compress la macchina (grummi)	Per toun. chm. di treno trascinato (grammi)
-	A	51,4	61	175	300	11,5	65, 9	189
	В	51,4	*	>>	120	4,6	26, 3	75
10	C	51,4	>>	>>	290	11,2	63,7	183
	D	30	>>	>>	160	6, 2	35, 1	100
	A	51,4	65	179	256	9,8	55,0	151
20	В	57	>>	>>	80	3,1	17, 1	47
20	C	53	>>	>>	300	11,5	64, 4	178
	D	30	>>	>>	80	3, 1	17, 1	47
	A	53	65	179	240	9, 2	51,5	142
30	B	60,5	>>	>>	80	3, 1	17, 1	47
3	C	47, 3	>>	>>	280	10,8	60, 1	165
	D	30	>>	>>	90	3,5	19, 3	53
1	A	53	65	179	216	8,3	46, 4	128
40	B	60,5	>>	>>	80	3, 1	17, 1	47
1	C	60	>>	»	240	9,2	51,5	142
	D	30	>>	>>	100	3,8	21,4	59
	A	55	66	180	264	10,2	56, 4	154
5°	В	60	>>	»	80	3, 1	17,0	45
	C	51,6	»	V	290	11,2	61,9	169
	D	30	>>	»	80	3, 1	17,0	45
		7	Cota	li	3626	139, 6	781,3	2166
(	Media dei treni B e D (ascendenti) Media dei treni A e C		95	3, 6	20,4	56		
		enden			267	10, 3	57,6	160
Me	dia	gener	ale.		181	6,9	3,9	108

In seguito a questi risultati si decise la costruzione di due nuove locomotive, nelle quali si cerca di migliorare le condizioni, alleggerendo la caldaja, rendendo elastica la sospensione dei motori e introducendo quelle modificazioni suggerite dalle esperienze fatte sulla prima locomotiva.

Le nuove locomotive Heilmann ad 8 assi motori pesanti 120 tonnellate, lunghe m. 18,20 (il costo è preventivato in L. 150 000) e di cui la fig. 1423 offre l'idea, saranno pronte fra qualche mese e permetteranno di portare un giudizio sopra questo sistema, che se è seducente sotto vari aspetti, pure non manca sotto altri di suscitare le diffidenze dei competenti, i quali osservano come la locomotiva Heilmann abbia sopratutto il difetto di conservare gli inconvenienti delle locomotive ordinarie, quali la necessità di trasportare e adoperare il carbone e di non poter utilizzare quindi le forze naturali: di produrre fumo e di necessitare gli arresti per le provviste di combustibile e di acqua, ecc.

# BIBLIOGRAFIA.

M. Whipple, The Electric Railway, Mich (U. S. A.) 1889. - O. E. Crosby and L. Bell, The Electric Railway in theory and practice, New-York (Johnston) 1893. -Bonneau et Desroziers, Études sur la traction électrique des trains de chemin de fer, Paris 1892. -Reckenzaun, Electric Traction, London (Biggs) 1892. E. Gérard, Leçons sur l'électricité, Liège (de Thiers) 1893. - G. Martinez, La trazione elettrica, Milano (Hoepli) 1894. - G. Castagneris, Tramvie e ferrovie elettriche, Milano (Hoepli) 1894. - E. Marchena, La traction electrique des tramways, Paris (Bernard et Comp.) 1895. - Die Elektrische Strassenbahn in Dresden, Budapest, Berlin (Siemens e Halske), 1894. -Die Elektrischen Strassenbahn mit oberirdischer Stromzuführung nach dem System der Allgemeinen Elektricitäts Gesellschafft, Berlin (O. Elsner) 1894. -Killingworth Hedges, American electric street railways, London (E. F. N. Spoon) 1894. - M. Schienemann, Bau und Betrieb elektrischer Bahnen, Leipzig (O. Leiner) 1895. - R. Séguela, Les tramways. Voie et materiel, Paris (Gauthier Villars) 1896. - Bulletin de la Compagnie française Thomson Houston, 1894-95. - L'Elettricista (Roma). - L'Industria. L'Electricité. — Giornale scientifico di Palermo. - La lumière électrique (specialmente gli articoli di G. Richard). - L'Industrie électrique. - Compterendu de la Société des Ingénieurs Civils de France. L'Eclairage électrique (specialmente gli articoli di G. Pellissier). - The World's Progress. - The Electrician. - Electrician-Engineering. - The Electrical World. - Street Railway Journal (New-York). - Street Railway Gazette (New-York). -Elektrotechnische Zeitschrift, ecc. - Wilke e Pagliani, L'Elettricità e le sue applicazioni, Torino (Unione Tip.-Editrice) 1896.

Ing. EMILIO PIAZZOLI.

TREMENTINA. — Franc. Térébenthine; ted. Terpentin; ingl. Turpentine.

La trementina è una materia organica la quale appartiene a quella serie di prodotti vegetali distinti col nome generale di resine. Tali prodotti rappresentano in ordine fisio-botanico una secrezione, la quale è propria dei tronchi e dei rami, e si manifesta talora come un succo naturalmente defluente dalla corteccia, od anche come un succo defluente da ferite indotte ad arte sul tronco e sui rami stessi in determinati periodi di loro sviluppo dalle piante, e in determinate epoche

Considerati nell'uno o nell'altro modo di derivazione. codesti succhi si addensano in vario grado per l'azione dell'aria; alcuni rimangono di consistenza di miele, altri induriscono così da diventar solidi nel vero senso della parola. In tale stato sono fragili, di colore volgente al giallo, di peso specifico 1,018, hanno odore caratteristico (odore di resina), assai scarsa conduttività elettrica, e si elettrizzano per soffregamento. Fondono a temperatura relativamente bassa, si inflammano facilmente e bruciano con fiamma gialla, illuminante e molto fuligginosa. Sono insolubili nell'acqua, e solubili nell'alcool in forti proporzioni, come pure negli olii volatili e negli olii grassi (salve alcune eccezioni). Sono solubili anche nella potassa, nella soda e nei loro carbonati, e da tali soluzioni sono facilmente precipitati dall'acido nitrico, sotto forma di una massa caseosa, la quale a sua volta si ridiscioglie in un eccesso dell'acido nitrico e riprecipita per saturazione dell'eccesso dell'acido, mediante le soluzioni alcaline.

Assai grande è il numero delle resine che si conoscono, e poichè, come si disse, non tutte presentano la stessa consistenza, così sono state classificate in resine liquide, balsami e resine secche; riservandosi poi il nome di gommo-resine ad altre particolari secrezioni le quali oltrechè la materia resinosa propriamente detta, contengono anche una certa proporzione di gomma.

La distinzione poi di resine liquide, balsami e resine secche è stabilita in base al fatto che tutte le resine, mentre contengono un olio essenziale, lo contengono in un rapporto assai variabile e specificamente tale da presentare una consistenza variabile da quella del miele fino a quella del vetro. La trementina appartiene alle resine liquide, e si chiamano col generico nome di trementine tutte quelle resine che scolano dagli alberi della famiglia delle Abietinee, quali sono i pini, gli abeti, i larici, e così via.

Il luogo di formazione delle resine è la corteccia od anche il legno nuovo (alburno); e perciò quando la raccolta si faccia per artificiali ferite, si praticano incisioni longitudinali sulla corteccia, od anche dei fori, mediante particolari succhielli. E ciò si opera nell'autunno o in primavera, a seconda delle piante.

Abbenchè la trementina abbia una costituzione generica determinata, tuttavia mostra praticamente una certa variabilità di caratteri a seconda della pianta dalla quale si raccoglie. Ed è perciò che industrialmente si indicano le trementine col nome della pianta e con quello delle regioni dove più allignano le piante stesse. Si hanno pertanto la trementina di Bordeaux, la trementina di Venezia e del Tirolo, la trementina di Boston o americana, la trementina del larice, la trementina di Cipro, quella di Germania, quella d'Ungheria e quella dei Carpazi.

La trementina di Bordeauw si ricava dal pinus maritima che cresce splendidamente nei dintorni di Bordeaux, specialmente a Bajona, e che viene utilizzato quando la pianta abbia raggiunto l'età di 30-40 anni. La raccolta che comincia in febbrajo e cessa nell'ottobre di ogni anno, si conduce nel modo seguente. Al piede dell'albero si pratica una incisione in forma di un arco, della lunghezza di 8 cm., e di un'altezza di cm. 2,5, procurando che il taglio non vada oltre alla sezione della corteccia. Alcuni centimetri al disopra della ferita se ne pratica, dopo otto giorni, altra consimile, sempre nel medesimo piano della prima, cosicchè nel primo anno la pianta rimane ferita per un'altezza di 75 cm. circa (2 cm. ogni settimana, per 36 settimane), e dopo 4 anni, nei quali si continua sulla stessa zona la incisione, si arriva a ferire la pianta per un'altezza di circa 3 m.

Dopo 4 anni, si abbandona codesta zona, e si comincia analogamente una zona ad essa opposta, e continuando per 4 anni analogamente. E poichè in tal frattempo la zona antecedentemente ferita si rimargina ed è in condizioni di emettere di nuovo i succhi resinosi, così è chiaro che la stessa pianta continua per molti anni (anche 100) a fornire materia resinosa. Lo scolo che esce dalle ferite è raccolto entro un incavo fatto al piede dell'albero, od anche entro recipienti mobili, disposto opportunamente a riceverlo.

La resina del pinus maritima ha per caratteristica una certa consistenza granulosa, ha sapore amaro e odore disgustoso; si essica completamente all'aria in 24 ore se ridotta a sottilissimo strato, e conservata in luogo chiuso, depone un sedimento di aspetto cristallino che rimane ricoperto da un liquido giallastro, denso e trasparente. Infine, se venga mescolata con pochissima magnesia anidra si rapprende in una massa fragile, ciò che avviene anche colla trementina di Venezia. All'analisi offre i seguenti risultati medii:

La trementina di Venezia, detta anche del Tirolo, è la più ricercata, quindi la più costosa, e ciò, oltrechè per molti riguardi, anche per la soavità del suo profumo. Essa trasuda spontaneamente da una varietà di abete (larix europaea) traverso la corteccia dei tronchi e dei rami, due volte all'anno, e precisamente nella primavera e nell'autunno. La si raccoglie entro piccoli otri, e ciò che resta lungo la corteccia come scolo, viene distaccato ajutandosi con un imbuto il cui orlo si adopera come mezzo di raschiamento.

La quantità che se ne ottiene è assai scarsa e non si può raccogliere che quando la pianta abbia una grossezza di circa 30 cm., mentre cessa la secrezione quando abbia raggiunto il suo maggior diametro.

Questa resina si distingue dalle altre per la sua fluidità, che è analoga a quella dell'olio: fu chiamata anzi olio di abete. Appena raccolta è bianchiccia, ma si fa poi trasparente. Ha odore aromatico, di cedro, è prontamente essiccativa, e indurisce quando sia mescolata con poca magnesia.

Anche questa trementina risulta costituita di tre resine, come quella di Bordeaux, e l'analisi su di essa istituita offre i seguenti dati:

Essenza o olio volatile		35,70 %
Abietina (resina)		
Acido abietico (resina)		
Resina insolubile nell'alcool		
Estratto acquoso		0,86.

Il nome di trementina di Venezia si deve alle antiche condizioni commerciali per le quali siffatta resina faceva scalo a Venezia. È i Francesi chiamano ancora térébenthine de Venise la qualità migliore di resina che essi estraggono dal pinus maritima, non già dal larix europaea.

La trementina di Boston, o americana, si ritrae dal pinus australis e anche dal pinus taeda. Arriva in Europa dalla Virginia e dalla Colombia, e dicesi di Boston perchè prende questa via. È analoga per alcuni caratteri alla trementina di Bordeaux, specialmente all'odore, al sapore e alla consistenza granulosa: soltanto che non ha la proprietà di separarsi nei due strati, l'uno liquido, l'altro cristallino, come fa quella. Il suo aspetto è acqueo, lattescente, scorrevole, e quando venga riscaldata, si rende trasparente perchè perde la poca acqua che contiene.

La trementina così detta del larice è chiamata erroneamente di Strasburgo, mentre ci viene dalla Savoja
e dalla Svizzera. La secrezione del larice è scarsa, tanto
considerata come scolo naturale della corteccia, quanto
come scolo artificialmente prodotto: si calcola che un
larice dia 4 Kg. di resina all'anno, e per una durata di
50 anni. E ciò ancora con sensibile deperimento della
pianta dal punto di vista di legno da costruzione.

Codesta resina si presenta molto consistente, opalina: ha odore poco gradevole ed ha sapore molto amaro. Differisce dalle altre resine fin qui nominate riguardo al comportamento colla magnesia, e cioè non indurisce.

La trementina di Cipro, detta anche di Siria e di Chio si estrae daila pistacia terebinthus e dalla pistacia vera. È una resina talora scolorita, talora volgente al bianco-verdastro, e si riconosce fra le varie trementine pel suo odore di finocchio e pel sapore delicato e aromatico.

La trementina di Germania si estrae dal pinus sylvestris, ed ha tutti i caratteri di quella di Boston. La trementina di Strasburgo si estrae dall'abies pectinata; è liquida, gialla, ha odore di limone ed è ricchissima di essenza volatile, di cui possiede fino il 34 %, mentre le altre ne contengono al massimo 25 %. La trementina di Ungheria e quella così detta dei Carpazi, si estraggono, la prima dal pinus pumilis e la seconda dal pinus cembra; hanno caratteri quasi identici fra loro.

l'inalmente si ha una resina detta del Canadà, resina assai viscosa e di una trasparenza e limpidezza caratteristiche, la quale si cava da due abeti che crescono bene nel Canadà, e cioè dall'abies balsamen e dall'abies canadensis.

Tali sono le resine trementine più note e meglio studiate. In relazione al grado di limpidezza, il commercio le divide in fine ed ordinarie delle quali le prime sono limpide, trasparenti e riducibili in tale stato con semplice riscaldamento, le altre sono più o meno torbide e non si chiarificano col riscaldamento, anzi si rendono più opache. Ciò proviene dalla presenza di una certa quantità di acqua igroscopica, e dalla formazione di una massa cristallina di acido abietinico.

Appartengono alle trementine fine del commercio, quella di Venezia, quella di Strasburgo, quella d'Ungheria e il balsamo del Canadà o trementina canadese.

Appartengono alle trementine ordinarie o comuni, quella francese o di Bordeaux (del pinus maritima), quella americana o di Boston (del pinus palustris), e quella di Germania (del pinus sylvestris).

Ci resterebbe ora a dire del modo di utilizzare codesti prodotti naturali e delle applicazioni alle quali si prestano. Prima però riteniamo opportuno di offrire qualche dettaglio intorno alle avvertenze che sono necessarie, riguardo alla raccolta del succo resinoso e alla conservazione di esso, avvertenze dalle quali dipende la natura e l'applicabilità dei vari composti che da tali succhi si ricavano industrialmente.

Abbiamo già accennato che la materia resinosa cola dalle ferite indotte nei vari punti della corteccia e che essa viene raccolta al piede della pianta entro nicchie o incavi preventivamente praticati. Questo sistema di raccolta ha molti svantaggi: anzitutto una gran parte del liquido viene assorbita dal legno dove è formata la nicchia, e quindi è una perdita assai sensibile. In secondo luogo, il succo dovendo percorrere una via relativamente lunga per arrivare al recipiente, evapora continuamente e si resinifica, cioè indurisce per l'azione dell'aria. Infine, il succo stesso entro il recipiente rimane imbrattato di terra, di foglie, di frantumi d'ogni genere che il vento vi apporta e che è poi difficile eliminare.

Per tali ragioni si va oramai abbandonando questo sistema di raccolta, e si è sostituito l'altro che dicesi dell'Hughes. Esso consiste nell'attaccare all'albero, poco sotto ad ogni punto di deflusso del succo, un recipiente di terra cotta verniciata: il succo vi entra seguendo un piano inclinato, formato da un pezzo di lamina di zinco ben legato al disotto della ferita della corteccia. È chiaro che usando tali precauzioni rimangono eliminati i danni già avvertiti, sovratutto quello dell'indurimento, e quindi dell'alterazione pel lungo tragitto fino ad arrivare a terra. Si osserva da alcuni che per tal sistema la materia rimane più acquosa (perchè è meno esposta alla evaporazione) e quindi richiede una spesa per eliminare l'acqua. Ma la spesa rimane largamente compensata; chè alla minore evaporazione dell'acqua corrisponde anche minore evaporazione dell'olio essenziale contenuto nel succo. E qui in proposito delle condizioni di raccolta del succo notiamo che fintanto che questo si mantiene liquido, prende il nome tecnico di gemma, e quando si vada rendendo solido lungo il tragitto sull'albero prende il nome di gallipot o di barra.

La gemma, che è il prodotto non alterato, si presenta non sempre costante di aspetto, essa varia a seconda della stagione in cui la si raccoglie, a seconda dell'età della pianta, del terreno, e più che tutto dell'intensità del calore e della luce solare. È sempre però formata di un olio volatile, che è l'acqua ragia comune, o essenza di trementina, e di un prodotto fisso, solido, detto colofonia; l'una e l'altra in proporzioni assai variabili.

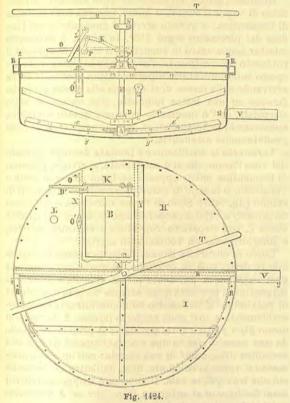
Tutto ciò riguarda la raccolta del prodotto; ora soffermiamoci ai mezzi di conservazione o di immagazzinamento onde sia massimo il rendimento in essenza di trementina allorquando si sottoporrà la gemma alla sistematica distillazione.

La gemma, o trementina liquida, raccolta e introdotta poi entro barili, viene trasportata al Laboratorio e riversata in serbatoi i quali possono essere rivestiti da un cemento idraulico che poi si ricopre di una velatura d'un olio pirogeno (esempio, un lubrificante derivato dai petrolii). Taluni invece costruiscono i serbatoi pure in cemento, e ridotto il fondo argilloso allo stato di massima compattezza, lo coprono con assito di legno di pino, tagliato, ancora verde. La profondità dei serbatoi non deve oltrepassare i cm. 90, onde riesca ancor facile agli operai lo scarico delle gemme, specialmente quando essa per la stagione fredda siasi fortemente indurita.

Ogni serbatojo è diviso mediante assiti in vari scompartimenti fra loro comunicanti; il travaso della gemma dai barili si fa sempre in uno stesso scompartimento, e in tal caso la parte più liquida passa in quello più vicino, cosicchè si ha sempre nuova materia pronta per la distillazione; materia la quale, in grazia del soggiorno

assai breve, non subisce l'azione dell'aria: rimane quindi meno colorata, e dà, dopo distillazione, una colofonia di ottima qualità. Allo scopo poi di agevolare lo scarico dei barili nelle fosse o serbatoi, sono questi per una metà della larghezza percorsi da una serie di liste di legno, lungo le quali si fanno rotolare i barili, e l'altra metà è libera onde poter estrarre la gemma colla minore difficoltà possibile.

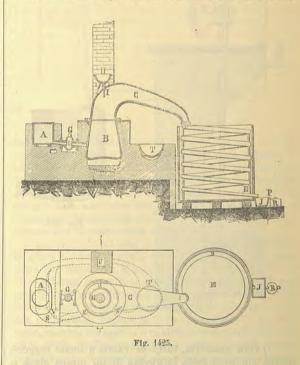
La gemma immagazzinata dovrebbe, teoricamente parlando, esser prontamente distillata onde ricavarne il massimo utile: ma ciò praticamente non riuscirebbe possibile che per limitate lavorazioni: onde nella grande industria è d'uopo calcolare nelle spese di conduzione anche la perdita di prodotto, dovuta all'evaporazione dell'olio essenziale e all'ossidazione di una parte della gemma in causa dell'aria; ossidazione che determina la trasformazione dell'olio essenziale in colofonia.



Prima di sottoporre la gemma alla distillazione, è necessario purificarla, vale a dire eliminare da essa i corpi eterogenei, meccanicamente impigliati, quali sono paglie, fuscelli, foglie, pulviscolo, ecc., materie tutte le quali, durante la distillazione della resina, carbonizzerebbero e renderebbero nerastra la colofonia. La purificazione si opera pertanto entro apposite caldaje (fig. 1424) di forma quasi cilindrica, costruite in rame, larghe circa 2 metri e alte poco più di 40 cm., e col fondo leggermente concavo, in ciascuna delle quali si possono lavorare giornalmente 1500 litri di gemma. Entro a questa caldaja muovesi un agitatore il quale, secondando il fondo della caldaja, può, a mezzo di una leva, ruotare orizzontalmente, e può al tempo stesso essere sollevato a varia altezza così da rimescolare uniformemente la massa

La caldaja ha un coperchio che penetra in una scanalatura formante il bordo circolare, e nella quale si tiene dell'acqua fredda: ciò allo scopo di impedire l'evaporazione dell'olio essenziale. Infine, trovasi sul coperchio stesso una piccola cassa B di legno, internamente coperta di latta la quale è formata alla guisa
stessa di un doppio rubinetto da autoclave: vale a dire
consta di due scompartimenti: nel primo di questi si
riversa la gemma, e poi lo si rinchiude; successivamente,
con un movimento particolare, si apre il secondo scompartimento dal quale la gemma cade nella caldaja. Un
tal congegno è applicato allo scopo di poter continuare
a introdurre nella caldaja nuova materia, e gradatamente, senza che sia necessario aprire il coperchio.
Infine è applicato su questo un termometro il quale vi
pesca per circa 30 centimetri.

Nella caldaja così costruita si introduce pertanto la gemma mano mano tolta dalle casse di conservazione e si riscalda a temperatura crescente fino a 90° circa. Dopo ciò si toglie il fuoco e si lascia raffreddare, operando, durante il raffreddamento una nuova aggiunta di materia, la quale, trovando pur essa ancora il calore sufficiente per la fusione, serve a sollecitare il raffreddamento.



Generalmente la fusione si fa alla sera, onde col riposo delle molte ore della notte avvenga la depurazione delle varie impurità, e al mattino si opera la decantazione, profittando dello stato ancora liquido della massa.

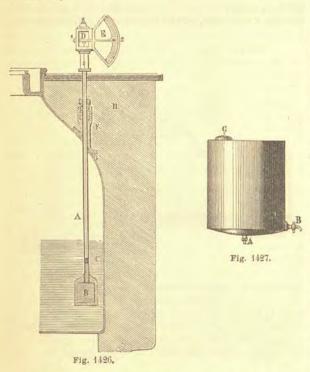
La decantazione si opera per mezzo di un tubo V, di circa 10 cm. di diametro, applicato alla parete della caldaja, un po' superiormente al fondo della stessa, e difesa internamente da una rete S, onde trattenere i frantumi di foglie, di corteccie, ecc., che per differenza di peso specifico sonosi accumulate alla superficie della materia in lavorazione. Ciò che rimane al disotto dello sbocco del tubo, viene poi tolto a mano, dopo solidificazione, viene introdotto in un sacco di tela, e con un getto di vapore si riscalda di nuovo, onde ottenere una filtrazione. La parte ricavata per diretta decantazione dicesi trementina di prima qualità, quella poca invece ottenuta per filtrazione colla tela, dicesi trementina di seconda qualità.

Decantata la trementina si fa passare entro grandi bacini di rame, o anche in vasche di mattoni ricoperte di buon cemento; ma è preferibile il metallo pel caso che occorresse riscaldare la massa, come accade di fare nella stagione fredda.

Dopo tali purificazioni, o meglio, dopo tale chiarificazione, la gemma subisce la più importante operazione, la distillazione, la quale ha per iscopo di separare l'olio essenziale dalla colofonia. Ciò si pratica entro un alambicco di forma comune, al quale trovansi uniti alcuni pezzi speciali. Codesto alambicco (fig. 1425) consta delle

seguenti parti:

a) Una cassa A (che devesi poter chiudere ermeticamente) dal fondo della quale si diparte un grosso robinetto g che dà passaggio alla gemma verso l'interno della cucurbita, mentre la gemma stessa è mantenuta liquida col mezzo del calore prodotto dai gas della combustione, dopo che hanno servito a riscaldare la cucurbita;



b) Una cucurbita, tutta di rame, a fondo leggermente convesso, della larghezza di un metro circa e altrettanto di altezza;

c) La storta propriamente detta, la quale porta sulla parte più curva un piccolo vaso di rame contenente acqua, e dal quale parte inferiormente un robinetto che lascia cader l'acqua entro la cucurbita;

d) Il refrigerante è il vaso che raccoglie il prodotto che distilla. In questo vaso trovansi l'essenza di trementina e il vapor acqueo condensato, il quale si mantiene al fondo mentre l'essenza galleggia: e viene a traboccare

spontaneamente in un vaso successivo.

A completare l'apparecchio di distillazione si ha un pirometro, come misuratore della temperatura di distillazione. Non si può adoperare il termometro perchè la temperatura interna elevandosi ad ogni carica ed abbassandosi rapidamente lo guasterebbe. Codesto pirometro a mercurio è costituito di un tubo di ferro A (fig. 1426) che termina in una vaschetta R contenente mercurio. Lungo il tubo trovasi un galleggiante c, il

quale è unito a un filo metallico terminante contro un indice girevole intorno a un perno, di modo che l'aumento di volume del mercurio nella vaschetta sospingendo il galleggiante produrrà sul quadrante una rotazione corrispondente all'aumento di temperatura. Per accertarsi del suo funzionamento si cura ogni tanto tempo di far bollire dell'acqua nell'alambicco al quale va applicato, e si verifica se la deviazione siasi mantenuta corrispondente a quella già assegnata nella costruzione dello strumento.

Vediamo ora in qual modo si operi la distillazione: alcuni preferiscono l'uso del fuoco diretto sotto l'apparecchio, altri invece l'uso del vapore; ma la pratica non saprebbe ben stabilire l'utilità di questa fusione per le grandi officine dove l'uso del vapore permette una certa economia di spesa: riguardo alla qualità dei prodetti non si banco seria l'alla dei prodetti non si banco seria l'alla qualità dei prodetti non si banco seria del prodetti non si banco seria l'alla qualità dei prodetti non seria l'alla qualità dei prodetti non seria l'alla qualità dei prodetti non seria del prodetti non seria l'alla qualità dei prodetti non seria dei prodetti non seria del prodetti non seria l'alla qualità dei prodetti non seria del prodetti del prodetti non seria del prodetti del

dotti non si hanno notevoli differenze.

Durante l'azione del calore avviene anzitutto formazione di vapor d'acqua, il quale trascina seco l'essenza di trementina: e quando arriva il momento in cui l'indice del pirometro segni 135°, in allora è necessario iniettar acqua entro la cucurbita, il che si fa aprendo il robinetto del recipiente d'acqua che abbiamo visto disposto sulla curvatura superiore della storta. L'acqua arrivando sulla massa vi si dispone alla stessa guisa che farebbe su una lastra infuocata, cioè assume lo stato sferoidale, ond'è necessario rompere questo equilibrio, aumentando la temperatura temporariamente per poi gradatamente attenuarla.

Terminata la distillazione e lasciata deporre sulfondo del vaso l'acqua che si è condensata, si riversa l'essenza di trementina entro appositi serbatoi di terra cotta e verniciati, o meglio di rame, internamente ricoperti di stagno (fig. 1427). Sono di forma cilindrica e sul fondo terminano a calotta; superiormente hanno una piccola bocca c, con rispettivo coperchio a chiusura perfetta,

e inferiormente un robinetto di scarico.

Entro la cucurbita rimane la parte resinosa propriamente detta, cioè la colofonia, la quale, per quanto la gemma sia stata purificata prima di essere portata ai magazzini, si presenta quasi sempre torbida e inquinata di pulviscolo. È necessario adunque filtrarla previo riscaldamento a 154° onde renderla liquida. A tal uopo si usano filtri piatti e filtri circolari: il primo è costituito da una cassa divisa in due scompartimenti da una tela metallica fitta, a mo' di uno staccio: nell'un scompartimento si versa la colofonia fusa, nell'altro si raccoglie ciò che traversa la tela. Il sistema è troppo primitivo; assai facilmente si otturano le maglie ed è necessario raschiarle onde renderle libere.

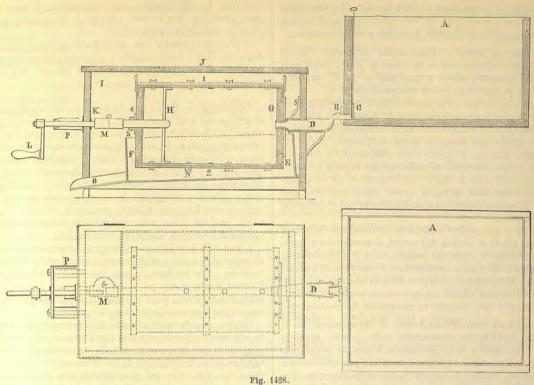
Il filtro circolare (fig. 1428) consta delle seguenti

parti:

1º Una cassa di legno A foderata di lamina di ferro stagnato e nella quale trovasi la colofonia liquida uscita dall'alambicco: da questa cassa, mediante una bocca inferiore, regolata da apposita saracinesca, la colofonia

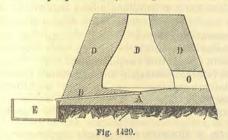
passa nel filtro propriamente detto;

2º Una cassa di legno entro la quale può ruotare uno scheletro di legno pure ricoperto di ferro stagnato, il quale, chiuso alle due estremità con due piatti di legno, ricoperti di ferro stagnato, è circondato da una rete metallica in modo da formare un cilindro H. Questo a sua volta ruota entro una cassa F N E dove si raccoglie la colofonia filtrata, la quale poi è portata al di fuori per mezzo del condotto o. La rotazione si opera per mezzo di una manovella e deve essere fatta lentamente onde evitare l'azione della forza centrifuga per la quale le impurità sarebbero cacciate con violenza contro le



pareti e con pericolo di essere spinte al di là della tela metallica. La colofonia viene direttamente caricata entro i barili, od anche in apposite casse, dalle quali, dopo raffreddamento si estrae a pezzi di vario volume.

Oltre all'essenza di trementina e alla colofonia, prodotti principali della gemma, hanno una certa importanza industriale anche i cascami della gemma stessa: intendendo come tali tutte quelle materie terrose, paglia, corteccie, foglie, ecc., che vedemmo separate, nelle prime operazioni di preparazione, dalle gemme. Tali residui



sono imbevuti di materie resinose, onde si cerca di utilizzare anche queste. A tal uopo si adopera un forno speciale, detto forno da pece, e anche un apparecchio ad alta pressione.

Il primo (fig. 1429) è rappresentato da una muratura avente un vano interno a tronco di cono, dal cui fondo in pendenza verso l'esterno si diparte un tubo che immette in una vasca E. Nella parte bassa della muratura trovasi un'apertura o, per la quale si scaricano le ceneri che si formano sul piano del forno. Il modo di funzionamento di questo è il seguente: dapprima si riducono a piccoli pezzi codesti residui resinosi, e se ne carica il forno, avendo cura che poco vi resti di spazio vuoto; indi si accende il fuoco dall'alto. Questo fa fondere len-

tamente la materia, la quale si raccoglie sul fondo, e poscia cola lungo il tubo fino al serbatojo esterno. Il prodotto che dicesi pece è costituito di trementina non decomposta, di catrame proveniente dalla combustione delle parti legnose, d'olii empireumatici, ecc. Viene poi assoggettata anch'essa alla distillazione onde separare l'essenza di trementina che vi si trova, e nella caldaja rimane una materia secca e nera.

L'apparecchio ad alta pressione consta di un cilindro di ghisa a robuste pareti, atto a sopportare una pressione di 4 atmosfere. È munito di una bocca di carico e di una bocca di scarico; quest'ultima, a livello di una griglia interna, sulla quale rimarranno i residui della fusione della materia da purificare. Il cilindro riceve una corrente di vapore in basso per mezzo di un rubinetto, mentre sta aperto il rubinetto superiore, onde cacciare l'aria dall'interno: poscia chiuso questo, riceve regolarmente il vapore ad alta pressione da un generatore di vapore.

Ciò posto è facile comprendere in qual modo funzioni l'apparecchio: per mezzo della temperatura del vapore e sotto la forte pressione, tutta la parte liquida dapprima e poi la parte resinosa si svincolano dai residui eterogenei (che rimangono sulla griglia) e colano per mezzo della bocca di scarico anzidetta entro un serbatoio. Così operando rimane evitato il pericolo d'incendio, perchè l'essenza non volatilizza punto di fuori, e rimane altresì di odore ancora gradevole. Soltanto che, naturalmente la materia arrivata nel serbatojo di scolo è mescolata a una certa quantità di acque di condensazione del vapore. Queste vengono lasciate riposare dalla sera al mattino, poi si decantano e sul fondo rimane una materia resinosa rappresa, la quale viene a sua volta assoggettata a distillazione insieme alla trementina di seconda qualità, cioè di quella proveniente dalla distillazione di trementina di qualità scadente.

Riguardo al rendimento totale in olio di trementina e in colofonia, si calcola industrialmente che 100 parti di gemma rendano 12 parti di quella e 88 di questa.

Catrame di pino. - Finalmente noteremo che in commercio trovasi, oltre la pece di pino, quale ora abbiamo indicato, anche il catrame di pino; materia la quale non deve con quella essere confusa.

Il catrame di pino è il residuo della carbonizzazione delle scheggie legnose e dei tronchi e rami dei pini che vengono abbattuti dopo che furono sfruttati in trementina. Codesti legni vengono segati o spaccati, poi se ne fa catasta analoga a quella della preparazione del carbone di legno. Durante la combustione lenta e non alimentata dall'aria, il legno carbonizza, e ne cola una materia catramosa nera, la quale viene condotta per mezzo di appositi canali entro barili che poi si pongono in commercio.

Esposti in tal modo i sistemi di lavorazione della trementina, quale si ricava dai primi, e accennato ai prodotti che essa ci offre col mezzo della distillazione, ci resterebbe a dire delle applicazioni di ciascuno di codesti prodotti. Ma a meglio comprendere la ragione delle applicazioni stesse, riteniamo opportuno anzitutto di soffermarci alle loro rispettive proprietà fisico-chimiche.

Essenza di trementina e olio di trementina. - Il prodotto industriale conosciuto sotto questo nome o anche sotto quello di acqua ragia è sempre inquinato di un po' di materia resinosa formatasi per ossidazione dell'essenza, nonchè di una certa quantità di acqua. Volendolo chimicamente puro, vi si mescola un po' di calce viva (anidra) onde sottrarne l'acqua, poscia si decanta l'essenza e la si ridistilla, aggiungendo nel pallone di distillazione una certa quantità di cloruro calcico fuso.

L'essenza di trementina industriale porta vari nomi, i quali richiamano la provenienza della trementina (gemma): quindi l'olio di trementina francese, inglese, tedesco, veneto, ecc.; e mentre ai caratteri esteriori si potrebbero tutti confondere, hanno invece alcuni caratteri ai quali si riesce facilmente a distinguerli fra loro. In generale l'essenza di trementina si presenta come un liquido mobile, di odore aromatico, insolubile nell'acqua, solubile nell'alcool assoluto, nell'etere, nel solfuro di carbonio; ed a sua volta è ottimo solvente del jodio, del fosforo, del solfo, dei grassi, delle resine, ecc.

Il peso specifico, invece, il punto di ebollizione e il potere rotatorio variano da un olio di trementina ad un altro e sono appunto questi i caratteri dei quali il chimico si serve per stabilire la provenienza dei vari olii di trementina più noti.

Altri caratteri generali sono i seguenti: in contatto dell'aria assorbe ossigeno, si fa densa, vischiosa, e si converte infine in una materia resinosa, mente si svilappa anidride carbonica, acido acetico e acido formico.

Posta a contatto di acido nitrico concentrato, reagisce violentemente, si sviluppa calore in quantità tale da produrre l'accensione della massa: coll'acido nitrico diluito la reazione è meno violenta. A contatto degli idracidi del cloro, del bromo e del jodio, reagisce formando dei sali che sono il cloridrato, il bromidrato, il jodidrato di terebentene. Dai primi due hannosi due sali, uno solido e uno liquido (il cloridrato liquido è il prodotto che dicesi canfora artificiale), mentre di jodidrato non si conosce che uno, allo stato solido, e che secondo taluni va ritenuto come il miscuglio di un jodidrato solido e di uno liquido.

Il cloro e il bromo sono assorbiti dalla essenza di trementina con grande sviluppo di calore, generando dei composti liquidi aventi odore di canfora. Il jodo ne è pure assorbito, ma se esso trovisi in gran copia a reagire, ne succedono esplosioni.

Il comportamento ora accennato dell'acido nitrico, degli idracidi e degli alogeni è comune a tutte le essenze di trementina, indipendentemente quindi dalla loro provenienza.

Colofonia. - Sotto questo nome e anche sotto quello di arcanson e di pece greca, si intende il residuo resinoso della distillazione dell'essenza di trementina dalla trementina. Se ne hanno, commercialmente, due qualità, l'una, colofonia del galipot, l'altra, colofonia della trementina. La prima proviene dalla fusione e successiva filtrazione del galipot, cioè di quella massa resinosa che non contiene quasi punto di essenza, e che quindi non subisce distillazione. L'altra invece è ciò che rimane nella caldaja dopo aver eliminato dalla trementina (gemma) l'essenza mediante distillazione.

L'una e l'altra hanno comuni i caratteri: sono solide, di color giallo più o meno cupo, trasparenti, di frattura vetrosa, quasi inodore, secche, fragili. Sono solubili nell'alcool forte, e un po'meno nell'alcool debole. Sono solubili nell'etere, negli olii volatili e nei fissi; entrambe

contengono acido silvico e acido pinico.

Oltre a queste colofonie, che sono trasparenti, si trova in commercio anche una colofonia opaca, la quale viene preparata nel modo seguente. Si radunano le colofonie residue delle distillazioni della trementina, le si riscaldano fino a fusione, poi vi si inietta una certa quantità d'acqua bollente (il 10 % del peso). Ciò produce un grande rigonfiamento della massa e sviluppo di vapor d'acqua: si lascia riposare, indi si cola entro forme di sabbia preventivamente inumidite con acqua, e se ne fermano per tal modo dei cilindri, dei pani, ecc., che vengono direttamente posti in commercio.

Queste resine, che ritengono nella loro costituzione una certa quantità di acqua, sono opache e dotate di color giallo assai pallido, che però talora ha varie gradazioni verso il color bruno. Commercialmente sono tanto più ricercate quanto più pallide.

Il valor commerciale dei prodotti derivanti dalla trementina varia generalmente fra i seguenti limiti:

	al quintale
Trementina gallipot L.	35-40
Trementina (pasta) »	90-160
Olio di trementina (acqua ragia) . »	76-80
Olio (etereo) essenziale di trementina	150-160
Colofonia comune »	10-20
Pece	35-40
Catrame di pino »	30-40

Ed ora, a dimostrare la grande importanza della trementina come materia resinosa, diremo delle molteplici applicazioni alle quali si adattano i singoli prodotti che abbiamo studiato. Cominciamo coll'essenza di trementina.

Applicazioni dell'essenza di trementina. - L'essenza od olio essenziale di trementina si presta mirabilmente nella confezione di vernici: essa scioglie in varie proporzioni le materie resinose secche, e gli olii fissi, e perciò distendendo su legni, metalli, ecc., un sottil velo di codeste soluzioni, se ne ottiene sollecitamente una copertura lucente, idrofuga, in grazia della facile volatilizzazione dell'olio essenziale che ne è il solvente.

Esempi della proporzione nella quale codesto liquido entra nelle vernici, sarebbero i seguenti:

**				
Ver	mice	ner	metalli	
	10100	por	*****	400

Colofonia						p.	30
Succino							60
Resina copale						>>	60
Essenza di trementina						>>	180
Vernice 1	oer	- 76	egr	ıi:			
Resina copale						p.	60
Canfora						>>	2
Essenza di trementina							120

ed altri numerosissimi che potrebbonsi accennare.

Un'applicazione ancora importante è quella nella medicina umana e nella medicina veterinaria. Si adopera sotto forma di unguento, ed anche sotto forma di emulsione per uso interno, e precisamente la si usa contro i catarri vescicali, contro i vermi intestinali, nelle coliche epatiche, nei reumatismi, ecc.

È adoperata altresì su vastissima scala l'essenza di trementina nell'arte del pittore; e del pari si impiega come liquido digrassatore tanto delle stoffe quanto delle

macchine, dei caratteri da stampa, ecc.

Applicazioni della colofonia. - A molte ed interessantissime applicazioni si presta questo residuo di così basso valore commerciale. Una, e forse la principale, è la fabbricazione dei saponi: si mescola a tal uopo la colofonia con una certa quantità di materia grassa. Il prodotto è conosciuto col nome di sapone giallo, è solubile nell'acqua e fa molta schiuma. Di tali saponi, detti appunto resinosi, si fa grand'uso negli stabilimenti di lavorazione della seta.

Altro impiego è quello della incollatura della pasta da carta: operazione che si fa onde la carta risultante non abbia ad assorbire l'acqua. Si scioglie pertanto la colofonia in un alcali (carbonato sodico) ottenendosi un resinato alcalino; questo, diffuso nella pasta, rimane poi aderente alla fibra, così da poter dare alla carta una certa continuità unita anche ad una certa resistenza.

Impiegasi del pari la colofonia nella fabbricazione della ceralacca. Tal prodotto, naturalmente, dovrebbe esser formato di pura resina lacca; ma da una parte il prezzo elevato di questa, e dall'altra la smania della adulterazione e della falsificazione che ha invaso i fabbricanti d'ogni maniera di prodotti, hanno persuasi a mescolare alla lacca una grandissima quantità di resina colofonia. Ciò non pertanto la ceralacca alla colofonia è impiegata su vastissima scala, perchè risponde alle esigenze dell'uso comune.

Altra applicazione è quella della fabbricazione del nero fumo. A tal uopo si soggettano i residui o scarti della colofonia ad una combustione incompleta, di modo che rimanga libera una grande quantità di carbonio che a sua volta viene condotto a depositarsi in appositi locali. La produzione del nero fumo con tal sistema è di molto scemata, dopochè si è trovato più economico

ritrarlo dal catrame del carbon fossile.

Un altro prodotto della colofonia, ch'ebbe in passato un grande impiego e che tuttora si adopera, è quello che si dice olio di resina o olio pirogenico. Lo si prepara distillando la colofonia di bassa qualità, e si ottiene oltre che un olio essenziale anche un olio fisso, detto appunto di resina. Codesto olio fisso a sua volta è costituito di tre composti liquidi che furono chiamati l'uno retinafta (bolle a 114°), l'altro retinile (bolle a 150°), e il terzo retinole (bolle a 238°), e contiene altresì una materia solida, bianca, cristallina (fondente a 67°), che fu chiamata meta-naftalina. Esso viene su larga scala adoperato specialmente in Inghilterra come materiale da lubrificazione.

Infine trovasi la colofonia utilissima e di grande sussidio in una folla di applicazioni secondarie. Così la si adopera polverizzata per gettarla sulle cinghie di cuojo avviluppanti le puleggie, onde aumentare l'aderenza di quelle su queste: l'usano i saldatori, peltrai, ramai, ecc., come materia deossidante, perchè essa abbruciando a contatto delle superficie metalliche da saldare, impedisce la loro ossidazione, e quindi l'unione dei due metalli riesce spedita. È adoperata per annerire le forme entro le quali devesi colare un metallo fuso, e ciò si ottiene abbruciandola entro la forma stessa. Un'ultima applicazione è quella di confezionare le così dette torcie a vento, per le quali si utilizzano di preferenza le resine opache o le colofonie greggie: queste vengono fuse e vi si immergono delle treccie di cordame, di stoppie lunghe che poi si riuniscono in un solo fascio.

BIBLIOGRAFIA. - Würtz, Encyclopedie chimique. -Wagner, Chimica industriale. - E. Dromart, Traité des matières résineuses. - Selmi, Enciclopedia chimica italiana. Prof. G. Monselise.

TULLE. - Vedi Merletti e Pizzi.

VAPORE. - Franc. Vapeur; ted. Dampf; inglese Steam.

In vari articoli di questa Enciclopedia si è già parlato dei vapori e specialmente del vapore acqueo. Nell'articolo Calore furono esposte le formole generali della termodinamica relative ai vapori saturi e surriscaldati, nell'articolo MACCHINE A VAPORE ED A GAS fu ampiamente sviluppata l'applicazione del vapore d'acqua saturo nelle motrici termiche, e finalmente nell'articolo Agghiacciamento fu detto dell'applicazione di alcuni vapori alle macchine frigorifiche. Rimandiamo quindi alle suddette voci, specialmente per quanto riguarda le proprietà fisiche e meccaniche dei vapori saturi e per quanto rigurda le loro applicazioni; rimandiamo pure all'articolo Calore per quanto riguarda la teoria del vapore d'acqua surriscaldato. Ma se la teoria di questo vapore ha fatto pochi progressi d'allora in poi, non si può dire altrettanto delle sue applicazioni, e per conseguenza è dell'applicazione alle motrici termiche del vapore di acqua surriscaldato che si tratterà in questo

Vapore surriscaldato (franc. Vapeur surchauffée; ted. Ueberhitzte dampf; ingl. Overheated Steam). I primi tentativi fatti per l'impiego del vapore surriscaldato nella macchina a vapore sono anteriori al 1827 e pare siano dovuti a Frost ed a Wetherhed; ma dopo il tentativo di quest'ultimo, per vari inconvenienti sopraggiunti nell'applicazione pratica, lo sviluppo del sistema fu talmente inceppato che il sig. J. Perkins, nel 1827, prese un brevetto per un apparecchio destinato a prevenire la possibilità del surriscaldamento del vapore. Attualmente l'idea del Perkins sembra ridicola, perchè il vapore in un generatore di vapore od in una motrice non può surriscaldarsi senza un apparecchio speciale, eccetto forse, ma molto leggermente ed in rari casi, durante il periodo di compressione, ma serve a provare in quale stato di discredito fosse il vapore surriscaldato a quell'epoca. Ad onta di ciò però alcuni anni dopo ricomparvero i tentativi, e dal 1856 al 1862 parecchi farono i brevetti presi per nuovi apparecchi destinati al surriscaldamento del vapore. Questo risveglio

VAPORE -

credo debba attribuirsi alle esperienze che Hirn intraprese dal 1855 sulla storica macchina di Logelbach, la quale da quell'epoca fin dopo il 1892 funzionò a vapore surriscaldato. Tutti questi tentativi, eccetto quello di Hirn, furono fatti per la più gran parte su navi mercantili inglesi, con successo sempre favorevole per riguardo al consumo di combustibile, portando un risparmio variabile dal 20 al 30 %; ma non per questo il sistema si estese, non essendo ben chiarito se il risparmio in combustibile compensasse le spese d'impianto del surriscaldatore e le spese dovute alle frequenti riparazioni che l'apparecchio richiedeva. Quest'ultima circostanza era di molta importanza, specialmente per le navi, che erano obbligate perciò a soste più lunghe nei porti. D'altra parte, sia per differenza nell'apparecchio di surriscaldamento, sia per differenza nella temperatura del surriscaldamento del vapore, sia ancora per l'esistenza o meno dell'inviluppo di vapore al cilindro della motrice e più ancora perchè non era ben noto il vero scopo che si voleva raggiungere coll'uso del vapore surriscaldato, i tecnici si divisero in due campi, l'uno a sostegno, esagerando talvolta nei vantaggi ottenibili, l'altro contrario, che pure talvolta esagerò nei difetti imputabili al sistema.

L'applicazione alle macchine a vapore dell'inviluppo di vapore, il principio dell'espansione multipla e la grande velocità, tutti mezzi che concorrono a raggiungere lo stesso fine che si vuole ottenere col vapore surriscaldato, avevano in questi ultimi anni quasi fatto obliare quest'ultimo, e specialmente nel campo delle motrici stazionarie ben rare furono le applicazioni del surriscaldamento; anzi un'applicazione duratura non si ebbe che a Logelbach, là dove l'Hirn fece le prime sue classiche esperienze. Ma il numero dei nuovi apparecchi di surriscaldamento apparsi, il numero delle applicazioni fatte e il numero degli esperimenti eseguiti nell'ultimo quinquennio dimostrano che il vapore surriscaldato fu di nuovo tratto dall'oblio, destando fra i

tecnici il più vivo interesse.

Non è fuor di luogo il richiamare innanzi tutto le differenze esistenti fra il vapore saturo ed il vapore surriscaldato. Le ordinarie caldaje a vapore, vaporizzando l'acqua per mezzo del calore, producono del vapore che si chiama saturo, ed in tale stato fisico non gli si può sottrarre la più piccola quantità di calore senza che una parte di esso ritorni allo stato liquido, alla stessa temperatura, e finchè rimane in presenza od in miscuglio col suo liquido non gli si può somministrare calore senza che una parte del liquido si trasformi in vapore. Inoltre il vapore prodotto da una caldaja contiene sempre una certa quantità di liquido e perciò è detto saturo ed umido, per cui il vapore, che uscendo dalla caldaja entra nella condotta, può ritenersi come un miscuglio di vapore e di liquido. Il grado di umidità può essere molto diverso a seconda del tipo della caldaja e dal 20 % può discendere anche solo al 2 %. Se questo vapore, tolto alla caldaja, in un punto qualunque della condotta, riceve calore, si essicca dapprima per la vaporizzazione del liquido che conteneva, rimanendo costante la pressione e la temperatura, dopo di che continunado a ricevere calore aumenta di temperatura mentre la sua pressione rimane costante. È in questo secondo stadio della somministrazione del calore ch'esso si trasforma nel così detto vapore surriscaldato: mentre allo stato saturo la sua temperatura per una pressione costante non può nè aumentare nè diminuire, allo stato di vapore surriscaldato pur rimanendo la pressione costante, la sua temperatura va aumentando col somministrargli calore, e mentre allo stato saturo non gli si può sottrarre calore

senza che una parte di esso ritorni allo stato liquido, allo stato di vapore surriscaldato può subire sottrazione di una certa quantità di calore senza che sia accompagnata dalla più piccola condensazione. Inoltre mentre il vapore umido è abbastanza buon conduttore del calore, il vapore surriscaldato invece è tanto più cattivo conduttore del calore quanto più esso è lontano dal suo punto di saturazione; così pure la densità del vapore surriscaldato, a parità di pressione, è tanto più piccola di quella del vapore saturo quanto più alto è il grado del surriscaldamento. Sono queste le differenze essenziali fra il vapore saturo e surriscaldato, che rendono il secondo termicamente più conveniente del primo quando sia impiegato in una motrice a vapore, come mezzo per la trasformazione del calore in lavoro.

La quantità di calore Q in calorle, necessaria per riscaldare un chilogramma di vapore di titolo x da  $t_1$ , temperatura di saturazione a  $t_2$ , temperatura del surriscaldamento, ritenendo il calore specifico a pressione costante non variabile colla temperatura ed eguale a 0,48, ciò che si può ammettere con sufficiente approssimazione, è data da:

 $Q = r_1 (1 - x) + 0.48 (t_2 - t_1)$ 

ove  $r_1$  è il calore di vaporizzazione corrispondente alla temperatura  $t_1$  ed eguale a  $606,5-0,695\,t_1$ .

Passerò ora in esame le ragioni per le quali si ritiene il vapore surriscaldato più conveniente del saturo nelle

motrici a vapore.

Sono noti, ed ormai senza contestazione, i fenomeni che accompagnano il passaggio del vapore saturo dalla caldaja al condensatore e che qui richiamo brevemente (Vedi articolo Macchine a Gas ed a vapore). Condensazione e relativa perdita di calore nella condotta; perdita di pressione per le resistenze passive pure nella condotta; scambi di calore fra le pareti ed il vapore nel cilindro. Questi ultimi sono causati dalla differenza di temperatura che esiste fra il vapore e le pareti del cilindro; in alcune fasi del diagramma od in alcuni momenti di una fase, le pareti del cilindro sono meno calde del vapore, in altre fasi il vapore è meno caldo delle pareti, quindi in certe fasi è il vapore che cede calore alle pareti, in altre sono le pareti che ne cedono al vapore. Questi scambi di calore sono sempre accompagnati da condensazione parziale del vapore, o da vaporizzazione parziale dell'acqua in miscuglio col vapore: è il vapore che cede calore alle pareti? Vi sarà allora condensazione, il cui prodotto si depositerà sotto forma di rugiada sulle pareti stesse; sono le pareti che cedono calore al vapore? in tal caso una parte di quell'acqua, antecedentemente depositata sulle pareti, si vaporizza servendo per tal modo di veicolo al calore.

Questi scambi di calore sono sempre accompagnati da una perdita, dovuta ad una certa quantità di calore che attraversa il cilindro senza verun profitto, cioè senza che una parte di esso si converta in lavoro. Questa perdita è tanto più grande quanto maggiore è la variazione di temperatura subita dalle pareti durante un colpo completo di stantuffo; la variazione di temperatura delle pareti a sua volta aumenta colla quantità di calore che le pareti stesse cedono durante il periodo di espansione ed in modo speciale durante il periodo di scarico. Questa quantità di calore poi dipende dal grado di conducibilità pel calore del corpo in contatto colle pareti, dalla differenza di temperatara fra i due corpi a contatto e dal tempo durante il quale stanno a contatto.

Per ridurre al *minimum* la perdita dovuta agli scambi di calore dovrebbero quindi essere soddisfatte queste

condizioni:

1º Pareti asciutte a vapore secco o meglio surriscaldato;

2º Minima differenza di temperatura fra le pareti ed il vapore;

3º Minima durata del colpo di stantuffo.

Tutte queste condizioni conviene che sieno soddisfatte in special modo durante il periodo di scarico.

I mezzi escogitati per soddisfare alla prima condizione sono: l'inviluppo di vapore a temperatura almeno eguale a quella del vapore che s'introduce nel cilindro, il vapore surriscaldato, la miscela d'aria e vapore, il rivestimento interno del cilindro con materie coibenti.

Soddisfano alla seconda condizione le macchine ad espansione multipla, alla terza le macchine a grande

velocità.

I mezzi più usati sono l'inviluppo di vapore, la macchina ad espansione multipla e quella a grande velocità.

Il vapore surriscaldato, dopo l'inviluppo di vapore, è il più antico; gli altri due mezzi non costituiscono finora che tentativi con esito infruttuoso.

Che il vapore surriscaldato soddisfaccia, almeno in parte, alla prima condizione è subito chiarito. Ancorchè le pareti del cilindro si trovino ad una temperatura inferiore a quella del vapore, questo, quando fosse surriscaldato, potrebbe cedere a quelle del calore senza condensarsi, quindi dovrebbero restare asciutte le pareti ed

il vapore secco.

Nel fatto però la condensazione parziale del vapore, specialmente durante il periodo d'introduzione, non è eliminata ma solo diminuita, perchè essendo il vapore surriscaldato cattivo conduttore del calore, solo uno strato relativamente sottile, quello più vicino alle pareti, cede calore, e ne cede una quantità sufficiente da ridursi allo stato saturo con contemporanea parziale condensazione: gli strati interni più lontani dalle pareti possono mantenersi ancora allo stato di surriscaldamento. Ma se non è completamente soddisfatta la prima condizione, pareti asciutte e vapore secco, è però più vicina ad esserlo che col vapore saturo; anzi vaporizzandosi durante l'espansione quella poca acqua che s'era formata durante l'introduzione, al principio dello sca-rico saranno le pareti asciutte ed il vapore secco ed anche surriscaldato, essendo così soddisfatta la prima condizione durante la fase più critica per le perdite dovute agli scambi di calore.

Il vapore surriscaldato ha una influenza benefica anche nella condotta di vapore, lungo la quale, relativamente al vapore saturo, per la minore densità riescono minori le resistenze passive al movimento e minore la perdita di pressione, e per la minore conducibilità pel calore, riesce minore la dispersione del calore

all'esterno.

Un altro vantaggio del vapore surriscaldato sul saturo, quantunque indiretto, lo si riscontra nella caldaja a vapore. Essendo il vapore surriscaldato più conveniente del saturo, il vantaggio si traduce, per una determinata potenza della motrice, in un minor consumo di vapore, e la caldaja a vapore è quindi chiamata a produrne meno, e per ciò aumenta non indifferentemente il suo rendimento. Ciò è confermato da numerose esperienze comparative, i cui risultati dimostrano che il peso di vapore che si produce per ogni chilogr. di carbone abbruciato, ad onta del calore in più che si deve spendere pel surriscaldamento, è maggiore quando si produce il vapore surriscaldato di quando si produce il saturo.

Un ultimo vantaggio del vapore surriscaldato sul saturo sta nel fatto che il primo a parità di pressione ha

una più alta temperatura del secondo.

Da tutto quanto sono venuto esponendo risulta che l'inviluppo di vapore, l'espansione multipla, la grande velocità ed il vapore surriscaldato, concorrono tutti per vie diverse ad attenuare le perdite dovute agli scambi di calore fra il vapore e le pareti del cilindro; ma che inoltre il vapore surriscaldato esercita la sua influenza benefica anche nella condotta.

Il risveglio nell'applicazione del vapore surriscaldato ha condotto in questi ultimi anni ad esperienze sui nuovi apparecchi di surriscaldamento di Uhler, di Schwoerer,

di Gehre e di Dusert ed Epeche.

Notevoli sono quelle del sig. M. Walther-Meunier, eseguite sui primi tre di questi apparecchi e quelle dei sigg. Ludwig e Weber eseguite sull'apparecchio di Uhler. Anch'io nel 1894 ebbi occasione di eseguire lunghi esperimenti in Torino sul surriscaldatore di Dusert ed Epeche.

Gli impianti sui quali esperimentò il sig. Walther-Meunier consistevano, per la maggior parte, di caldaje che producevano dai 18 ai 22 Kg. di vapore all'ora per metro quadrato di superficie di riscaldamento e di macchine a vapore dell'antico tipo Woolf a bilanciere, ancora tanto diffuse in Alsazia, ed in questi casi il surriscaldamento del vapore ebbe buon giuoco, portando un beneficio che raggiunse talvolta perfino il 30 %: però in un solo caso, in cui la macchina era una Compound con inviluppo di vapore, il risparmio di combustibile raggiunse ancora il 17 %.

Le esperienze dei sigg. Ludwig e Weber furono fatte sopra una macchina a tripla espansione con inviluppi di vapore, e qui il beneficio fu assai limitato, avendo raggiunto al massimo il 6 %, riuscendo anche negativo

in qualche esperimento.

Le mie esperienze sul riscaldatore Dusert ed Epeche furono fatte con caldaje tipo locomotiva, ma con produzione di soli 8 a 10 Kg, di vapore all'ora per metro quadrato di superficie di riscaldamento, e con una macchina monocilindrica tipo Sulzer, di costruzione Tosi di Legnano, funzionante senza condensazione, ed il beneficio ottenuto nel consumo di combustibile variò fra il 24 ed il 18 %, secondo che la condotta di vapore non era od

era protetta da mastice isolante.

Queste differenze di beneficio portate dal surriscaldamento non devono far meraviglia, dipendendo dai mezzi più o meno efficaci esistenti nell'impianto sperimentato contro la dispersione del calore e contro gli scambi di calore fra le pareti del cilindro ed il vapore. Ad esempio la motrice sperimentata da Ludwig e Weber, essendo ad inviluppi di vapore ed a tripla espansione, era già tanto ben protetta contro gli effetti nocivi degli scambi di calore che il vapore surriscaldato poco o nulla di beneficio vi apportò. È però un problema non ancor risolto, se converrebbe in nuove installazioni ricorrere a macchine monocilindriche od a doppia espansione con vapore surriscaldato, oppure a macchine a tripla espansione con vapore saturo. Il problema è della massima importanza, specialmente per la marina, perchè il costo e lo spazio occupato da una macchina a tripla espansione sono sempre di parecchio superiori a quelli della macchina a doppia espansione, e di gran lunga superiori a quelli della macchina monocilindrica. Si presenta ora naturale questa domanda: se il vapore surriscaldato porta tanto beneficio nel consumo di combustibile perchè stenta tanto a diffondersi la sua applicazione?

Come a tutte le nuove applicazioni industriali, così anche a quella del vapore surriscaldato si attribuiscono degli inconvenienti che, se veri, giustificherebbero la

riluttanza incontrata finora al suo impiego.

Una prima critica fatta al vapore surriscaldato è quella di decomporre i lubrificanti, e questa critica avrebbe fondamento se il surriscaldamento venisse spinto a temperature di 270° o 280° centigradi. In realtà l'esperienza ha dimostrato che il beneficio del vapore surriscaldato si raggiunge anche con un moderato surriscaldamento; bastando dai 40° ai 50° centigradi al disopra della temperatura di saturazione del vapore, non si sorpasserebbero quindi i 250°, anche per le più alte pressioni praticamente usate; anzi per le pressioni normali basterebbe una temperatura di 200° a 210°. Considerando ora che un buon olio lubrificante non deve scomporsi che a temperature superiori ai 260°, la prima critica cade da sè.

Una seconda critica ha la sua base nella variabilità della temperatura di surriscaldamento. Nel fatto, essendo questa variabilità mai eccessiva, ed avendo dimostrato l'esperienza che, ad onta di ciò, il vapore surriscaldato è pur sempre vantaggioso e non produce irregolarità nel movimento della motrice, anche questa critica non ha base seria.

Una terza critica, e questa è la più seria e la più fondata, vien fatta agli apparecchi di surriscaldamento, perchè o troppo costosi o troppo delicati e talvolta di difficile applicazione, richiedendo trasformazioni costose e tempo troppo lungo per eseguirle.

I surriscaldatori sono apparecchi costituiti da tubi o da recipienti a pareti metalliche percorsi nell'interno dal vapore da surriscaldarsi ed all'esterno dai prodotti

della combustione.

Si possono distinguere in quattro classi:

1º Surriscaldatori piazzati sul focolajo della caldaja;
2º » nei condotti »

3° » in un condotto speciale, al di là di quelli della caldaja;

4º Surriscaldatori a focolajo indipendente e piazzati fra la caldaja e la motrice.

Quelli delle prime tre classi utilizzano il calore svolto sul focolajo della caldaja, quelli della quarta utilizzano

il calore svolto sopra un focolajo proprio.

I surriscaldatori della prima classe sono i più economici relativamente a prima spesa d'impianto, richiedendo essi, per un dato effetto, una superficie di riscaldamento limitatissima; sono accessibili alle visite ed alle riparazioni senza lunga sospensione di lavoro della caldaja. Subiscono però gli effetti di un'altissima temperatura e sono perciò soggetti a deteriorarsi in un tempo relativamente breve.

I surriscaldatori della seconda classe sono costituiti da tubi installati nei condotti delle caldaje fisse o nella camera a fumo delle caldaje delle locomobili e simili. Richiedono a parità di effetto una superficie di riscaldamento assai più grande di quella dei surriscaldatori della prima classe, sia per la minore differenza di temperatura fra il fluido scaldante e lo scaldato, sia ancora per la facilità con cui si coprono di fuliggine esternamente: costano più dei primi per spesa d'impianto, per sorveglianza e riparazioni, essendo meno accessibili; richiedono soste lunghe della caldaja, specialmente se fissa, non solo per le riparazioni ma anche per la semplice visita.

I surriscaldatori della terza classe si installano in condotti particolari e ricevono i prodotti della combustione dopo che hanno abbandonata la caldaja. Richiedono una superficie di riscaldamento ancora più grande per ragioni analoghe, ma più influenti, a quelle dei surriscaldatori della seconda classe. Sono accessibili alle visite ed alle riparazioni, senza sosta della caldaja,

quando si dispongano convenientemente i condotti, Sono di più lunga durata e meno soggetti a riparazioni, ma costano più per spesa d'impianto. Utilizzano il calore perduto dei gas caldi e non alterano quindi la potenza vaporizzatrice della caldaja. A questo riguardo però giova osservare che le attuali caldaje fisse, alle quali sole si possono applicare simili surriscaldatori, sono quasi sempre provviste di riscaldatori d'acqua, i quali pure utilizzano parte del calore dei prodotti della combustione che andrebbe perduto. La caldaja, a seconda della sua pressione e della sua temperatura di regime. può utilizzare il calore dei prodotti della combustione finchè la loro temperatura s'è abbassata a 300° o 250° centigradi. Per l'ulteriore utilizzazione del calore dei prodotti della combustione la temperatura di questi ultimi può ancora abbassarsi fino a 150°, od al più 130° centigradi, dovendosi conservare una certa quantità di calore pel tirante del camino. Il calore che essi cedono per quest'abbassamento di temperatura è insufficiente per ottenere il surriscaldamento del vapore ed il riscaldamento dell'acqua. Bisogna quindi, applicando un surriscaldatore del vapore, o rinunciare al riscaldamento dell'acqua, ciò che è male, oppure disporre le cose in modo che i gas caldi abbandonino la caldaja a più alta temperatura; ma in questo secondo caso il surriscaldatore non utilizza più il calore perduto dei gas caldi, perchè realmente il calore da esso utilizzato è tolto alla

D'ordinario i surriscaldatori della terza classe non dànno mai un sufficiente grado di surriscaldamento, e si potrebbero piuttosto chiamare essiccatori del vapore Per il grande spazio che occupano non si dovrebbero mai applicare isolatamente ad una caldaja, ma a gruppi di caldaje disposte in batteria, come si usa in simili casi

pei così detti economizzatori.

Finalmente i surriscaldatori della quarta classe, o surriscaldatori a focolajo indipendente, si inseriscono nella condotta di vapore possibilmente in vicinanza della motrice; sono particolarmente utili nei casi di condotte lunghe. Essi costituiscono un proprio e vero generatore di vapore surriscaldato; cioè si compongono di una caldaja, d'ordinario a tubi, la quale invece di ricevere acqua e produrre vapore saturo, riceve vapore saturo e produce vapore surriscaldato. Proporzionando convenientemente, in relazione alla produzione di vapore, la superficie di riscaldamento, la graticola ed il tirante, si può, entro certi limiti, ottenere quel grado di surriscaldamento che si desidera. Hanno sempre una superficie di riscaldamento alquanto estesa, richiedono organi regolatori, la cui manovra richiede alla sua volta la presenza di un operajo, che del resto è richiesto anche dal focolajo. Possono essere visitati e riparati senza sospensione della caldaja, o delle caldaje, di cui surriscaldano il vapore; la superficie di riscaldamento diretta subisce però gli effetti di un'alta temperatura, ed è quindi facilmente deteriorabile.

Ai surriscaldatori della prima, della seconda, e specialmente della terza classe, si fa l'appunto di non utilizzare il calore perduto dei gas caldi, ma nella realtà, se si vuol ottenere dal surriscaldamento un effetto valido e sicuro bisogna ricorrere ad uno di questi. Si è visto infatti che i surriscaldatori della terza classe, che vorrebbero utilizzare solo il calore perduto dei gas caldi non dànno un effetto sufficiente se non coll'abolizione dei riscaldatori d'acqua: in causa poi della bassa temperatura dei prodotti della combustione, non possono applicarsi se non alle pressioni medie per ottenere un

grado di surriscaldamento da 180° a 190°.

Anche i surriscaldatori della seconda classe hanno il grave inconveniente dell'ubicazione nei condotti della caldaja, che obbliga a rotture dei muri per le riparazioni, a disagevoli visite ed a soste lunghe per eseguire le prime e le seconde.

La prima e la quarta categoria sarebbero quindi le più convenienti, la prima specialmente quando si tratta di caldaje isolate di qualunque tipo, la quarta quando si tratta di batterie di caldaje murate, specialmente se

lontane dalle motrici.

Il surriscaldatore Dusert ed Epeche appartiene alla prima classe. Esso fu applicato a scopo esperimentale a parecchie caldaje di diverso tipo ed il successo termico fu sempre favorevole. Negli esperimenti fatti da me, le caldaje erano del tipo locomotiva; e di quattro caldaje identiche che costituivano una batteria, due possedevano ciascuna un surriscaldatore e due no: siccome per la motrice bastavano solo due caldaje, si poterono fare degli esperimenti comparativi di lunga durata. Tutto faceva prevedere un buon risultato definitivo, quando dopo sei mesi di esercizio, contemporaneamente in ambidue i surriscaldatori, si riscontrano avarle così serie da obbligare il loro abbandono.

Il surriscaldatore Uhler appartiene alla quarta classe. Esso fu sperimentato dai sigg. Ludwig e Weber con risultato termico poco soddisfacente, non per difetto però del surriscaldatore o per difetto del vapore surriscaldato, ma per il tipo della motrice, ch'era una macchina a tripla espansione. Anche questo surriscaldatore fu abbandonato, in parte pei risultati termici, ma più specialmente pei guasti che si manifestarono nel corpo tubolare. Questo corpo tubolare, che costituiva la superficie di riscaldamento, è composto di un gruppo di tubi doppi, l'uno investito nell'altro come i tubi della caldaja Field (V. articolo CALDAJE A VAPORE): il tubo interno parte da un recipiente in comunicazione colla condotta di vapore saturo, ed è aperto in basso; il tubo esterno, inviluppante l'interno, parte da un recipiente da cui si dirama la condotta di vapore surriscaldato ed è chiuso in basso. Il fascio dei tubi trovasi verticalmente sopra il focolajo, per cui la parte chiusa del tubo esterno, ove incomincia a surriscaldarsi il vapore, è direttamente colpita dalle fiamme.

In questa parte si formano dei depositi che vi lascia l'acqua vaporizzata trascinata dal vapore, per cui dopo alquanto tempo d'esercizio la parete metallica del tubo può riscaldarsi fortemente dando luogo a screpolature. Ultimamente si è cercato di ovviare al grave inconveniente col disporre i tubi orizzontalmente, non so però

con quale esito.

Da quanto sono venuto qui sopra esponendo risulta che attualmente non è più quistione di discutere se il vapore surriscaldato convenga o no, quando sia impiegato nelle macchine a vapore al posto del vapore saturo, la sua utilità essendo ormai dimostrata da molte esperienze e dal ragionamento: sono invece gli inconvenienti più o meno seri, che s'incontrano nel generario che devono essere considerati; ci abbisogna un surriscaldatore pratico, in cui siano eliminati i difetti superiormente menzionati: questo è il problema che bisogna risolvere. Colui il quale avrà la fortuna di ideare un surriscaldatore di effetto sufficiente, di comoda applicazione almeno ai principali tipi di caldaje, di durata sufficientemente lunga, senza spese eccessive per riparazioni, condotta e manutenzione, oltre alla ricompensa materiale assicurata, gli verrà il merito incontestabile di aver creato per l'industria un apparecchio di grandissima utilità. VENTILAZIONE. — Francese Ventilation, Aérage; inglese Ventilation; ted. Ventilation, Lüftung.

Il problema della ventilazione ha una importanza eguale, se non superiore, a quello del riscaldamento. Disgraziatamente, lo spazio a noi concesso non ci permetterà di trattarlo che a grandi linee. Sopprimeremo affatto ogni teoria, e ci occuperemo in ispecial modo della ventilazione applicata alle industrie.

Per ciò che riguarda la ventilazione dei locali di abitazione ci limiteremo a pochi cenni generali, corredandoli con dati d'esperienza; molto, del resto, si può ricavare dalla voce RISCALDAMENTO DEI LOCALI DI ABITAZIONE; imperocchè le due questioni della ventilazione e del riscaldamento sono strettamente collegate fra loro.

#### 1. Necessità della ventilazione. Cause di viziazione o corruzione dell'aria. Volume d'aria occorrente.

Crediamo inutile spendere parole per dimostrare la necessità della ventilazione, vale a dire del rinnovamento dell'aria nei locali abitati; solo vogliamo richiamare l'attenzione sopra una poco esatta opinione abbastanza diffusa.

Si crede generalmente che la causa principale di viziazione dell'aria per opera dell'uomo risieda nella produzione di acido carbonico, che è inerente al fenomeno della respirazione. Gli Inglesi hanno, infatti, il proverbio: Our oun breath is our greatest enemy, vale a dire « il nostro fiato è il nostro peggior inimico ». Ma questo proverbio va interpretato con criterio.

L'aria ordinaria contiene, in peso, da 4 a 6 (in volume da 3 a 4) decimillesimi di acido carbonico. Conoscendo la quantità di acido carbonico emessa colla respirazione da una persona adulta in ogni ora, non sarebbe difficile calcolare il volume d'aria pura da fornirsi ad un certo numero di persone radunate in una sala affinchè la proporzione d'acido carbonico non si elevasse, nell'ambiente, al disopra di un certo limite. Ma qui si presentano due difficoltà.

Anzitutto i varî Autori non sono d'accordo sulla quantità media di acido carbonico espirata in un'ora da una persona adulta. Secondo il Planat questa quantità è di soli 20 grammi; secondo Valérius essa ammonterebbe a 45 grammi. Secondo Dumas il volume d'aria espirato in un'ora da ogni individuo è di m³ 0,33 circa, e quest'aria contiene il 4 º/o di acido carbonico.

In secondo luogo, poi, è tutt'altro che determinata la proporzione massima di acido carbonico ammessibile in un'aria respirabile; e si comprende che la questione è molto elastica. Alcuni autori, fra cui il Planat, vorrebbero che detta proporzione non oltrepassasse l'1 per mille; Valérius e altri ammetterebbero fino al 2 per mille. A titolo di curiosità riferiamo le seguenti cifre.

In una camera da letto, al mattino, si è trovata un'aria con una proporzione di 0,0048 in peso di acido carbonico; in una scuola piena di alunni la proporzione trovata fu di 0,0072; in una vettura di strada ferrata, di 0,0034; nei dormitorii di un convento, di 0,0052; nella classe del Dumas, dopo la lezione, parimenti di 0,0052; e, finalmente, in diversi punti dell'ambiente del Grand' Opera di Parigi, la proporzione di acido carbonico si trovò compresa fra 0,0015 e 0,0028 (V. Lectures on ventilation in the Franklin Institute of Philadelphia, by Lewis W. Leeds).

Comunque sia, facendo i calcoli in base alla massima produzione ammessa di acido carbonico, per ogni individuo, ed al minimo dei tenori in acido carbonico che si ritiene non doversi superare per avere una buona

3

C. PENATI.

aria respirabile, si trova sempre che il volume a fornirsi ad ogni individuo, per impedire un eccessivo inquinamento dell'aria per parte dell'acido carbonico, è assai minore di quello richiesto dalla massa degli igienisti mo-

derni per avere una buona ventilazione.

Ci pare inutile, adunque, occuparci di questo elemento di viziazione dell'aria. Del resto l'acido carbonico non è, in realtà, nocivo, a meno che si trovi in grandi quantità nell'aria; e se la sua presenza in una sala affollata può avere una influenza perniciosa, ciò si deve specialmente al fatto che questo gas è venuto a sostituire l'ossigeno necessario alla respirazione.

Assai maggiore importanza, dal punto di vista della viziazione dell'aria, ha il vapore acqueo, altro prodotto della respirazione. Si sa che, affinchè la traspirazione cutanea si effettui regolarmente, bisogna che l'umidità dell'aria sia compresa entro certi limiti. Un eccesso di umidità diminuisce la traspirazione polmonare e cutanea, e può cagionare delle gravi malattie; un'aria troppo secca sottrae al corpo troppa umidità e può produrre

dei forti mali di capo.

Ora la quantità di vapore acqueo prodotta dalla traspirazione cutanea e polmonare varia mediamente fra 45 e 77 grammi per ora e per individuo; quindi, supponendo che l'aria introdotta nell'ambiente sia a mezza saturazione, e che si voglia evacuare saturata per <sup>3</sup>/<sub>4</sub>, occorrerebbe, per sciogliere questa quantità d'acqua, un volume d'aria compreso fra 15 e 25 m³, mentre, se l'acido carbonico si ritenesse come la sola causa di insalubrità, risulterebbe, dalle esperienze di Dumas, che basterebbe fornire ad ogni individuo <sup>1</sup>/<sub>3</sub> di m³ d'aria all'ora (supponendo però che l'aria espirata non si mescolasse coll'aria successivamente inspirata: V. Valérius, Les applications de la chaleur, pag. 317).

Ma non è nemmeno il vapor acqueo quello che rende rapidamente l'aria deleteria in un ambiente occupato da persone. Ben più temibili sono le sostanze organiche volatili emanate dalla pelle e dai polmoni, le quali costituiscono dei veri veleni che sfuggono all'analisi chimica, ma sono perfettamente percettibili all'odorato in un

ambiente chiuso, male ventilato.

La vera causa degli accidenti attribuiti all'aria confinata si deve ricercare in questi miasmi provenienti dalle diverse secrezioni del corpo umano e tenuti in sospensione nell'aria.

Se si entra, al mattino, nelle diverse camere di un alloggio, prima dell'apertura delle finestre, si riesce a distinguere, per ogni persona, un'emanazione differente, e ciò col solo mezzo elementare che gli Inglesi chiamano il nose test, vale a dire col senso dell'olfatto. Questi miasmi sono tanto più sensibili e perniciosi quando emanano da persone malsane o malate, e quindi sono specialmente a temersi nelle adunanze numerose (scuole, teatri, ecc.) e negli ospedali.

Sono questi miasmi, adunque, che si devono essenzialmente eliminare mediante un'abbondante ventilazione, la quale dovrà essere tanto più energica quanto più grandi sono l'agglomeramento delle persone e la durata del loro soggiorno in un dato locale. Sotto questo ultimo punto di vista i luoghi abitati possono dividersi in due

categorie, cioè:

a) Locali abitati in modo permanente:

b) Locali occupati solo temporaneamente, sia durante tutta la giornata, sia per alcune ore soltanto.

Alla prima categoria appartengono gli ospedali e le prigioni; quivi il riscaldamento, in inverno, e la ventilazione, in tutte le stagioni, devono aver luogo senza interruzione. Nella seconda categoria si trovano anzitutto le scuole, gli uffici, le officine, ecc., che sono occupati durante la maggior parte del giorno; vengono in seguito i luoghi di riunione temporanea, come i teatri, le sale per adunanze, gli anfiteatri, ecc.

È evidente che nei locali della prima categoria, ove le cause d'insalubrità sono continue e permanenti, e possono anche, in alcune circostanze, acquistare un'intensità ed una gravità eccezionale, bisogna stabilire una ventilazione non solo continua, ma molto più energica che per i locali della seconda categoria. In questi l'aerazione naturale, mediante lo spalancamento di tutte le aperture, nelle ore in cui i locali non sono occupati, è un mezzo assai valido per far sparire i miasmi lasciativi da una folla temporanea.

È cosa assai difficile stabilire il volume d'aria indispensabile per una buona ventilazione nei varii casi della pratica. In generale si ammette oggidi che un volume di 15 metri cubi per ogni individuo e per ora, se si tratta di fanciulli, e di 25 se si tratta di adulti sia un minimum al disotto del quale non sarebbe prudente discendere. Ed ogni qualvolta una causa speciale di insalubrità viene ad aggiungersi ai fenomeni ordinari che sono la conseguenza della respirazione e della traspirazione cutanea, le cifre suindicate devono essere notevolmente accresciute,

Si possono, per esempio, adottare le seguenti cifre suggerite dal Morin (*Études sur la ventilation*, tomo II, pag. 42):

LOCALI	Volume d'aria necessario per ora e per individuo
	m³.
( Malati ordinarii	60 a 70
Malati ordinarii Ospedali Feriti, Maternità	80 a 100
(In tempi di epidemia	150
Prigioni	50
Officine ordinarie	60
Officine insalubri	100
( di giorno	30
Caserme di giorno di notte	40 a 50
Sale per spettacoli, Teatri	40 a 50
Id. per adunanze e riunioni prolungate	60
Scuole elementari	15 a 20
Scuole secondarie	30 a 40
Scuderie e stalle (per ogni animale)	180 a 200

Tutti questi dati si riferiscono al volume d'aria viziata che deve essere evacuato, e si suppone implicitamente che, per mezzo di opportune disposizioni, sia assicurata l'introduzione di un egual volume d'aria pura.

I numeri sopra indicati sembreranno forse a taluno esagerati, perchè è difficile farsi una giusta idea della infezione che generano nell'aria il fiato e le emanazioni cutanee, quando un certo numero di individui sono radunati in una sala. Il Morin cita alcuni esempi di persone che rimasero letteralmente asfissiate per aver respirato, per pochi istanti, i miasmi uscenti da camini di richiamo destinati alla ventilazione di teatri, di grandi sale per adunanze, ecc.

Per ciò che riguarda poi più specialmente gli ospedali, i numeri suddetti non sono affatto esagerati, ed i costruttori moderni sono anzi piuttosto portati ad accre-

scerli; così il Planat suggerisce: per le sale di chirurgia 150 m³ per individuo e per ora; per le sale dei vajuolosi 200 m³; per le sale delle maternità 300 m³.

Gli apparecchi d'illuminazione richiedono un volume d'aria addizionale, che si può calcolare in base ai dati

seguenti:

Péclet ammette che una candela, la quale consuma 11 grammi di acido stearico per ora, esige un volume d'aria di 6 m<sup>3</sup>.

La Commissione nominata per studiare la questione del riscaldamento e della ventilazione dei teatri di Parigi, in seguito ad una serie di esperienze fatte con tutte le cure, sarebbe giunta a questa conclusione: che per un becco consumante 67 litri di gas all'ora, occorrono 113 m³ d'aria, ossia 1700 litri d'aria circa per ogni litro di gas consumato (Valérius). Secondo il Planat, invece, basterebbero 25 m² d'aria per un becco consumante 100 litri all'ora.

In modo affatto speciale va poi considerata la ventilazione delle officine che producono emanazioni insalubri, polveri, ecc.; ma di ciò si dirà più sotto.

# 2. VENTILAZIONE NATURALE E VENTILAZIONE ARTIFICIALE.

La ventilazione può essere naturale od artificiale. Si chiama ventilazione naturale quella che si produce naturalmente, per la differenza che esiste in generale fra la temperatura esterna e la temperatura interna di un locale abitato, la quale differenza di temperatura trae seco una differenza di densita dell'aria, donde la circo-lazione ed il rinnovamento della medesima. Alla ventilazione naturale concorrono anche: la forza dei venti ed, in una certa misura, le variazioni della pressione barometrica.

Dicesi invece artificiale la ventilazione quando essa viene promossa per mezzo del calore, prodotto a questo scopo, o mediante un'azione meccanica qualunque, sviluppata da appositi meccanismi che prendono il nome di ventilatori.

# 3. VENTILAZIONE NATURALE.

Nella ventilazione naturale, intesa nel vero senso della parola, il rinnovamento dell'aria si produce attraverso ai giunti ed alle fessure delle porte e delle finestre. Non parliamo del caso in cui si possono tenere aperte le finestre di un edifizio (per esempio in estate), perchè allora il rinnovamento dell'aria si produce in modo continuo e sovrabbondante; consideriamo unicamente il caso in cui tutte le finestre debbano restar chiuse, tanto in inverno quanto in estate.

Nell'inverno la temperatura dei locali abitati è sempre superiore, spesso notevolmente, alla temperatura esterna; l'aria calda esce allora, attraverso ai giunti delle finestre, dalla parte superiore, mentre inferiormente si introduce l'aria fresca, come è facile verificare accostando la flamma di una candela. Ciò, s'intende, nel caso in cui l'ambiente considerato non sia munito di caminetto o di altro apparecchio di riscaldamento; poichè in allora lo stesso tiraggio, proprio di tali apparecchi, produce un rinnovamento d'aria più o meno energico, evacuando l'aria dell'ambiente attraverso al camino ed aspirandola dai giunti delle finestre, su tutto il loro contorno (quando l'apparecchio di riscaldamento non sia provveduto di presa d'aria esterna, poichè in questo caso si ha la ventilazione artificiale).

In estate la temperatura interna degli appartamenti è generalmente meno elevata che quella esterna (lungo la giornata); ed allora succede il reciproco di quanto avviene in inverno, cioè invece di una corrente ascendente, in prossimità della finestra, si produce una corrente discendente: l'aria calda entra dall'alto, e l'aria fresca esce dal basso.

In ogni caso, adunque, tanto in estate quanto in inverno, il rinnovamento dell'aria di un locale può effettuarsi attraverso ai giunti ed alle fessure delle finestre. Il Planat dice che, nelle condizioni ordinarie, può ritenersi che passino in tal modo, in un'ora, da 5 a 6 metri cubi d'aria per ogni metro lineare di giunto (V. Planat, Chauffage et ventilation des lieux habités, pag. 520).

Il Valérius va molto più oltre: egli asserisce che, anche con una velocità di soli 20 cm. al secondo, una sola finestra di grandi dimensioni può dare accesso a 1500 metri cubi d'aria all'ora! (Valérius, Les applications de la chaleur, pag. 323). Evidentemente però l'autore ha inteso parlare di una finestra aperta. Eccettuato il caso di alloggi ordinari per piccole famiglie, noi non crediamo che i giunti e le fessure delle finestre di un edificio possano dar passaggio al volume d'aria che si richiede per una buona ventilazione del medesimo, specialmente poi di quei locali che sono sprovvisti di apparecchi di riscaldamento. Del resto v'hanno degli igienisti che sono anche più scettici di noi, perchè ritengono che anche in un edificio provvisto di finestre su due lati opposti, in deter minate condizioni atmosferiche, la ventilazione naturale non sia sufficiente ad espellere completamente l'aria viziata, nemmeno tenendo le finestre aperte (Bosc, Traité complet du chauffage et de la ventilation, pag. 179).

È bensì vero che altri, dal canto loro, fanno osservare che i muri stessi degli edifizi hanno una certa porosità, e sono ben lungi dall'impedire il passaggio dell'aria quando vi sia una leggiera differenza di pressione fra l'esterno e l'interno, ed asseriscono che la porosità è abbastanza grande da lasciar passare, in alcuni casi, parecchi metri cubi d'aria per ora e per metro quadrato di superficie; ma noi crediamo superfluo dimostrare la poca o nessuna importanza di questo sussidio alla ventilazione naturale.

Concludendo, la ventilazione naturale attraverso ai giunti delle finestre può bastare, e basta infatti, nel caso di alloggi privati, ma sarà sempre insufficiente per i grandi edifizi a vasti ambienti occupati, in modo continuo o temporaneo, da molte persone.

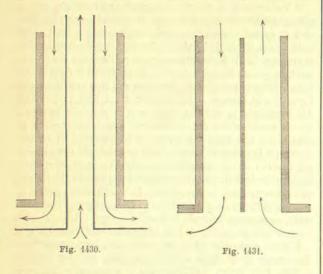
#### 4. Apparecchi e disposizioni sussidiarie per la ventilazione naturale.

Per facilitare l'introduzione dell'aria fresca o l'evacuazione dell'aria viziata dagli ambienti si ricorre spesso ad alcune semplici disposizioni che segnano come il passaggio dalla ventilazione naturale alla artificiale.

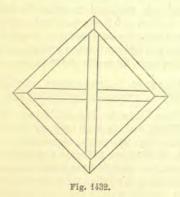
Uno dei mezzi più semplici per favorire la ventilazione naturale consiste nell'applicazione di vasistas mobili al disopra delle finestre o delle porte; ma si deve avere la precauzione di disporre tali apparecchi più alto che sia possibile, ed in modo che la lama d'aria fredda che entra nell'ambiente vada a colpire il soffitto sotto una certa inclinazione e non venga quindi ad investire troppo presto le persone che si trovano nella sala. Il ventilatore di Sherringham non è, in sostanza, che un vasista disposto in guisa da ottenere questo scopo. Il ventilatore di Arnolt agisce analogamente, ma, anzichè all'introduzione di aria fresca, serve all'estrazione dell'aria viziata.

I ventilatori seguenti, invece, hanno un doppio ufficio: introducono aria fresca ed evacuano contemporaneamente l'aria viziata.

Il ventilatore inglese di Mackinell è composto di due tubi conassici, collocati verticalmente l'uno dentro l'altro (V. fig. 1430), e separati da un intervallo eguale press'a poco alla larghezza del tubo interno; quest'ultimo, destinato all'evacuazione dell'aria viziata, è alquanto più lungo, e sporge dal primo tanto in basso quanto in alto. Nello spazio compreso fra i due tubi passa l'aria fresca destinata alla ventilazione. Questo apparecchio si fissa generalmente nel centro del soffitto della sala, ed è facile rendersi conto del suo funzionamento. Il tubo centrale non è, in sostanza, che un camino di richiamo, il quale determina una corrente ascendente, favorita dalla elevazione di temperatura che si ha presso il soffitto.



Questa estrazione dell'aria calda e viziata produce necessariamente una rientrata d'aria fresca lungo il tubo maggiore. Affinchè l'aria che entra non si mescoli coll'aria evacuata, si guarnisce l'estremità inferiore del tubo centrale di un largo ribordo, o rosone, che rompe la corrente d'aria discendente e la rimbalza contro il soffitto.



Il ventilatore di Watson è più semplice ancora che il precedente. Esso consiste in un tubo verticale di sezione quadrata, diviso in due parti eguali da un diaframma longitudinale (V. flg. 1431). In uno dei condotti così formati si stabilisce una corrente ascendente, che estrae l'aria viziata, mentre nel condotto attiguo si produce una corrente discendente di aria fresca. Questo apparecchio, sprovvisto come è di una speciale disposizione per rompere e diffondere la corrente discendente, può rendere dei buoni servizi, ma solo in locali assai alti, imperocchè, applicato ad una sala bassa, ha l'inconveniente di versare l'aria fredda sulla testa delle persone che vi si trovano radunate.

Il ventilatore di Muir consiste ancora in una specie di camino di legno, a sezione quadrata, diviso in quattro scompartimenti per mezzo di diaframmi disposti secondo le diagonali del quadrato (fig. 1432). Questi diaframmi si prolungano oltre l'estremità superiore del condotto, il quale è coperto, sopra il tetto, da una specie di lanternone o mitra, colle pareti costituite da persiane a palette convenientemente inclinate. Lo scopo di questa disposizione di diaframmi e persiane è non soltanto quello di assicurare in tempi ordinari la formazione di correnti ascendenti e discendenti, ma ancora quello di utilizzare la forza dei venti, i quali, venendo a colpire i diaframmi, attraverso alle persiane, sotto un certo angolo, producono una corrente ascendente che estrae l'aria viziata.

Il ventilatore aspirante di Noualhier ha una certa analogia col ventilatore di Muir; esso consiste in un tubo di lamiera sormontato da una mitra, nella quale le palette delle persiane sono sostituite da aperture disposte in guisa da aspirare il vento dominante, qualunque ne sia la direzione. Di queste mitre, destinate a favorire il tiraggio dei camini e dei condotti d'estrazione in generale, si conoscono molte forme; le principali vennero descritte all'articolo RISCALDAMENTO (pag. 1391 e seg.).

Affinchè gli apparecchi sopra descritti adempiano al loro doppio ufficio, d'estrarre l'aria viziata ed introdurre l'aria fresca, occorre evidentemente che il locale a cui essi si trovano applicati sia chiuso; quando una finestra od una porta vi si trovasse aperta, detti apparecchi si trasformano in semplici condotti d'estrazione e cessano di fornire l'aria pura. Viceversa, se nella sala esiste un energico richiamo verso un camino acceso, e se tutte le porte e le finestre sono chiuse, essi funzionano semplicemente come apparecchi di introduzione dell'aria fresca.

Facciamo da ultimo osservare che gli stessi camini degli appartamenti ordinari, che nell'inverno riscaldano e ventilano le camere, costituiscono anche dei veri condotti di ventilazione naturale durante l'estate, producendo una circolazione d'aria al pari di qualsiasi altro condotto aprentesi in un ambiente e facente capo all'esterno.

#### 5. VENTILAZIONE ARTIFICIALE.

Quando, oltre al disporre degli opportuni condotti e apparecchi di estrazione e introduzione, si produce nei condotti stessi il movimento dell'aria, non più contando semplicemente sulla differenza di temperatura fra l'esterno e l'interno, ovverosia sul tiraggio naturale dei condotti, considerati come camini, ma bensì ricorrendo a qualche azione meccanica, od al calore (appositamente sviluppato), si ha, in tal caso, la ventilazione artificiale nel vero senso della parola.

Si hanno due mezzi diversi per rinnovare l'aria in un locale; o estraendone l'aria viziata, la quale necessariamente richiamerà altra aria fresca; oppure iniettando nel locale l'aria fresca, la quale sposterà un egual volume d'aria del locale, che si evacuerà attraverso ai condotti d'estrazione. Si può, cioè, agire per richiamo o per

insufflazione.

Il richiamo si può produrre per mezzo di ventilatori aspiranti, ma in generale si trova più conveniente, specialmente nei grandi impianti, ricorrere all'azione del calore, facendo cioè comunicare i locali da ventilare con un camino nel quale si mantiene costantemente acceso un buon fuoco; l'insufflazione si produce generalmente per mezzo di ventilatori soffianti; qualche volta si ricorre pure all'iniezione di un getto d'aria compressa

prodotto allo sbocco dei condotti di introduzione, nei quali esso determina una corrente per trascinamento.

I vantaggi del richiamo, specialmente se prodotto a

mezzo del calore, sono i seguenti:

le Esso è il metodo di ventilazione più semplice e più naturale; non richiede l'assistenza di un operajo meccanico, bastando una persona qualunque per mantenere il fuoco nel camino d'estrazione;

2º Col richiamo si estrae l'aria viziata direttamente dai punti in cui essa si produce (se i condotti sono bene studiati e distribuiti), mentre l'insufflazione disperde e sparpaglia i miasmi nell'ambiente, senza imprimere loro

una direzione determinata (Joly);

3º Finalmente il sistema di ventilazione per richiamo è più economico, perchè si può far concorrere al tiraggio il calore del fumo degli apparecchi di riscaldamento, facendo passare questo fumo in un tubo stabilito nel camino di richiamo (V. l'articolo Scuole, pag. 1708).

D'altra parte si rimprovera al richiamo:

1º Di ostacolare il tiraggio dei camini delle abitazioni private;

2º Di attirare nelle camere gli odori delle cucine e dei cessi:

3º Nei teatri di deflettere le onde sonore verso il soffitto, producendo delle correnti d'aria pericolose, o per lo meno incomode, attraverso alle porte dei palchi;

4º Negli anfiteatri di obbligare a chiudere tutte le aperture, altrimenti il richiamo agirebbe non tanto sull'aria della sala, quanto sull'aria esterna, e lo scopo della ventilazione sarebbe fallito in parte;

5º Di richiedere delle grandi dimensioni dei camini d'estrazione, per ottenere economicamente delle piccole velocità, per le quali appunto è specialmente economico questo sistema.

I fautori della ventilazione per iniezione pretendono, dal canto loro:

l° Che si può meglio comandare la qualità e la quantità dell'aria introdotta, quando anche le porte e le finestre si trovassero incidentalmente aperte; che l'aria pura si può far arrivare nel punto preciso ove è richiesta, e per mezzo di condotti di piccolo diametro (è questo un grande vantaggio specialmente nelle miniere ed a bordo delle navi);

2º Non si hanno pericoli d'incendio, come nel caso

del richiamo fatto da un focolare acceso;

3º Si evitano gli alti camini di evacuazione, che rie-

scono sempre piuttosto costosi;

4º Per certi grandi negozi a larghe aperture ed in continuo movimento, rimane assicurata l'introduzione di aria fresca scelta nel punto più conveniente, e si evita la polvere delle pubbliche strade (Joly, Traité pratique du chauffage et de la ventilation, 2mc édition, pag. 254).

# 6. Diversi sistemi di ventilazione per richiamo (francese Ventilation par appel).

Si hanno tre metodi diversi per produrre il richiamo dell'aria viziata dai locali dei vari piani di un edifizio:

a) Si può, per mezzo di altrettanti condotti verticali posti in prosecuzione dei condotti orizzontali di
ciascun piano, condurre l'aria viziata fino al piano superiore, ove tutti i condotti vengono a riunirsi in un camino d'evacuazione. Il focolare destinato a riscaldare
l'aria estratta si trova allora in alto; e si ha, in questo
caso, il richiamo dall'alto (appel par en haut);

b) Si può praticare, su tutta l'altezza dell'edifizio, un camino centrale, nel quale sboccano direttamente i condotti orizzontali di ciascun piano. Il riscaldamento si fa allora alla parte inferiore del camino (Planat), oppure mediante altrettanti focolari posti all'altezza del pavimento di ogni piano (Valérius); in questo caso si ha il richiamo a livello (appel à niveau);

c) Finalmente si possono far discendere tutti i condotti d'estrazione dei singoli piani fino ad un collettore, collocato in un sotterraneo, cioè nel punto più basso dell'edificio, il quale sbocca nel camino, che parte da detto sotterraneo, ed è riscaldato inferiormente; e si ha allora il così detto richiamo dal basso (appel par le bas).

Secondo Valérius, il sistema di richiamo dal basso

avrebbe sugli altri due i seguenti vantaggi:

le Esso produce una ventilazione eguale in tutte le parti di ogni sala, ciò che non avviene se non acciden-

talmente cogli altri due sistemi;

2º La sua installazione produce un indebolimento assai minore nei muri dell'edifizio, là ove passano i condotti di evacuazione. Così, per esempio, per un edifizio a tre piani, i maschii del secondo piano non riceverebbero alcun condotto, perchè il loro proprio partirebbe dal pavimento: quelli del primo piano non sarebbero attraversati che da un solo condotto (quello del secondo piano); e quelli del piano terreno non riceverebbero che due condotti, corrispondenti al primo ed al secondo piano. Ora, lo spessore dei muri essendo più grande in corrispondenza dei piani inferiori, l'indebolimento prodotto da detti condotti risulterebbe sempre proporzionalmente meno pericoloso nel sistema di richiamo dal basso che non in quelli di richiamo a livello o dall'alto, i quali obbligano, al contrario, a stabilire il maggior numero di condotti nei maschii dei piani superiori, dove i muri hanno il minimo spessore;

3º Il richiamo dal basso permette di utilizzare facilmente tutta l'altezza del camino generale d'evacuazione, al cui piede sboccano i condotti, dando così al tiraggio l'attività desiderabile. Esso costituisce un mezzo più economico di utilizzare il calore che non gli altri due sistemi, nei quali i camini hanno un'al-

tezza meno considerevole.

4º Nel sistema di richiamo dal basso, il riscaldamento dell'aria avviene direttamente a contatto delle fiamme di un focolare, e tutta la potenza calorifica del combustibile è impiegata a produrre il tiraggio, il che non si può dire degli altri due sistemi nei quali i camini, a motivo dei pericoli d'incendio, non possono essere riscaldati che per mezzo di tubi o di stufe ad acqua calda od a vapore. Ora l'installazione di questi apparecchi è costosa, ed il calore che essi emettono non rappresenta che una frazione del potere calorifico del combustibile che si deve bruciare per riscaldarli.

A meno di circostanze speciali, come, per esempio, nel caso di locali illuminati da un gran numero di becchi a gas, conviene adunque — conchiude il Valérius — preferire il sistema di richiamo dal basso agli altri due, nei quali il richiamo si fa a livello, o dall'alto.

Anche il Planat, dopo aver fatto uno studio comparativo del funzionamento dei tre sistemi, trova preferibile il sistema di richiamo dal basso, specialmente dal punto di vista economico, ed anche da quello dell'uniformità del richiamo. Il richiamo dall'alto, secondo lo stesso autore, dovrebbe essere rigettato in modo quasi assoluto (Planat, Chauffage et ventilation, pagina 559).

I sistemi di ventilazione per richiamo presentano un inconveniente abbastanza serio: essi producono nei locali ventilati una depressione barometrica, per cui si generano delle correnti d'aria fredda assai incomode attraverso alle porte e alle finestre, specialmente quando queste comunicano coll'esterno e quando vengono ad essere aperte. Non v'ha che un mezzo per eliminare, almeno parzialmente, l'inconveniente indicato; ed è quello di riscaldare i locali che circondano le sale ventilate, come corridoi, vestiboli, anticamere, in guisa che almeno l'apertura delle porte interne non determini più che delle entrate d'aria calda, ad una temperatura all'incirca eguale a quella delle sale.

#### 7. VENTILAZIONE MECCANICA.

La ventilazione per richiamo si fa quasi sempre per mezzo del calore. La ventilazione meccanica, invece, agisce quasi sempre per insufflazione, e solo nelle officine si ricorre alla ventilazione meccanica per aspira-

zione, come diremo più sotto.

In questo sistema l'aria pura, presa all'esterno, viene bene spesso inumidita con una certa quantità di vapor acqueo per portarla al grado igrometrico più conveniente, e quindi viene lanciata dai ventilatori in un canale od in una camera di riscaldamento da cui essa passa direttamente, o dopo avere attraversato una camera di miscela, nei condotti che devono riversarla nei locali da ventilarsi. Altri condotti estraggono l'aria viziata.

La ventilazione meccanica per insufflazione presenta

i seguenti vantaggi:

1º Essa riesce sempre più economica che la ventilazione ottenuta per mezzo del calore. È facile persuadersi di ciò quando si pensi che l'aria che si riscalda nei camini di evacuazione, per produrre il tiraggio, porta via con sè la quasi totalità del calore ricevuto. Sotto questo punto di vista gli apparecchi meccanici tornano specialmente convenienti quando si può utilizzare una seconda volta il vapore che ha servito a mettere in moto le macchine, impiegandolo pel riscaldamento, per le cucine, ecc. L'acqua di condensazione può ancora essere utilizzata per alimentare la caldaja o per altro scopo; ed in questo caso è evidente che si utilizza la quasi totalità del calore speso. Oltre a ciò, la possibilità di installare gli apparecchi ventilatori nei punti che si giudicano più convenienti, porta a condotti meno lunghi; quindi una nuova economia tanto nella spesa d'impianto quanto, e specialmente, nell'esercizio, essendo diminuite le resistenze al movimento del. l'aria, e ridotto quindi il lavoro occorrente per produrre questo movimento;

2º Coi ventilatori meccanici riesce facile operare opportune miscele di aria fredda con aria calda, e di aria secca con aria umida, a gradi variabili secondo la

stagione, la temperatura esterna, ecc.;

3º Il sistema di ventilazione per insufflazione permette di distribuire l'aria pura, nella quantità richiesta, in tutti i punti in cui essa torna maggiormente utile; l'azione dei ventilatori è poco o nulla influenzata dalle variazioni atmosferiche, il che non si può certo dire del sistema di ventilazione per richiamo;

4º Con questo sistema si può, spendendo un piccolissimo lavoro, attingere l'aria fresca ad un'altezza conveniente al disopra dei tetti e degli edifizi circostanti, in modo da averla più pura che sia possibile;

5º Il sistema permette, in caso di bisogno, di aumentare la ventilazione istantaneamente ed in una misura per così dire illimitata, cosa che non si potrebbe ottenere col sistema di ventilazione per mezzo del calore, nel quale per aumentare il richiamo occorre una fortissima spesa di combustibile; 6° La ventilazione per richiamo produce, come abbiam visto, una depressione nelle sale ventilate, le quali si trovano così esposte a incomode correnti d'aria fredda attraverso ai giunti delle porte e delle finestre ed a tutte quelle aperture che incidentalmente vengano aperte; col sistema di ventilazione per insuffiazione, il quale determina invece nei locali una leggiera eccedenza di pressione, l'inconveniente accennato più non sussiste; quando si apre una porta od una finestra è l'aria della sala che sfugge dall'apertura, e non già l'aria fredda esterna che penetra nella sala;

7º La ventilazione meccanica è la sola che possa con facilità essere controllata, bastando a tal fine determinare, per mezzo di un contatore-registratore, il numero di giri che compiono in un dato tempo i

ventilatori.

Tutti questi vantaggi che militano in favore della ventilazione meccanica, dànno ragione delle numerose applicazioni a cui essa ha dato luogo in questi ultimi anni.

Non potendo, per ragione di spazio, entrare nei particolari di questo sistema di ventilazione, ci limiteremo a dare, più sotto, la descrizione del recente impianto eseguito nel palazzo della Banca d'Italia a Roma (vedi n. 11).

#### 8. BOCCHE DI PRESA E CONDOTTI D'INTRODUZIONE.

L'introduzione dell'aria può essere fatta dagli apparecchi stessi di riscaldamento, o per mezzo di condotti speciali che si aprono all'esterno e terminano nei locali da ventilare. Nel fissare la posizione delle prese d'aria esterna, si deve aver cura di porle al riparo da ogni emanazione malsana, e perciò più lontane che sia possibile dalle latrine, dalle fogne, ecc.; si deve pure badare che esse si trovino a sufficiente distanza dagli orifici di evacuazione dell'aria viziata, per evitare il pericolo di riversare quest'aria nei locali. Spesso, per aver l'aria più pura, si attinge l'aria al disopra dei tetti, per mezzo di opportuni camini aspiranti.

Le sezioni dei condotti di introduzione devono essere sufficientemente grandi affinchè la velocità dell'aria nei medesimi non superi, possibilmente, 1 metro, al più. Questa velocità deve essere ridotta più che si può in prossimità degli orifici d'introduzione, aumentando la sezione dei condotti, e suddividendoli in parecchie diramazioni. L'aria che arriva deve mescolarsi nel miglior modo coll'aria dell'ambiente, e ciò non si può ottenere se non dando alle correnti delle piccole velocità.

L'esperienza però dimostra che, durante il periodo di riscaldamento, si può senza inconvenienti introdurre l'aria nelle sale abitate a temperature di 35° a 40°, e fino di 45°, e, se gli orifici d'introduzione si trovano in alto, sotto il soffitto, con velocità di 0,80 ad 1 m., purchè la direzione della corrente sia tale che non venga a colpire le persone contenute nelle sale, ma tenda invece a determinare nella massa d'aria un movimento di circolazione che ne assicuri il rinnovamento. Quando gli orifici d'introduzione sono praticati nel soffitto stesso e perciò l'aria discende verticalmente, la sua velocità all'efflusso non deve superare i 50 cm. al secondo.

# 9. CONDOTTI DI ESTRAZIONE.

In prossimità delle bocche interne d'estrazione è bene che l'aria abbia una velocità piccola, per non generare delle correnti incomode; l'inconveniente di queste correnti d'aria però è molto meno sensibile all'evacuazione che all'introduzione. La velocità nei condotti d'estrazione deve andare aumentando man mano che essi si

avvicinano al camino unico d'evacuazione. Secondo E. Bosc, ecco le cifre che si possono adottare:

						in i	cità dell'aria m. al secondo	
Bocche interne	d'estrazion	10					0,70	
Primi condotti	collettori			1.			1,20	
Secondi »	»						1,30	
Terzi »							1,40	
Camino centra	le d'evacua:	zic	ne				1,90	

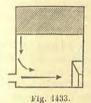
# 10. Disposizione piu' conveniente delle bocche d'aria nell'interno degli ambienti.

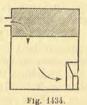
Per studiare quale sia la disposizione più razionale delle bocche d'introduzione e d'estrazione dell'aria in un ambiente, basta considerare i movimenti che si producono nell'aria dell'ambiente stesso secondo l'altezza a cui si trovano le bocche anzidette. Per fare questo studio bisognerà distinguere i due casi della ventila-

# zione in inverno, e della ventilazione in estate. A) Ventilazione in inverno.

Distingueremo i tre casi in cui il riscaldamento si fa per mezzo di camini, o di stufe, o con caloriferi.

a) Riscaldamento per mezzo di camini. — Quando il riscaldamento e la ventilazione si fanno per mezzo di un camino ordinario, come avviene in molti ospedali inglesi, l'aria viziata viene estratta dal camino stesso.





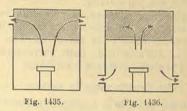
Non resta dunque che a studiare la posizione della bocca d'introduzione dell'aria fresca. Ora è evidente che, se questa bocca si collocasse in basso (V. fig. 1433) l'aria fredda introdotta si renderebbe direttamente al camino, lambendo il pavimento. L'aria calda, che tende sempre a salire, si radunerebbe, indisturbata, sotto il soffitto, per modo che la parte superiore dell'ambiente sarebbe caldissima, mentre l'inferiore si manterrebbe fredda. Solo presso le finestre si stabilirebbe una corrente discendente di aria calda che verrebbe a mescolarsi agli strati inferiori, riscaldandoli alquanto, per essere tosto evacuata dal camino (V. fig. 1434).

È evidente che un tal sistema di ventilazione sarebbe viziosissimo.

Se, al contrario, si colloca l'orifizio d'introduzione nella parte superiore, come è indicato nella figura 1434, l'aria che entra è obbligata ad attraversare gli strati d'aria calda, agitandoli e scaldandosi al loro contatto, per poi discendere a riscaldare le parti inferiori dell'ambiente, prima di sfuggire dal camino. Si ottiene così, evidentemente, una temperatura molto più uniforme ed un miglior rinnovamento dell'aria.

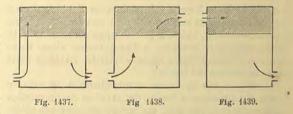
Qualche volta l'azione ventilatrice del camino è sussidiata da speciali bocche d'estrazione collocate in alto; questa disposizione, svantaggiosa dal punto di vista del riscaldamento, perchè dette bocche evacuano l'aria più calda, ha il merito di operare l'estrazione dell'aria viziata tanto in basso quanto in alto, con vantaggio evidente della salubrità dell'ambiente. — Essa è poi specialmente vantaggiosa per la ventilazione in estate, come vedremo fra poco.

b) Riscaldamento per mezzo di stufe. — Quando pel riscaldamento e la ventilazione di un locale s'impiegano i camini, la bocca d'estrazione naturale costituita da questi apparecchi è sempre in basso, e si è liberi di collocare le bocche d'introduzione ove si giudica più opportuno. Quando, invece, il riscaldamento è fatto per mezzo di stufe, è sempre l'introduzione dell'aria che si fa nelle parti inferiori; rimane quindi a vedere dove convenga disporre le bocche d'estrazione. Se queste bocche si collocano in alto, sotto il soffitto, l'aria calda che esce dalle stufe si rende direttamente a queste bocche, e viene tosto evacuata. L'ambiente resta perciò occupato dall'aria fredda, ed il rinnovamento dell'aria



si fa in modo assai imperfetto (V. fig. 1435). Se, al contrario, si collocano gli orifizi d'estrazione al basso (vedi fig. 1436), si stabilisce necessariamente una doppia corrente; l'aria caldissima che esce dalla stufa sale al soffitto, spostando un egual volume d'aria più fredda, che deve uscire dalla parte inferiore. In tal modo si stabilisce una circolazione la quale è assai propria per rendere uniforme la temperatura dell'ambiente, e per rinnovare l'aria nelle diverse parti del locale. Ed è evidente che si ha pure una migliore utilizzazione del calore che nel caso precedente.

c) Riscaldamento con caloriferi (ad aria calda, a vapore, ad acqua). — In questo caso è libera affatto la posizione tanto delle bocche d'introduzione dell'aria calda (che serve in pari tempo al riscaldamento ed alla ventilazione), quanto di quelle d'estrazione dell'aria viziata. — Vediamo quale sia la combinazione più conveniente.



È anzitutto evidente che il collocare tutte le bocche, d'introduzione e d'estrazione, alla parte superiore sarebbe una follia, perchè la parte inferiore dell'ambiente sarebbe così sottratta, quasi completamente, a qualsiasi azione di riscaldamento e di ventilazione.

L'inconveniente del disporre le bocche allo stesso livello sarebbe assai meno grave quando le bocche stesse si trovassero presso il pavimento (V. fig. 1437) perchè allora, l'aria calda in arrivo tendendo a salire, verrebbe impedito un tragitto diretto della medesima verso le bocche d'estrazione. In una sala di grandi dimensioni questa disposizione si può benissimo adottare. Essa produce un rinnovamento dell'aria abbastanza attivo, od una notevole uniformità di temperatura. Ha però lo vantaggio che le bocche di calore, collocate presso il suolo, investiscono d'aria calda le persone contenute nella sala.

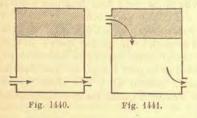
Questo stesso inconveniente sussiste adottando la disposizione della figura 1438, in cui la bocca d'estrazione è portata in alto, presso il soffitto, mentre la bocca d'aria calda è tenuta in vicinanza del pavimento.

Rimane un'ultima combinazione, che è l'inversa della precedente: bocca di calore in alto, orifizi d'estrazione in basso (fig. 1439). Con questa disposizione l'aria calda entrando non tende a discendere se non inquantochè essa è obbligata, per così dire, a spingere in basso l'aria della sala, la quale sfugge dalle luci inferiori, per far posto a nuova aria. È questo, senza dubbio, il modo di evacuazione più regolare e che produce il più completo rinnovamento dell'aria, e la temperatura più uniforme ed, in pari tempo, più elevata.

In tesi generale, adunque, si può stabilire che le bocche d'estrazione dell'aria viziata devono di preferenza essere collocate nella parte inferiore, e quelle d'introduzione dell'aria calda nella parte superiore dei locali che si vogliono scaldare e ventilare.

# B) Ventilazione in estate.

Tutto quanto precede si applica al periodo di riscaldamento; vale a dire alla stagione invernale. Ci rimane ora a studiare le migliori disposizioni per la stagione estiva, quando la ventilazione non è sussidiata dal riscaldamento. — Non avremo che a ripetere le considerazioni precedenti, tenendo però presente che in questo caso l'aria che viene introdotta, invece di essere più calda, è più fredda di quella contenuta nell'ambiente da ventilare (quando ciò non fosse, si ricadrebbe nel caso precedente). — Esaminiamo le quattro combinazioni possibili.



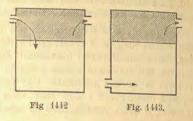
a) Se tanto le bocche d'introduzione dell'aria fresca quanto quelle d'estrazione dell'aria viziata, sono presso il pavimento (fig. 1440), si produce una corrente diretta dalle prime alle seconde, e l'aria fresca viene tosto evacuata, mentre l'aria calda e viziata ristagna nella parte superiore del locale;

b) Disponendo la bocca d'introduzione in alto, e quella d'estrazione in basso (fig. 1441) si ha un miglior rimescolamento dell'aria, ma invece dell'aria più calda, che è in alto, si estrae l'aria più fresca, mentre in estate si deve cercare di ottenere precisamente il contrario:

c) Disponendo tanto le bocche d'introduzione quanto quelle d'estrazione in alto, presso il soffitto (V. fig. 1442), l'aria fresca discende, a motivo del suo maggior peso specifico, verso il pavimento, ed è l'aria calda quella che viene evacuata. La disposizione è dunque raccomandabile;

d) Finalmente se si dispone la bocca d'introduzione in basso, e la bocca d'estrazione in alto (V. fig. 1443) si evacua ancora l'aria più calda; ma questa disposizione presenta l'inconveniente di lanciare l'aria fresca direttamente sulle persone che si trovano nel locale, e di far percorrere un tragitto troppo diretto all'aria, dall'introduzione all'evacuazione.

La disposizione precedente (fig. 1442) produce una mescolanza più completa, e non presenta neppure il primo degli inconvenienti suaccennati; l'aria fresca non arriva sulle persone che dopo essersi distribuita per l'ambiente e riscaldata parzialmente. Si deve però notare che, pel fatto stesso che il movimento dell'aria è più contrariato in detto sistema che non nell'ultimo, l'aria calda tendendo a sortire non solo per la bocca d'estrazione ma anche da quella d'introduzione, si produce più facilmente un'inversione nella corrente normale dell'aria, come si osserva qualche volta sotto l'influenza del vento, delle variazioni di temperatura al



di fuori, ecc. Per conseguenza, adottando la disposizione della figura 1442, che in sostanza è la migliore, bisogna procurare di assicurare un buon tiraggio.

Chiudiamo questi brevi cenni sulla ventilazione dei locali di abitazione, colla descrizione di un'importante installazione, tolta dallo Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure (anno 1895, n. 3).

### 11. Impianto di riscaldamento e ventilazione nel palazzo della Banca d'Italia a Roma (V. Tavola).

Il nuovo palazzo della Banca d'Italia in Roma, condotto a compimento fin dall'autunno del 1893, è tra le costruzioni più grandiose che siano sorte, in questi ultimi anni, nella capitale d'Italia. Esso misura, in pianta, una lunghezza di 110 m., per 59 di larghezza, e, come è noto, fu eseguito dall'architetto Gaetano Koch.

Sulla sua fronte principale, nella quale si trovano due grandi sale d'ingresso, lo scalone, la sala delle adunanze e l'alloggio del Direttore, l'edificio comprende due piani, oltre il terreno; nell'ala di dietro e nelle due laterali sono inseriti due piani intermedì, sicchè vi sono in tutto cinque piani, comprendenti le sale per il pubblico, i locali della Cassa e dell'Amministrazione, gli alloggi del personale.

Le spaziose cantine a vôlte si compongono di due piani sovrapposti, che sul davanti sottostanno al piano stradale, mentre sulla facciata posteriore il piano superiore delle cantine si trova a livello della strada.

Dietro l'edificio principale havvi un piccolo annesso, nel cui sotterraneo sono posti i locali delle caldaje, ed al disopra la tipografia delle carte-valori, nonchè i relativi locali per l'amministrazione.

L'edificio principale comprende complessivamente, fra sale, locali per la cassa, per l'amministrazione, ed alloggi, 238 vani, di cui si deve provvedere al riscaldamento ed alla ventilazione; nell'annesso trovansi

22 camere, tra grandi e piccole,

Per l'edifizio principale si adottò il riscaldamento ad aria e vapore con ventilazione sotto pressione, per il che occorse praticare circa 500 canali per l'aria calda e per l'aria viziata: nell'edificio retrostante si applicò il sistema di riscaldamento a vapore a bassa pressione con presa diretta dell'aria dalle pareti esterne; finalmente per le cantine sotterranee, destinate alla conservazione delle carte-valori e dei metalli (la «Sacristia») venne adottato il riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione, con ventilazione sotto pressione. L'impianto

15 10 lo 0 0 9ne e. re i: lla ıl-iie 67, on di to. de, ali mndi di

in otisto ulsi per ore ali, alla perpo. a la alta con

ufe

ide)

ll".

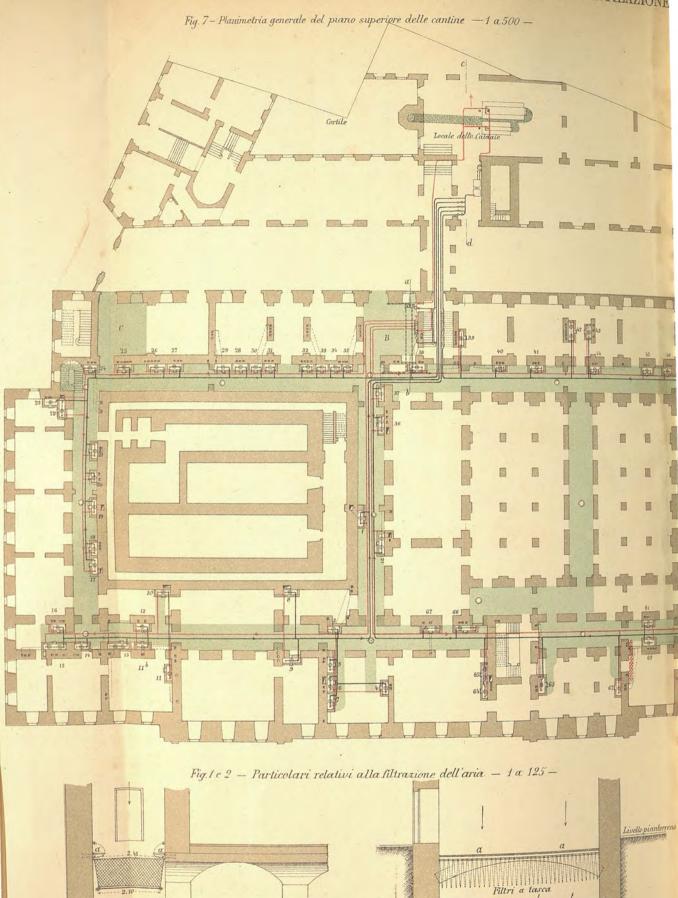
1,47

a di rno, tuna tine, lelle vano

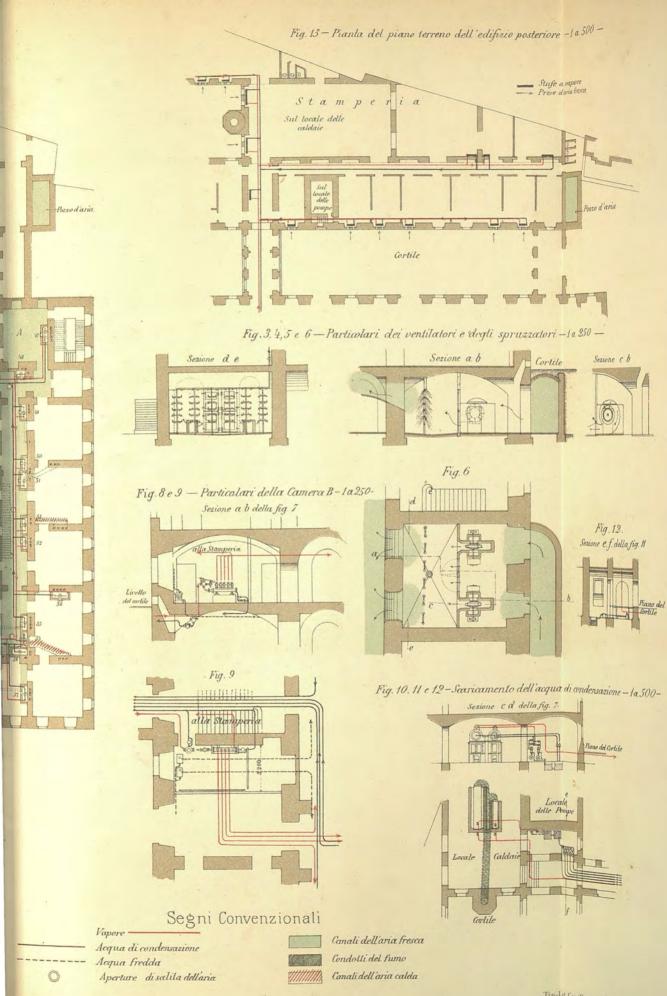
ne e o di

ttrassere a da orpo uraesa, e

Asse girevole sopra mensole di ferro



Unione Tip. Editrice Torinese.



Tip-Lit. Camilla e Bertolero di N.Bertolero,

venne eseguito dalla nota ditta C. Besana di Milano, secondo i disegni dell'ingegnere Emilio Hieke.

Era prescritto che, con una temperatura minima esterna di 0° C. la temperatura interna di tutte le camere abitate o frequentate dovesse essere di 15° C., quella dei corridoi, delle scale e dei cessi, di 12° C.; pei locali ordinari venne prescritto di cambiar l'aria una volta sola all'ora, pei locali della Cassa, della tipografia e delle adunanze due volte all'ora, pei cessi finalmente quattro volte.

La disposizione generale dell'impianto nell'edifizio

principale è la seguente:

L'aria pura esterna è presa da una torre d'aria, alta m. 10,50 sul suolo, attigua al fabbricato posteriore, e circondata da giardini. L'aria entra attraverso aperture a loggie, in cui sono inseriti 10 telai amovibili, formati con ferri d'angolo, misuranti m. 2,58 × 1,15 e guerniti di una tela metallica zincata a larghe maglie. Nell'interno della torre sono sospesi dei filtri d'aria all'altezza del pavimento del piano terreno; lo spazio sottostante è accessibile dal locale della stamperia.

I filtri a tasca (fig. 1 e 2 della Tavola), in numero di 37, sono fatti di una fitta stoffa di cotone, e presentano complessivamente un'area di 180 m² pel passaggio dell'aria, mentre la sezione trasversale della torre d'aria è di 14,7 m². Ogni tasca filtrante ha un forte ribordo il quale porta degli occhielli che vengono agganciati ad uncini di ottone di cui sono provvedute le traverse di un telajo disposto orizzontalmente. Queste tasche sono mantenute tese da sbarre di ferro sospese orizzontal-

mente in direzione longitudinale.

L'aria fresca, depurata dalla polvere in questo filtro, scende nel pozzo e percorre un canale sotterraneo, estendentesi lungo tutta la facciata posteriore del palazzo, che fa capo a tre camere situate nel piano inferiore delle cantine. Queste camere (le quali sono disposte sotto ai locali A, Be C della figura 7, rappresentante il piano superiore delle cantine) sono suddivise su tutta la loro lunghezza (V. le figure 3 a 6) da una parete di separazione. Nello spazio anteriore, ed in comunicazione col canale adduttore dell'aria si trovano, per ciascuna camera, due ventilatori centrifughi, comandati ciascuno da un motore elettrico a cui sono direttamente collegati. Questi ventilatori hanno un diametro di 650 mm. e forniscono ciascuno, facendo 880 rivoluzioni al minuto, almeno 13000 m3 d'aria all'ora, ad una pressione di 15 a 20 mm. d'acqua. La forza necessaria per mettere in moto questi sei ventilatori, e quelli installati in altri punti dell'edificio, è fornita dalla distribuzione elettrica di Tivoli.

I ventilatori spingono l'aria fresca nello spazio posto dietro la parete di separazione, ove essa può venire inumidita mediante appositi polverizzatori d'acqua, muniti ciascuno di 10 getti. Le bocche dei ventilatori sono munite di valvole a battente, che si chiudono automaticamente, non appena il ventilatore viene arrestato. Nella parete di separazione fra i due spazî sono applicate delle porte chiuse ermeticamente con una guarnizione di feltro, le quali vengono aperte solo quando i ventilatori, eventualmente, non potessero funzionare, per lasciare libero il passaggio all'aria fresca. Notiamo, di passaggio, che le sezioni di tutti i canali dell'aria sono state calcolate in base a questo caso eccezionale.

Dai locali d'inumidimento, l'aria passa nei canali che si trovano distribuiti nel piano inferiore delle cantine, dai quai le camere di riscaldamento stabilite nel piano superiore (figura 7) attingono l'aria fresca. I canali sono accessibili su tutta la loro estensione; vi si entra per mezzo di botole applicate sul pavimento del piano superiore delle cantine (fig. 7).

Le camere di riscaldamento hanno sul fondo, secondo che occorre, una o due aperture circolari di 40,50 o 60 cm. di diametro, le quali possono venir chiuse più o meno mediante ventole registrabili, ma che, abbandonate a sè stesse, tendono a rimanere aperte, per l'azione di contrappesi. Queste bocche di introduzione dell'aria fresca sono disposte nel mezzo, sotto le stufe.

Tutto l'impianto di riscaldamento ad aria ed a vapore dell'edifizio principale è ripartito in quattro sistemi; il 1° comprende le 19 camere di riscaldamento dalla 17 alla 35 (fig. 7), con 265 m² di superficie di riscaldamento complessivamente; il 2° le 15 camere di riscaldamento 1, 3 fino a 16, con 299 m² di superficie complessivamente; il 3° le 14 camere 2, 36 e 56 a 67, con 278 m²; ed il 4° le 19 camere dalla 37 alla 55, con 258 m² in tutto. Si ha dunque un totale di 1100 m² di superficie, distribuita sopra 67 camere di riscaldamento.

Secondo i calcoli stabiliti, occorrono, in cifre tonde, 76000 m³ di aria calda all'ora, da introdurre nei locali alla temperatura di circa 30° C. Contando su una temperatura esterna minima di 0° C., si devono quindi prendere dall'esterno 68470 m³ d'aria, e riscaldarli di

30° C., pel che occorrono

 $68470 \times 0.306 \times 30 = 628560$  calorle.

Supposta la temperatura media del vapore nelle stufe di 132° C., e quella dell'aria che le lambisce di 17° C. in media, si può contare, tenuto conto della forma adottata per gli elementi a nervature, sopra una trasmissione di  $(132-17)\times 6=700\,\mathrm{calorle}$  per metro quadrato per cui la superficie di riscaldamento necessaria risulterebbe, in cifre tonde, di 898 m², mentre, come già si disse, ne fu adottata una di 1100 m², ossia  $22\,^1/_2$  per cento di più, affine di compensare le perdite di calore attraverso alle camere di riscaldamento ed ai canali, e quelle corrispondenti alla messa in azione ed alla vaporizzazione dell'acqua di inumidimento.

L'inverno 1893-1894 ha dimostrato che questa superficie di riscaldamento rispondeva pienamente allo scopo.

Paragonando la quantità d'aria da introdurre con la sezione del pozzo di presa e con quella dei filtri, risulta che l'aria, in circostanze normali, percorre il pozzo con

una velocità di  $\frac{68470}{3600 \times 14,7}$  = 1,3 m, al 1" (in cifre tonde)

ed i filtri con una velocità di  $\frac{68470}{3600:180} = 0,105$  m. al 1".

Nei mesi d'estate, quando tutti e sei i ventilatori sono in azione, e lanciano gli anzidetti  $6 \times 13\,000 = 78\,000\,\mathrm{m}^3$  d'aria all'ora, la velocità dell'aria cresce fino a m. 1,47

nel pozzo e m. 0,12 nei filtri.

La condotta di vapore ad alta pressione, formata di tubi di ferro a flangie, di 125 mm. di diametro interno, si diparte dal locale della caldaja, pende con opportuna inclinazione dalle volte del piano inferiore delle cantine, e va fin sotto alla camera B del piano superiore delle cantine (figure 7, 8 e 9 della Tavola), ove si trovano riuniti tutti gli apparecchi per mettere in azione e per interrompere il funzionamento dell'impianto di riscaldamento e ventilazione.

La condotta abbandona l'acqua alla sua estremità, nel suo punto più basso, ed il vapore sale, dopo avere attraversato un apparecchio di essiccazione. Dopo di essere stato portato ad una pressione di 2 atmosfere circa da un riduttore di pressione, il vapore passa in un corpo cilindrico di ghisa, fermato su di uno zoccolo in muratura, su cui sono montate le diverse valvole di presa, e

nel quale il vapore viene nuovamente asciugato mediante un separatore d'acqua.

Da questo cilindro si dipartono 5 condutture principali, munite di valvole di presa, di cui le prime quattro, di 75 mm. di diametro interno, alimentano i quattro sistemi di riscaldamento suaccennati, mentre la 5ª condotta, avente un diametro di 50 mm., riscalda i locali

della stamperia.

Dal cilindro distributore le quattro condutture principali salgono fin sotto la volta del piano superiore delle cantine, e quivi si suddividono, seguendo le direzioni dei corridoi, con inclinazione verso le singole camere di riscaldamento. Le condotte sono protette, su tutta la loro lunghezza, da rivestimenti coibenti, e i tratti lunghi sono muniti di scatole di dilatazione.

Nelle camere di riscaldamento si trovano disposti, gli uni sopra gli altri, gli elementi di ghisa a nervature di sezione romboidica, collegati fra loro per modo che il vapore è obbligato ad attraversarli seguendo una via sinuosa. A seconda della estensione della superficie di riscaldamento, ciascuna camera è munita di una o due valvole di presa del vapore, e di un numero corrispondente di valvole e di robinetti d'aria sui condotti di

ritorno dell'acqua di condensazione.

Questi condotti sono appesi sotto la vôlta del piano inferiore della cantina, per lo più entro i canali adduttori dell'aria pura; essi guidano l'acqua, con opportuna pendenza, verso i quattro grandi scaricatori automatici dell'acqua di condensazione (uno per ciascun sistema) che si trovano nel locale delle pompe (fig. 7, 10-12), e che immettono entro apposite cisterne raccoglitrici. Ogni scaricatore è munito di due valvole di inversione, di 50 mm. di diametro interno, di una valvola di scarico, e di un robinetto di prova.

L'aria calda viene inumidita entro le camere di riscaldamento, ciascuna delle quali, a seconda dell'ampiezza, contiene uno o due vasi di evaporazione in ghisa, di sezione triangolare, lunghi m. 0,95, larghi m. 0,10 ed alti m. 0,35. Questi vasi sono sospesi in modo da farvi passare attraverso una parte ripiegata della conduttura di ritorno dell'acqua di condensazione, e precisamente quella parte che si trova a valle delle stufe ed a monte della valvola di scarico; ne consegue che l'acqua si evapora più o meno abbondantemente secondo che il riscaldamento è più o meno attivo.

Tutti i vasi di evaporazione di ciascuna coppia di sistemi di riscaldamento (corrispondente a una metà dell'edificio) sono collegati fra loro mediante una condotta di tubi di ferro zincati, che si diparte pure dalla anzidetta camera, dove si innesta a due cassoni di ghisa ripieni d'acqua. Questi cassoni ed i vasi di evaporazione sono collocati in uno stesso piano orizzontale. Ciascun cassone è munito di un robinetto sulla cui leva è applicato un galleggiante spostabile, per modo che si può regolare a volontà il livello dell'acqua nei cassoni, e quindi, contemporaneamente, anche in tutti i vasi di evaporazione. In tal guisa riesce facile regolare l'ampiezza della superficie evaporante secondo le condizioni igrometriche dell'atmosfera. I cassoni sono muniti di un tubo di scarico, e di uno sfioratore, che servono contemporaneamente per i vasi di evaporazione.

Le camere di riscaldamento ed i condotti sono eseguiti con gran cura; l'arricciatura è in malta di pozzolana. Le dimensioni interne delle camere sono proporzionate per modo che le stufe possano essere non solo pulite, ma facilmente riparate, al qual uopo ogni camera è munita di una porta d'accesso guarnita di liste di feltro.

Le camere di riscaldamento ed i condotti distributori dell'aria calda sono eseguiti con mattoni cavi, e sono a doppia parete con strato d'aria interposto.

I condotti d'aria calda verticali sboccano nei singoli locali a 2, 3 o 4 metri al disopra del pavimento, a seconda dell'altezza dei locali stessi. I condotti d'estrazione dell'aria viziata hanno le loro bocche distribuite parte nel pavimento, parte nel soffitto; queste bocche sono tutte chiuse da graticole, e sono munite di ventole a registro.

I canali d'estrazione anzidetti si riuniscono in 40 gruppi nel sottotetto; ciascun gruppo fa capo ad un camino di sezione conveniente, munito di deflettore per

neutralizzare l'azione del vento.

La ventilazione dei cessi è fatta separatamente. L'aria viziata proveniente da questi locali viene guidata entro camini appositi che sboccano sopra il tetto, mediante ventilatori aspiranti azionati da piccoli motori elettrici, mentre l'aria calda pura è obbligata ad affluire

dai passaggi adiacenti entro questi locali.

Nei locali principali dei varii piani sono collocatidei termometri trasmettenti elettricamente le loro indicazioni a distanza. I quadri con scale graduate ad indice. applicati nella camera di sorveglianza, permettono di leggere l'indicazione di 4 e più temperature diverse, quantunque i fili conduttori in azione siano soltanto due. Oltre questi termometri, nei canali principali sono applicati degli igrometri e degli anemometri elettrici che trasmettono parimenti le loro indicazioni alla camera di sorveglianza.

Sopra un secondo quadro si trovano, ripartiti in gruppi, i congegni destinati a mettere in azione od arrestare i ventilatori soffianti ed aspiranti, oltre ad alcuni amperometri pel controllo dei motori elettrici.

Il riscaldamento a vapore a bassa pressione della stamperia e locali annessi è fatto nel modo seguente (fig. 13): dalla colonna montante applicata sul distributore di vapore si diparte un tubo di 50 mm, di diametro interno. Un riduttore abbassa la pressione da 2 a 0,3 atmosfere almeno. A valle del riduttore si innalza una condotta, di 75 mm. di diametro la quale sale fin sotto la volta del piano superiore delle cantine, che in questa parte è a livello del suolo esterno, e quindi va, con opportuna pendenza, al fabbricato posteriore, dove si suddivide in tre rami, di diametro convenientemente ridotto, dai quali l'acqua di condensazione viene scaricata nei punti più bassi.

Da questi condotti di distribuzione si dipartono le condotte verticali che mettono capo ai singoli gruppi di stufe. Ciascuna stufa ha una propria valvola di presadi vapore che si può aprire più o meno, secondo l'occorrenza. A valle delle stufe sono inserite delle chiusure idrauliche sulla condotta dell'acqua di condensazione, in modo che le stufe non possono ricevere vapore per questa parte. Dette chiusure consistono in due tubi di ferro, di sezione variabile secondo la grandezza della stufa, e di m. 3,5 di lunghezza, infilati uno entro l'altro, e collegati all'estremità superiore mediante un pezzo di ghisa di forma speciale; essi contengono una colonna d'acqua d'altezza corrispondente alla pressione del

I singoli elementi ricevono aria e la scaricano mediante valvole che agiscono automaticamente al riscal-

darsi ed al raffreddarsi delle stufe.

Le condutture dell'acqua di condensazione sono appese accanto a quelle del vapore, ma inclinate in senso opposto, e si vuotano entro le cisterne raccoglitrici già accennate.

Le stufe constano di elementi a nervature romboidali, di ghisa, e per la maggior parte sono collocate nelle strombature delle finestre; dietro ciascuna stufa, eccezione fatta per quelle situate nei corridoi, si trova una luce di introduzione dell'aria fresca, regolabile mediante registro.

Le dispersioni di calore per questi locali sono calcolate in 66120 calorle all'ora, per cui si richiede l'impiego di 24 stufe con una superficie di riscaldamento comples-

siva di 134 m².

Sommando insieme le dispersioni di calore del palazzo e della stamperia, si giunge a un consumo orario di 836120 calorie, per ottenere le quali occorrono, in cifre tonde. 97 m² di superficie di riscaldamento delle caldaje.

Si installarono due caldaje tubolari Root, ciascuna con un corpo di caldaja superiore (costruttori Walther e C. a Kalk), l'una di 84 e l'altra di 30 m² di superficie di riscaldamento propriamente detta, cioè lambita dall'acqua; per ogni m² di tale superficie si ottiene una produzione di 14 chg. di vapore all'ora spingendo moderatamente le caldaje. Queste lavorano ordinariamente alla pressione di 5 a 6 atmosfere effettive.

Il camino ha 42 m. di altezza, m. 1,10 di diametro alla base, 0,95 alla sommità. L'alimentazione delle caldaje è fatta per mezzo di due pompe a vapore a doppio effetto, di cui ciascuna è capace di alimentare entrambe le caldaje; invertendo i robinetti, si può alimentare tanto l'una che l'altra caldaja indifferentemente con l'una o con l'altra delle pompe. Per evitare dei colpi d'ariete nella condotta d'alimentazione, quando non si ha che da alimentare una sola caldaja, è provveduto a che una parte dell'acqua, che è messa in moto dalla pompa, abbia a defluire nelle cisterne dell'acqua di condensazione.

Le due cisterne di ghisa, disposte una accanto all'altra, della capacità di 1000 litri caduna, sono collegate l'una all'altra da un tubo situato a 15 cm. circa sopra il suolo; gli scaricatori automatici dell'acqua di condensazione immettono nella prima cisterna, mentre le pompe d'alimentazione aspirano l'acqua dalla seconda. L'olio e le altre impurità galleggiano o si depositano entro la prima cisterna.

Il riscaldamento e la ventilazione dei sotterranei, coperti da vôlte a prova di bomba, e destinati alle cartevalori ed ai metalli preziosi, è affatto indipendente dagli accennati impianti, poichè, trattandosi di locali a molta profondità sotto il suolo, il riscaldamento vi si deve mantenere anche in epoche in cui non è più ne-

cessario altrove.

Per questi sotterranei si ricorse ad un riscaldamento ad acqua calda a bassa pressione, con ventilazione per

immissione d'aria sotto pressione.

I sotterranei di cui si tratta hanno, complessivamente, una capacità di 1980 m³. In un corridojo superiore, al disopra di un canale adduttore dell'aria pura, sono montate cinque stufe, formate da elementi di ghisa a nervature, le quali si possono chiudere dall'esterno, mediante valvole del tipo Jenkins; l'aria si scarica da sè attraverso alle condotte. Queste stufe hanno una superficie complessiva di 76,5 m².

Nelle vicinanze di questi sotterranei, e precisamente nel piano superiore delle cantine in cui si trovano le camere di riscaldamento dell'aria mediante il vapore, è installata una caldaja del tipo Richmond, con focolare a caricamento continuo munito di registri automatici a chiusura ermetica, di un regolatore automatico dell'afflusso dell'aria di combustione, e di un termometro.

L'aria fresca viene aspirata da due ventilatori mossi elettricamente e capaci di fornire, ogni ora, 3000 m³ di

aria, la quale viene spinta verso le stufe in un canale di distribuzione comune. Sotto ciascuna stufa si trova una apertura in forma di fessura, attraverso alla quale l'aria pura giunge alle stufe, per poi passare, riscaldata, nei diversi locali sotterranei a vôlta, percorrendoli dall'alto al basso; finalmente l'aria viene aspirata da un camino di richiamo, collocato nell'ultima camera, che la manda nei condotti di distribuzione.

#### 12. VENTILAZIONE DELLE OFFICINE.

Il problema della ventilazione acquista un'importanza eccezionale nel caso delle officine, nelle quali, oltre ai prodotti della respirazione ed alle emanazioni polmonari e cutanee degli operai, si deve pensare ad eliminare i gas, i vapori e le polveri prodotte dalla lavorazione, polveri, vapori e gas, che ben di rado sono innocui e molte volte sono invece dannosissimi.

Per citare due soli esempi, non v'ha chi non conosca i pericoli a cui si trovano soggetti gli operai nelle fabbriche di fiammiferi e nei laboratori di indoratura a fuoco, a motivo dei vapori di fosforo, o mercuriali, che ivi si sviluppano; in questi, ed in consimili casi, non solo si deve provvedere ad un'abbondante ventilazione dell'officina, ma si deve inoltre impedire che i vapori esiziali si mescolino coll'aria dell'ambiente, aspirando e smaltendo all'atmosfera i vapori stessi, non appena prodotti. Ed è qui, precisamente, che torna utile il sistema di ventilazione meccanica per aspirazione.

Noi non possiamo entrare nei particolari della ventilazione delle officine, e dobbiamo rimandare il lettore ai pregevoli Rapporti dell'ing. Freycinet, indirizzati al Ministro dei Lavori pubblici di Francia, e pubblicati sugli Annales des Mines (annata 1864, 6ª serie, tomo 5, pag. 1; annata 1865, 6ª serie, tomo 7, pag. 335; annata 1866, 6ª serie, tomo 9, pag. 455 e tomo 10, pag. 1).

Vogliamo però richiamare l'attenzione del lettore sul fatto che la salute degli operai è minacciata non solo dai gas e dai vapori che si producono in alcune industrie ma ancora dalle *polveri*, le quali, apparentemente innocue, possono invece dar luogo a gravi malattie quando vengano inspirate.

A questo proposito crediamo interessante riprodurre il seguente articolo dell'ing. Antonio del Pra intitolato Le polveri nell'industria, e comparso nel n. 8 del noto periodico L'INDUSTRIA, anno 1895.

« La presenza nell'aria di corpi estranei, pulverulenti, costituisce un vizio speciale dell'atmosfera, ben distinto, dal punto di vista etiologico, da quello che si ha per la presenza di gas o vapori; perchè, indipendentemente dalle loro proprietà tossiche, le polveri esercitano una azione, in apparenza indifferente, in realtà pericolosa, sulle vie respiratorie, sulle vie digestive, sulla pelle, sugli organi della vista. Prende da ciò origine e causa una serie di affezioni che dal catarro bronchiale va fino alla enfisema polmonare ed alla tubercolosi, dalla congiuntivite fino alle gravissime bleforiti, nonchè alterazioni dovute allo annidarsi fra gli elementi atomici, costituenti il tessuto polmonare, delle particelle minerali ed organiche, alterazioni generalmente dette pneumoconiosi, particolarmente antracosi (se dovute a polvere di carbone), siderosi (se di ferro), bissinosi (se di cotone), tabaccosi (se di tabacco).

« La statistica ci permette già di determinare per ciascuna qualità di polvere la maggiore o minore gravità di pericolo a cui rimane esposto l'operajo, ed il diagramma della figura 1444, disegnato in base ai dati di Hirt, di Proust e di Arnould, e rappresentante la proporzione della tubercolosi per ognuna delle industrie

sotto trascritte, risponde sufficientemente alle esigenze di questa ricerca » (Vedi Sanarelli e Trambusti, Igiene del lavoro, Milano, U. Hoepli, 1895).

Stupisce di trovare nell'ultimo posto il minatore « il qual fatto interessantissimo non si sa se debba ascriversi ad una speciale lesione del carbone, oppure al fatto che la sua azione chimica e meccanica sul tessuto polmonare è tale da non produrre gravi alterazioni, le quali favoriscano la localizzazione del bacillo della tubercolosi ». (Op. cit.).

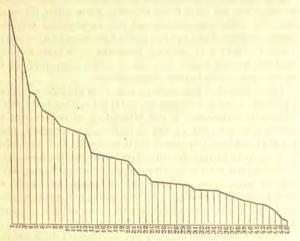


Fig. 1444.

1. Tagliatori di silice. -2. Affilatori d'aghi. - 3. Tagliatori d'aghi. — 4. Fabbricanti di spazzole. — 5. Litografi. — 6. Lavoratori di stracci. — 7. Arrotini. — 8. Tagliatori di molle. — 9. Fonditori. — 10. Sigarai. — 11. Orologiai. — 12. Tagliatori di pietre. — 13. Fonditori di caratteri. — 14. Incisori. — 15. Tappezzieri. — 16. Tessitori. — 17. Tintori. — 18. Verniciatori. — 19. Pittori. — 20. Pellicciai. — 21. Tipografi. — 22. Gessajuoli. — 23. Cordai. — 24. Tornitori d'osso e corno. — 25. Operai in porcellana. — 26. Vasai. — 27. Fabbricanti di bottoni e cappellai. — 28. Falegnami. — 29. Lattonieri. — 30. Muratori. — 31. Fabbricanti di spilli. — 32. Coltellinai. — 33. Sellai. — 34. Pasticcieri. — 35. Chiavajuoli. — 36. Mugnai. — 37. Maniscalchi. -38. Fabbricanti di drappi. — 39. Tagliatori di diamante. — 40. Fonditori in rame. — 41. Operai in cemento. — 42. Spazzacamini. — 43. Sellai. — 44. Operai in ottone. — 45. Carbonai. - 46. Minatori.

« Le polveri più nocive sono quelle che, in causa della loro forma irregolare, della loro superficie scabra, irta di punte o di filamenti, aderiscono più facilmente alle mucose, e non possono essere espulse dal colpo di tosse che avviene in seguito alla irritazione prodotta dal contatto di un corpo estraneo con le mucose stesse.

« Era perciò necessario che le deduzioni della statistica venissero giustificate dai risultati dello studio microscopico delle polveri industriali; studio sulla cui importanza non possono certo sorgere dubbi, essendochè esso permette di riempire non poche lacune della statistica stessa, ed in pari tempo può distruggere forse qualche pregiudizio, o qualche erronea interpretazione derivante dall'avere attribuito alla struttura, anzichè alla composizione, le proprietà nocive di alcune sostanze. A tale esame si accinse il dottore Migerka, del Museo d'igiene professionale di Vienna, e la sua Memoria, comunicata dal sig. Périssé alla Società di medicina pubblica e d'igiene professionale di Parigi, nella seduta del 28 febbrajo 1894, merita di essere conosciuta.

« Le polveri esaminate dal Migerka si possono dividere in otto categorie:

1ª polveri metalliche; 2ª polveri delle pietre; 3ª polveri provenienti dalla tornitura e dalla politura d'alcuni corpi adoperati in alcune industrie particolari; 4º polveri di legno; 5ª polveri di fibre vegetali; 6º polveri di fibre animali; 7ª polveri vegetali, grani, ecc.; 8ª polveri di natura eterogenea (dei tappeti, dei cenci, ecc).

« Ci occuperemo delle più importanti.

« La polvere derivante dalla affilatura della ghisa si presenta sotto forma di piccole piastrelle, con corpuscoli di ferro a bordi taglienti, e frammenti di quarzo cristallino estremamente appuntiti. Hanno dimensioni maggiori, e forma non meno irregolare e pericolosa, le piastrelle di polvere di tornitura della ghisa, le quali per di più presentano frammenti allungati, ricurvi ed intrecciati con forma di uncini. Tali caratteri sono poi marcatissimi nei corpuscoli derivanti dalla pulitura degli aghi. Qui i bordi ricurvi ad uncino sono più numerosi e più nettamente costituiti, come pure v'ha maggiore numero di molecole di quarzo cristallino a bordi taglienti. Dalla lavorazione del bronzo trae origine un detrito lamellare misto a frammenti fibrosi, sovente a bordi irregolari, e nella polvere di piombo, quale si ha nelle fonderie di caratteri da stampa, le lamelle, molto sottili, sono accompagnate da corpuscoli duri e da polvere finissima.

« Si vedono fin d'ora giustificati i risultati della statistica. Da un rapporto inglese infatti risulta che il 69 per 100 dei tagliatori di lime soffrono d'asma e non raggiungono i 40 anni. Eloquentissimi in proposito sono i resoconti della Cassa d'assicurazione contro le malattie del circondario di Vienna, dai quali risulta che, mentre su 100 ammalati di tutte le arti 23 sono affetti di tisi, fra i coltellinai questa percentualità sale a 35. A Solingen dove il numero dei morti è in media del 19,6 % la mortalità si eleva al 23 % per gli operai in ferro, ed al 30,4 % per i pulitori di metalli.

« Cifre ancor più desolanti si hanno fra gli operai tipografi e fonditori di caratteri. Ma per questi non è

certo estranea l'azione tossica del piombo.

« Tra le pietre, il granito è quello che dà le polveri più micidiali, pesanti e fine, con frammenti quarzosi, piatti, taglienti, e corpuscoli più grandi leggermente rigati (feldspato) misti a pezzettini di mica.

« Viene in seguito la polvere di vetro, assai fine, con lamelle sovrapposte, trasparenti. Uniforme, fine e pesante, pure con lamelle e con qualche elemento appuntito che la rende pericolosa, è la polvere del calcare.

« Valgono meglio della loro fama le polveri del cemento, della sabbia di quarzo e del grès, le quali tutte presentano delle masse amorfe e dei corpuscoli arrotondati. L'autore di questo articolo ha avuto infatti occasione di constatare il florido stato di salute delle operaje addette alla smerigliatura del vetro mediante getto di sabbia delle vetrerie del distretto di Charleroi (Belgio). Tali operai (com'ebbero a dichiarare gli stessi impiegati delle officine) soffrono pochissimo, benchè vivano in un ambiente pregno di polvere di sabbia quarzosa.

« Le noci di corozol, coprah, cocco, che vengono la vorate al tornio e pulite nelle fabbriche di bottoni, dànno polveri che contengono cellule albuminoidi e di epidermide, e pochissimi elementi taglienti. Si possono quindi ritenere poco nocive. Altrettanto non si può dire delle polveri di madreperla, d'osso di balena, di corno, di avorio. Antigieniche al massimo grado sono le prime (madreperla), le quali, leggerissime e finissime, appalesano tuttavia al microscopio delle lamelle appuntite a bordi taglienti, e degli aghi pungenti misti a piccoli frammenti di polvere lamellare caratteristica, Nella

polvere di osso di balena si scorgono pure lamelle con orli dentati ed uncinati; ed in quelle di corno appajono frammenti voluminosi misti ad altri minori, tagliuzzati,

e tutti più o meno appuntiti.

« Meno pericolosa è la polvere dell'avorio. Per questa categoria la statistica ci dice poco assai. Tuttavia Popper ha trovato che la durata media della vita degli operai incaricati di lavori di questo genere è di 38 anni (invece che di 46) e l'Hirt ebbe a contare che su cento tornitori d'osso e di corno affetti da malattie, 16 erano tisici. Tale proporzione è assai più forte per i lavoratori di madreperla.

« La polvere di legno appalesa il tessuto legnoso, con bordi strappati, taglienti, appuntiti. Si riscontrano inoltre cellule e frammenti di cellule, con orli irti di punte, sovente uncinate. Queste polveri, di debole densità, si disseminano facilmente nell'aria, spesso sono ribelli anche alla ventilazione, e s'attaccano alle mucose in modo d'esserne assai difficile l'espulsione. Sono quindi di per sè assai pericolose, anche senza la presenza di pietra pomice che alcuni credettero di trovare nella polvere di legno e che dall'analisi microscopica fu assolutamente esclusa. Secondo l'Hirt, su 100 falegnami ammalati, 25 sono affetti da malattie di petto, e su 100 decessi, 40 ed anche 45 sono dovuti alla tisi. Il Popper crede che le condizioni professionali d'attitudine o di fatica contribuiscano a rendere più elevata quella triste proporzione, ma a tale supposizione è lecito opporre che il diffondersi delle macchine utensili ha reso oggidì assai meno penoso il lavoro e nello stesso tempo ha aumentata la produzione delle polveri.

« Altra categoria importante è quella costituita dalle polveri che si sviluppano nella lavorazione delle fibre tessili, dove si raggiunge talvolta una produzione di polvere che rappresenta il 14 % della materia prima.

« Lo studio microscopico ha fatto trovare nella polvere di lino delle cellule finissime che presentano forme a succhiello con spigoli vivi e appuntiti, miste a polvere contenente una gran dose di silicati. Nel cotone si ritrovano filamenti sottili, leggerissimi, e fibrille avvolte a spira disseminate in una polvere informe. Questi caratteri si ripetono nella polvere della canapa, la quale però ha gli elementi di dimensioni molto maggiori, il che spiega la loro ruvidezza, quale si incontra pure nella polvere di juta, contenendo anche, questa ultima, frammenti di paglia e di legno.

« A completare questo studio interessantissimo, il Migerka sottopose all'analisi microscopica le polveri che si sviluppano nei laboratori dove si lavorano i crini di cavallo, i crini americani, i cascami di seta, i peli di lepre, e dove si fabbricano i feltri, i cappelli e le

spazzole.

« I crini di cavallo appajono spezzati, frangiati, con punte taglienti ed estremamente fini, soventi ricurve ad uncino.

« Dalle balle di crine americano si svolge una polvere con corpuscoli taglienti misti a frammenti di quarzo, di crine, a paglie ed a diversi filamenti vegetali. È una polvere, che oltre ad irritare estremamente le mucose, offre un ottimo veicolo alle malattie infettive.

« Affatto innocue sembrano le polveri dei cascami di seta, estremamente tenui, sprovviste di sostanze eterogenee, senza orli taglienti. — La polvere delle fabbriche di feltro è composta di fibre assai corte, miste a lamelle brillanti ed a piccole scaglie nere. Si riconoscono peli di diverse origini e talvolta frammisti di quarzo ad angoli vivi. A prova del triste effetto derivante dalla aspirazione di polvere di crine, l'Hirt indica che, su 100

ammalati, le malattie di petto appariscono nelle proporzioni seguenti:

« Nei fabbricanti di spazzole il 96 %; nei sellai 68 %; nei tappezzieri 75 %; nei pellicciai 68 %; nei cappellai 65 %; nei lavoratori di setole di porco 96 %.— Infine le polveri sviluppantisi dalla battitura dei tappeti e dai cenci sono varie assai. Si ritrovano fibre di diversa origine, miste a lamelle di mica, di quarzo, a frammenti di vetro, a corpuscoli duri di carbone.

« Riassumendo: rarissime sono le polveri i cui effetti sull'organismo umano possano considerarsi trascurabili di fronte ai molti altri pericoli che insidiano la salute dell'operajo. È quindi necessario adottare metodi pre-

servativi. Quali?

« L'aspirazione con ventilazione; la lavorazione in recipienti chiusi; la lavorazione umida, quando è possibile; infine la maschera. Quest'ultima è difficilmente sopportata dall'operajo; tuttavia in molti casi costituisce l'ancora di salvezza, e ad essa bisogna inevitabilmente ricorrere. Se, in qualche istante, l'operajo, annojato di sentirsi questa intrusa sulla faccia, se la toglierà, ne avrà certo danno minore di quello che risentirebbe aspirando in tutte le ore le polveri sviluppantisi d'intorno. Ed infatti l'Association des industriels de France ha, nel 1893, aperto un concorso per l'invenzione di un nuovo tipo di maschera che rispondesse ai seguenti requisiti: lo proteggere efficacemente la bocca ed il naso; 2º non essere fragile, pur essendo leggera ed adattabile senza troppo incomodo alla faccia; 3º essere di prezzo poco elevato e di facile pulitura e mantenimento; 4º non rendere malagevole la respirazione, nè riscaldare troppo il viso. Dell'esito di questo concorso l'Industria si è diffusamente occupata, riproducendo i disegni, e descrivendo gli apparecchi premiati. (Vedi L'Industria, vol. VIII, 1894, pag. 628).

« Qui accenneremo soltanto, di volo, ad alcune possi-

bili applicazioni della ventilazione.

« Si è riconosciuto che la ventilazione generale dell'ambiente, fatta con corrente d'aria molto intensa, oltre ad essere male sopportata, non serve affatto allo scopo. È preferibile la ventilazione che agisce intensamente in vicinanza al luogo di produzione delle polveri, le quali possono, a questo modo, venir aspirate prima che si diffondano nell'atmosfera del laboratorio.

« Specialmente importante è il problema della ventilazione delle carde. Al Congresso di igiene industriale di Rouen il Saladini, direttore di una filatura a Breslavia, presentava un apparecchio ventilatore da applicarsi ogni qualvolta si deve fare la pulitura e la arrotatura delle carde, periodo nel quale certo vi ha il massimo sviluppo di polveri. Nell'opificio del Saladini, al disopra ed un po'all'indietro di ogni fila di carde, a un metro di altezza, corre un lungo condotto di m. 0,15 di diametro, che mette capo al tubo di aspirazione di un ventilatore. Ogni carda, all'atto della pulitura, si copre con una specie di cappuccio che comunica col condotto sopra descritto e che riceve la polvere sviluppantesi dalla spazzolatura, polvere che dal tubo di aspirazione passa in una camera ad hoc, od in uno dei canali dei battitoi, quando la vicinanza di queste macchine lo permette.

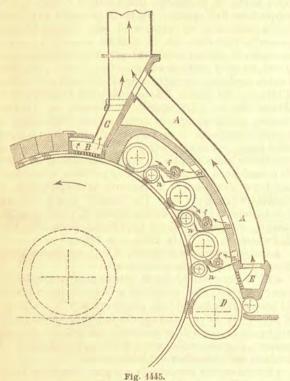
« Per quanto utile ed efficace sia questa disposizione, si riconosce a priori che essa non è sufficiente a mantenere in buone condizioni l'aria delle sale, giacchè anche durante la cardatura si ha sviluppo di polvere, che è bene asportare. Fu probabilmente questa riflessione che condusse il Ten Brink a munire le carde dei suoi due stabilimenti di Arlen e di Volkertshausen (granducato

di Baden) di un sistema permanente di ventilazione. Per le carde a cappelli la disposizione è semplice assai: il gran tamburo e gli organi asportatori sono guarniti di lamiere forate; ogni carda comunica per di sotto con un tubo che mette capo ad un ventilatore (che serve 16 carde), che aspira le polveri ed i cascami leggeri e li spinge in una camera speciale. Unica precauzione da aversi è che la corrente d'aria non sia troppo forte e quindi non asporti anche del buon cotone. Perciò si regola l'aspirazione col mezzo di porte.

« La materia aspirata è, in media, di 80 grammi per

carda e per giorno.

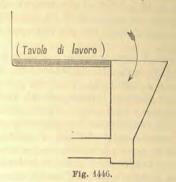
« Meglio si adattano alla ventilazione le carde miste. Nella disposizione adottata dal Ten Brink, che è rappresentata nella fig. 1445, il distributore D è sormontato, parallelamente al suo asse e per tutta la sua lunghezza,



da una cassa E munita di un coperchio a cerniera, e col fondo attraversato da fori circolari. Dal centro del coperchio si stacca un tubo A, di 1 dm2 di sezione, che mette capo al condotto collettore comunicante coll'aspiratore, dopo avere incontrato per via un tubo C, che si stacca da una cassa B posta alla sommità della carda tra l'ultimo riccio ed il primo cappello, e che riceve, come quella del distributore, le polveri che penetrano dal suo fondo, egualmente forato. All'altezza di ogni spogliatore, il coperchio del gran tamburo porta, per tutta la sua lunghezza, delle finestre, m, m, m (di luce tanto minore quanto più sono lontane dal distributore), dalle quali penetra l'aria, il cui efflusso è regolato da porte. Gli organi pulitori sono i truogoli mn, mn, mn, di zinco, dei quali l'estremo ricurvo n si accosta agli spogliatori e ne riceve i cascami più pesanti projettati da questi, e che sono raccolti dai rulli fff di pulitura, guarniti di panno, e rotanti attorno ai loro assi. Le freccie indicano con sufficiente chiarezza il giuoco del-

« Queste disposizioni funzionano a Brere, negli stabilimenti del Ten Brink, come ebbe a constatare una Commissione incaricata dell'esame dal Comité de mécanique de la Société Industrielle de Mulhouse (V. il Bollettino di questa Società, tomo LIV, pag. 320).

« Come altro esempio, accenneremo al modo di preservare l'operajo dalla polvere in una fabbrica di stoviglie, seguendo in ciò le indicazioni fornite dal Bulletin de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail (n. 6, anno 1894).



«È noto che le operazioni e manipolazioni industriali alle quali dà origine la fabbricazione delle stoviglie si possono dividere in tre gruppi:

1º Estrazione del caolino, del feldspato e delle terre

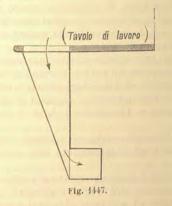
refrattarie;

2º Preparazione della pasta;

3º Fabbricazione, propriamente detta, delle stoviglie.

« La prima di queste operazioni si compie nelle cave scoperte, all'aria libera, e perciò non giova occuparsene.

« Al laboratorio, dove si prepara la pasta, il caolino arriva umido, e quindi non v'ha sviluppo di polvere. Questa invece si svolge durante il trituramento del quarzo e del feldspato, e ad impedire che si espanda nell'ambiente conviene circondare le mcle con un inviluppo ermeticamente chiuso. All'atto della mescolanza dei materiali, unica protezione può essere offerta dalla maschera.

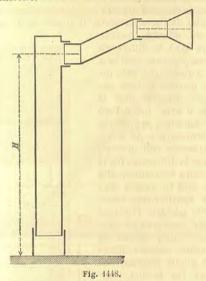


« Subito dopo la mescolanza interviene l'azione d'una grande quantità d'acqua, per cui cessa ogni pericolo. Questo, benchè non grave, riappare quando la pasta entra nel locale dell'ultima operazione, e, dopo essere passata per le batteuses, va in mano ai tornitori od ai formatori.

« Durante la lavorazione al tornio tutti i rifiuti del lavoro sono gettati per terra, dove disseccano, e, venendo calpestati, sono presto ridotti in polvere che non tarda a diffondersi nel locale. È perciò buona precauzione di scavare davanti al tornio una fossa che si ricopre con una griglia, preferibilmente in ghisa, a larghi vani, attraverso ai quali possano passare tutti i rifiuti, sfuggendo in tale modo al pericolo di venire

polverizzati.

« Uscito dalle mani del primo tornitore, l'oggetto passa al tornitore dei bordi, il quale, oltre che con un tornio speciale, lavora anche con la carta vetrata, e per lo più su un pezzo quasi completamente secco. Le stoviglie ottenute mediante forme hanno pure bisogno di questo lavoro di finitura. In entrambi i casi si ha sviluppo continuo e non lieve di polvere. Altrettanto avviene durante la spazzolatura dei pezzi, dopo che questi sono usciti dal forno. A proteggere in questi casi l'operajo può convenire la maschera. Però la fabbrica di Digoin ha, invece di questa, adottato con ottimo risultato la ventilazione.



« Davanti alla tavola del tornitore dei bordi si trova una tramoggia in legno (fig. 1446) la quale sbocca inferiormente in un canale di aspirazione che mette capo ad un ventilatore. La polvere e tutti i rifiuti poco pesanti vengono così inghiottiti a mano a mano che si producono, e la sola cura di pulire di tratto in tratto il canale basta a garantire un buon funzionamento dell'apparecchio.

« La tavola degli operai spazzolatori ha invece la tramoggia che si stacca da due finestre rettangolari praticate nella tavola stessa, e protette da griglie fra le quali si pone l'oggetto che deve essere pulito (fig. 1447). Se questo e un po' voluminoso, e quindi conviene lasciarlo per terra, si opera l'aspirazione facendo escire dal canale del ventilatore dei tubi in lamiera di 10 cm. di diametro (fig. 1448), dai quali si staccano uno o più tubi terminanti ad imbuto, possibilmente snodati, in modo da poter essere affacciati alla parte che deve essere pulita ».

# VENTILAZIONE DELLE GALLERIE

Il problema della ventilazione delle gallerie, tanto in costruzione quanto in esercizio, ha un'importanza eccezionale perchè alla necessità assoluta di produrvi una buona ventilazione vanno spesso congiunte difficoltà pressochè insuperabili, a motivo specialmente della forma e dell'estensione di questi ambienti. Considere-

remo separatamente i due casi delle gallerie in corso di esecuzione, e delle gallerie in esercizio.

#### 1. VENTILAZIONE DELLE GALLERIE DURANTE I LAVORI DI SCAVO (1).

Le cause che concorrono ad inquinare l'aria durante lo scavo di una galleria sono: la respirazione e le emanazioni degli operai; la combustione delle lampade ad olio; i gas prodotti nello sparo delle mine; i gas emanati dal terreno; i gas provenienti dagli escrementi, ecc. I gas nocivi nell'aria sono: l'acido carbonico, l'ossido di carbonio, l'idrogeno bicarbonato (il grisou delle miniere di carbone), l'acido solfidrico ed i miasmi provenienti dalla putrefazione del legno o di altre materie organiche. Oltre a ciò, è molto nociva per la respirazione la polvere di roccia che si forma durante il lavoro di perforazione e che sta sospesa nell'aria.

Si suol chiamare inquinata l'aria contenente miasmi di qualunque natura; mesitica quando contiene molto acido carbonico; deleteria quando contiene gas velenosi, come l'ossido di carbonio, o l'idrogeno bicarbonato. Quest'ultimo gas, a dir vero, si trova quasi esclusivamente nelle miniere di carbon fossile; ma può anche darsi il caso che attraversi dei depositi di carbone e che

da essi si sprigionino i gas nocivi.

Nella perforazione di roccie in terreni vulcanici si possono anche verificare delle emanazioni gasose spesso a temperatura elevatissima, come successe in qualche galleria della linea da Napoli a Cuma, per la quale si dovettero perforare diverse colline di formazione vulcanica relativamente recente, nei così detti Campi Flegrei.

I seguenti dati di fatto varranno a meglio far comprendere la portata del problema della ventilazione nel

caso di gallerie in costruzione.

Ricordiamo anzitutto che un uomo respira in media da 6 a 10 m<sup>3</sup> d'aria all'ora.

Un lume ad olio di dimensioni ordinarie, quali sono quelli generalmente adoperati dai minatori nelle miniere e nelle gallerie, consuma da 4 a 7 m³ di aria all'ora. (Oggidì però, coi progressi della luce elettrica, s'applica quasi sempre questo mezzo di illuminazione anche nelle gallerie, restando così soppressa una delle cause di inquinamento dell'aria).

Per ogni Cg. di dinamite che si spara nelle mine occorrono circa 200 m³ d'aria; mentre per la polvere da mina basterebbero soli 100 metri cubi. Secondo le esperienze di Karoly, ogni cm³ di polvere da mina produrrebbe mediamente 318 cm³ di prodotti gasosi a 0° ed alla pressione di 760 mm. di mercurio. E questi prodotti avrebbero la seguente composizione:

				In volume	In peso
Azoto				37, 58 %	0,096
Acido carbonico.			L	42, 74 »	
Ossido di carbonio				10, 19 »	0,026
Idrogeno				5, 93 »	0,001
Acido solfidrico .				0,86 »	0,003
Gas delle miniere				2,70 »	0,004
to logge a				100,00	0, 301

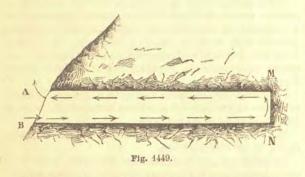
<sup>(1)</sup> V. Costruzione ed Esercizio delle Strade Ferrate: « Gallerie » per l'ing. A. Solerti, Torino, Unione Tip.-Editrice Torinese, 4892.

La nitroglicerina dà, per ogni gramma che esplode, circa 2000 cm³ di prodotti gasosi, i quali, se la combustione è completa, sono composti essenzialmente di acido carbonico, azoto e vapor acqueo; se invece la combustione è imperfetta si producono dei gas nocivi, come ossido di carbonio e simili.

Per quanto concerne l'inquinamento prodotto dalla combustione di carbone, bisogna ritenere che nella combustione completa di un combustibile, che si suppone contenere in media 88 % di carbonio, si producono, per ogni Cg. di combustibile bruciato, m³ 1,61 di acido carbonico.

Finalmente nello scavo delle gallerie si deve ancora tener conto di un altro fatto che ha una certa importanza, ed è questo che, avanzando nello scavo, la temperatura della roccia aumenta colla sua profondità al disotto della superficie del suolo, contribuendo così ad elevare la temperatura dell'aria oltre quella che sarebbe dovuta alla respirazione, ai lumi, alle esplosioni delle mine, ecc.

Nello scavo della grande galleria del Gottardo la temperatura della fronte di attacco andò crescendo da 19 fino a 31 centigradi alla distanza di 7635 m. dall'imbocco nord, e da 23° a 29°,4 alla distanza di 7041 m. dall'imbocco sud.



La temperatura media della roccia in tutto il tunnel era di 23°,43; e quella dell'aria, pure media per tutto il tunnel, dopo il completamento dello scavo era:

Nel febbrajo del 1880 . . . 21º,69

" " 1881 . . . 19º,03

" " 1882 . . . 14º,15.

Attualmente la differenza fra la temperatura dell'aria, in un punto qualunque situato alla profondità di 1000 metri, e quella della roccia (misurata in un foro praticato nel punto stesso) è compresa fra 1º,7 ed 1º,5.

Ciò premesso, esaminiamo quali siano le condizioni nelle quali si trova una galleria durante lo scavo, e cerchiamo quali siano le disposizioni a prendersi per otte nere un conveniente rinnovamento dell'aria. Come già dicemmo, la questione presenta un interesse grandissimo; ogni trascuranza in proposito può essere perniciosa per gli operai impiegati nei lavori dello scavo, ed anche una incompleta soluzione del problema, per cui non sia abbastanza copiosa la quantità d'aria che si manda col sistema di ventilazione adottato, può produrre delle malattie di carattere epidemico, le quali, se trascurate, possono anche produrre la morte degli individui attaccati.

Supponiamo adunque di avere una galleria in corso d'esecuzione, cioè aperta solo ad una delle estremità AB (figura 1449). Man mano che procede lo scavo nella parte MN, l'aria, oltre ad essere riscaldata dalla respirazione degli operai e degli animali impiegati nello

scavo, dai lumi e dai gas caldi che provengono dall'accensione delle mine, si riscalderà pure a contatto della roccia, la cui temperatura, come già si osservo, va ognora crescendo per ragioni geologiche. Oltre a ciò, quest'aria verrà continuamente inquinata dalla respirazione e dalle emanazioni degli uomini e degli animali, dai loro escrementi, dai gas, dallo scoppio delle mine e dai lumi.

Fintantochè la galleria non è molto lunga si può produrre una ventilazione naturale, dovuta unicamente alla differenza di temperatura fra l'aria esterna e quella interna. L'aria calda interna tende, infatti, a portarsi in alto, e per l'uscita di quella che si trova presso lo sbocco della galleria, in A, si produrrà ben tosto una corrente verso l'esterno lungo la parte superiore dello scavo, mentre l'aria esterna, che è più fredda, penetra per B e sostituisce a poco a poco l'aria calda che esce.

A questo modo si otterrà un rinnovamento naturale e continuo dell'aria interna, il quale sarà tanto più

pronto ed efficace, quanto maggiore sarà la differenza fra la temperatura dell'aria esterna e quella dell'aria interna, e quanto minori saranno gli ostacoli che la corrente d'aria incontrerà nel suo cammino, rappresentati da armature o da altro.

Ora, siccome nell' inverno è più forte la differenza fra la temperatura esterna e quella interna, cosl in questa stagione la ventilazione naturale delle gallerie risulterà anche più energica ed efficace. In estate, essendo la temperatura esterna maggiore di quella interna, e la differenza fra le due temperature minore che in inverno, la corrente si invertirà, e la ventilazione sarà meno attiva. Quando vi fosse eguaglianza fra le due tempe-

300 -- 30

rature, interna ed esterna, la ventilazione naturale non potrebbe aver luogo.

Ma, quando la galleria è molto lunga, allora non si può più far affidamento sulla sola circolazione naturale dell'aria, tanto più se, come generalmente avviene, si lavora giorno e notte; in tal caso bisogna ricorrere alla ventilazione artificiale, la quale si può ottenere in varii modi.

Uno dei mezzi impiegati consiste nell'installare, nell'interno della galleria, un ventilatore mosso, secondo le circostanze, o a mano, o dall'aria compressa, il quale si avanza nell'interno della galleria, man mano che lo scavo progredisce. Questo ventilatore prende l'aria esterna o da un tubo apposito, o dalle cunette di scolo, se ciò è possibile, e manda l'aria estratta in un canale di legno, la cui forma può essere quella rappresentata dalla fig. 1450, e che è sospeso al cielo della galleria.

Un altro mezzo, esperimentato nelle gallerie di Moorhouse nel 1865, ed al Moncenisio, consiste nel disporre sul cielo della galleria un canale in legno AB (fig. 1451), che si estende fin presso alla fronte di attacco. Questo canale, ripiegandosi verticalmente all'insù, fa capo ad una camera M, ove è disposto un focolare F, sul quale si brucia del combustibile, producendo così un energico

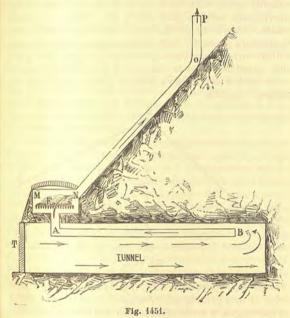
tiraggio nel camino NOP disposto sul pendio della mon-

Questo camino estrae così l'aria viziata dall'interno

della galleria.

Invece del focolajo, si esperimentarono in parecchi casi i ventilatori a getto di vapore della ditta Körting, che diedero eccellenti risultati.

Però il miglior sistema è quello di mandare direttamente nell'interno della galleria, sia sulla fronte di attacco che lungo il tunnel, una quantità d'aria sufficiente per sostituire quella inquinata, o meglio per far sì che nell'interno si formi un'atmosfera ove i gas nocivi siano diluiti in una quantità conveniente di aria pura che continuamente viene immessa, perchè continue sono le cause di inquinamento. Quindi, anche nei siti in cui si procede allo scavo con perforatrici a pressione d'acqua, è indispensabile provvedere all'impianto di compressori d'aria, badando a che la quantità d'aria sia sempre largamente



calcolata e non ristretta ai limiti indicati dalla teoria in base al numero di operai, alla quantità di esplodenti che si consumano, ecc. La ventilazione poco abbondante fu lamentata sia nella galleria del Moncenisio, sia in quella del Gottardo.

Il getto diretto dell'aria compressa ha un altro vantaggio, che è quello di abbassare la temperatura nello interno del tunnel. Secondo le previsioni dell'ingegnere Stockalper al San Gottardo, ritenendo che un volume di 3 m³ d'aria compressa a 4 atmosfere e mezza produce un raffreddamento equivalente a 78 calorle, per fare equilibrio alle 2000 calorle che, mediamente, per ogni minuto, vengono comunicate dalla roccia, su un chilometro di lunghezza (supponendo la temperatura dell'ambiente di 10° Cg.) sarebbero stati necessari:

$$\frac{2000}{78} \times 3 = 75 \text{ m}^3$$

d'aria alla pressione di atmosfere 4,5 per ogni minuto. Volendo rinfrescare tutti i cantieri della galleria in egual modo, ciò avrebbe richiesto una forza di quasi 5000 cavalli-vapore ad ogni testata del tunnel. In pratica, bastando limitare il raffreddamento alle due gallerie di direzione, saranno sufficienti 15 m³ d'aria alla pressione

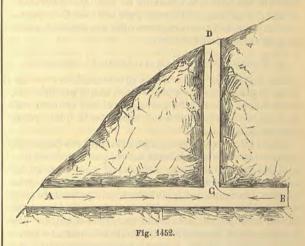
di 5 atmosfere, e quindi la forza occorrente si riduce a 2000 cavalli, i quali sono sufficienti per ottenere altresì la compressione dell'aria che aziona le perforatrici.

Quando non si vogliano adoperare i compressori per introdurre nelle gallerie l'aria occorrente per la ventilazione, si possono adoperare i *ventilatori*, i quali possono essere aspiranti o soffianti, secondo che si vuole estrarre l'aria viziata dalla galleria, od iniettarvene direttamente di quella fresca.

La questione del raffreddamento della roccia nell'interno, durante i lavori nelle gallerie a foro cieco, ha molta importanza per la salute degli operai; ed il maggior agio che questi avranno pel lavoro ridonderà a

tutto profitto dell'impresa.

A St-Etienne si è esperimentata, a tal fine, l'iniezione di acqua polverizzata sulla roccia; con 10 litri d'acqua per minuto si otteneva un abbassamento di temperatura di 3º nelle gallerie; l'acqua era projettata ad alta pressione (15 atm. circa), con una temperatura media di 15º. Per assorbire, con questo spruzzo d'acqua, le 2000 calorle che ad ogni minuto emanano dalle gallerie su 1000 metri di lunghezza, supponendo che la temperatura dell'acqua non debba elevarsi oltre i 20º, occorreranno 400 litri d'acqua al minuto primo, ossia litri 6,66 al secondo.



Nei tunnels di Sonnenstein ed Achsenkopf prima, e più tardi in quelli di Brandleite e dell'Arlberg, dove si adoperarono le macchine da perforare ad acqua compressa del sistema Brandt, si esperimentò che, facendo sgorgare l'acqua a forte pressione da un tubo che termina in una capsula a piccoli fori, cioè polverizzando l'acqua, questa condensa i gas nocivi, e fa cadere a terra anche la finissima polvere di roccia proveniente dallo sparo delle mine, e che è così dannosa per i polmoni. Ciò prova che anche l'acqua, sotto forte pressione e polverizzata, oltre ad agire come refrigerante, può essere un eccellente mezzo di ventilazione e di purificazione dell'ambiente.

Negli studi fatti ultimamente per il traforo del Sempione venne anche proposto il raffreddamento della galleria mediante il ghiaccio. Si sa che ogni chilogrammo di ghiaccio nel fondersi assorbe 79 calorie, in cifra tonda. Se ora, limitandoci alle gallerie di direzione, abbiamo da assorbire 2000 calorie, dovremo far fondere per ogni

minuto  $\frac{2000}{79} = 25 \text{ Kg.}$  di ghiaccio, il che darebbe un consumo di 36 m³ di ghiaccio nelle 24 ore, quantità quasi insignificante, perchè, dopo gli ultimi perfezionamenti introdotti nelle macchine per la fabbricazione del ghiaccio,

questo non viene a costare che 7 ad 8 lire il metro cubo. compresi gli interessi e gli ammortamenti.

Quando sopra una galleria AB (fig. 1452) sia praticato un pozzo CD, allora, oltre alla differenza delle temperature esterna ed interna, concorre a produrre la ventilazione naturale la differenza delle pressioni barometriche all'imbocco A della galleria ed alla sommità D del pozzo, il quale agisce come un camino. L'aria della galleria, riscaldata per le note cause, prende a salire lungo il pozzo, ed è ajutata in ciò dalla pressione atmosferica, la quale è in A maggiore che in D. Nell'estate la temperatura esterna potendo essere superiore, e di molto, a quella interna, la corrente d'aria prenderà una direzione opposta a quella indicata nella fig. 1452 dalle freccie. In autunno ed in primavera, od anche d'estate (durante la notte) può succedere che la debole corrente discendente, che sarebbe prodotta dal leggero eccesso della temperatura esterna sulla interna, venga impedita dalla differenza delle pressioni barometriche, che agisce per verso contrario.

In tal caso si attiva la ventilazione producendo artificialmente od una sufficiente differenza di pressione per mezzo di aspiratori a getto d'acqua, come quelli del tipo Körting, applicati alla base C del pozzo, od una differenza di temperatura mediante un focolajo opportunamente combinato, da collocarsi pure alla base C del pozzo.

L'impiego dell'aria compressa o dei ventilatori è, anche in questo caso, indicatissimo.

## 2. VENTILAZIONE DELLE GALLERIE IN ESERCIZIO.

Per le gallerie in esercizio il problema della ventilazione si presenta ancora più difficile, anzi si può dire che, come finora esso non ha trovato, così non troverà mai una soluzione veramente soddisfacente, la quale possa servire in tutti i casi.

Infatti altro è ventilare una galleria con forte pendenza, altro è ventilare una galleria a lieve pendio od orizzontale. Nè possono le stesse disposizioni applicarsi ad un tunnel di linea a poco traffico, ed a quello di linea a gran traffico. Un tunnel a doppio binario può presentare nella ventilazione un regime assai diverso di quello di un altro tunnel ad un solo binario; come pure sono condizioni che influenzano la ventilazione il profilo altimetrico e planimetrico della galleria, la maggiore o minore umidità, ecc.

Ed anche nelle condizioni più favorevoli di ventilazione, è certo che in un lungo tunnel, ove siavi una certa frequenza di treni, la ventilazione non potrà mai essere così perfetta da evitare qualunque inconveniente. Supponiamo, infatti, che in una galleria a due binari entrino contemporaneamente due treni, uno da un imbocco ed uno dall'altro, e che il tempo impiegato dai treni a percorrere la galleria sia di 25 minuti, la lunghezza della medesima essendo di 12 Km. Anche ammettendo che la corrente d'aria, tutta in un dato senso, abbia una velocità di 2 metri al secondo, occorrera più di un'ora e tre quarti per vuotare tutta la galleria dell'aria viziata, sempre supponendo che durante tutto questo tempo nessun treno venga ad aumentare le cause di inquinamento dell'aria. Ora chi si trova verso l'imbocco dal quale esce l'aria viziata dovrà, per tutto questo tempo, essere investito dall'aria così poco respirabile, e soffrirne più o meno, secondo le circostanze, se non si adottano speciali disposizioni.

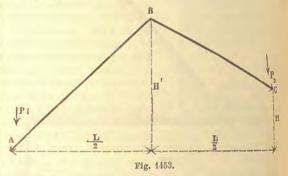
Uno dei migliori studi sulla ventilazione delle grandi gallerie, che abbiano vista la luce in questi ultimi anni, è quello fatto dall'ing. C. Candellero in una sua Memoria presentata al Congresso internazionale ferroviario tenutosi a Parigi nel settembre del 1889. Crediamo pregio

dell'opera riportare, nella sua quasi integrità, detta Memoria (1).

## I. Ventilazione naturale.

Il problema di ottenere nelle grandi gallerie, aperte soltanto agli estremi, una buona ventilazione naturale che funzioni in modo costante, o almeno senza interruzione o turbamenti troppo lunghi e troppo frequenti, non sarà forse mai, in certi casi, risolto in modo soddisfacente, perchè alcuni degli agenti fisici che hanno una influenza essenziale sulla ventilazione stessa, che anzi, si può dire, la dominano in modo assoluto, esercitano la loro azione in forma variabilissima, cioè non sono soggetti a legge alcuna che sia conosciuta, e come tali quindi non possono essere indirizzati a produrre effetti costanti ed utili all'aerazione.

Un concetto esatto e completo del fenomeno della ventilazione naturale nelle gallerie sotterranee potrà aversi soltanto con lo stabilire e con lo studiare l'equazione del movimento della colonna d'aria che occupa le gallerie stesse. Con questa guida, che è infallibile, si avrà modo di provare la verità della proposizione sopra enunciata e di arrivare a conclusioni precise ed inoppugnabili sopra una questione, circa la quale gran parte dei costruttori e dei tecnici non hanno ancora al giorno d'oggi idee ben chiare e definite.



Or bene, rappresenti ABC (fig. 1453) il profilo altimetrico di una grande galleria attraversante una catena di montagne e comunicante con l'esterno unicamente per mezzo dei due imbocchi. Supponiamo, come generalmente succede, che la galleria sia formata da due tronchi in salita verso un punto intermedio B, e che i due imbocchi A e C siano ad altitudini differenti sul livello del mare. Considerando la colonna d'aria interna (la quale in generale avrà una temperatura media diversa da quella esterna) in movimento in un certo senso, per esempio da A in B, ed applicando il teorema delle forze vive per ottenere l'equazione del moto (tenendo conto, oltre che del lavoro della pressione atmosferica e della gravità, anche di quello dell'attrito), si deduce che la velocità di regime, u, della colonna d'aria nella galleria, nell'ipotesi che le pressioni segnate dal barometro agli estremi della galleria siano esattamente quelle che competono alie altitudini degli estremi stessi, è:

$$u = \sqrt{\frac{2gH}{\frac{\Theta}{T} - 1}}$$

$$1 + k\frac{L}{D}$$
(1)

(1) V. il Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer, juillet 1889, vol. III, n. 7, pag. 898, Bruxelles, P. Weisenbruch, éditeur.

V. pure l'Ingegneria Civile, Anno 1889, pag. 154 e seg.

dove H è la differenza di livello fra i due imbocchi (vedi fig. 1453);

Θ è la temperatura assoluta media dell'aria nell'interno della galleria;

T è la temperatura assoluta media all'esterno;

L è la lunghezza della galleria, in pianta;

D è il diametro medio della sua sezione retta;

k è il coefficiente d'attrito fra l'aria e le pareti della galleria;

g è l'accelerazione dovuta alla gravità (g = 9.81...). (Per lo sviluppo del calcolo veggasi la Memoria citata).

La formola (1), che è quella stessa che serve pei camini, ci dimostra che una galleria si comporta precisamente come un camino. Quindi la velocità di regime dell'aria sarà tanto più grande, cioè la ventilazione naturale tanto più attiva, quanto più grande sarà la differonza H fra i livelli degli sbocchi, e quanto maggiore sarà la differenza fra le temperature medie dell'aria all'interno ed all'esterno; sarà nulla per H = 0, cioè in una galleria avente gli sbocchi nello stesso piano oriz-

zontale, qualunque sia il valore di  $\frac{\Theta}{T}$ ; e nulla altresi per

0 = T. qualunque sia H.

Difficoltà di ottenere le due condizioni indispensabili alla ventilazione naturale. - Le due condizioni, quindi, di dislivello e di differenza di temperatura, devono coesistere perchè si stabilisca un regime qualsiasi di ventilazione naturale.

Ora, in una grande galleria che attraversi una catena di montagne, due cause concorrono a fare che O - T sia differente da zero. La prima, che è permanente, sta in quel fatto fisico costante, che la temperatura degli strati della montagna, e quindi altresì quella dell'aria a contatto di questi, cresce, a partire da un certo punto, man mano che gli strati stessi s'allontanano dalla superficie libera dei versanti; la seconda, accidentale, sta nella quantità di calore che, per ogni transito di treno, viene versato nell'ambiente della galleria insieme ai prodotti della combustione. Con ciò, in generale, in qualsiasi galleria, che abbia sufficiente sviluppo, la prima condizione indispensabile per il tiraggio si verifica sempre per fatto fisico naturale con intensità fisica più o meno grande. Resta la seconda condizione: la differenza di livello fra gli sbocchi; e questa, se la si vuole realizzata, deve imporsi a priori chi studi il tracciato della galleria. Sono naturalmente ristretti i limiti entro i quali questa condizione può essere soddisfatta, sia in conseguenza della altimetria delle linee d'accesso, sia perchè il dislivello fra le due testate dovrà essere distribuito su una metà soltanto della lunghezza del tunnel, perchè le esigenze della perforazione imporranno in generale che la galleria sia formata con due tronchi ascendenti verso un punto culminante intermedio fra gli sbocchi; sia infine perchè la pendenza unitaria massima, da assegnarsi al tronco che riesce all'estremo più basso, non deve superare un certo limite in relazione col sistema di trazione fissato per l'esercizio.

Tuttavia, anche nei limiti ristretti sopraindicati, non sarà in generale impossibile avere fra gli sbocchi un dislivello che permetta la creazione d'una corrente di sufficiente intensità.

Dalla stessa formola, che dà la velocità di regime, apparisce ancora che, fissata l'altitudine degl'imbocchi, le condizioni dell'aerazione sono pienamente determinate e riescono quindi invariate, qualunque sia il profilo con cui si passi da un imbocco all'altro. Queste differenze di profilo, nei limiti molto ristretti nei quali sono possibili, non hanno per effetto che di variare di quantità molto piccole lo sviluppo totale della galleria; influiscono perciò soltanto, e in proporzioni minime, sulla resistenza d'attrito; per conseguenza il loro effetto sulla velocità di regime è trascurabile.

Ritengo importante - dice l'Autore della Memoria che questo punto sia ben chiarito e fissato in modo da eliminare ogni sorta di incertezza e di dubbio, perchè qualche ingegnere che ebbe ad occuparsi tempo addietro della ventilazione delle grandi gallerie, basandosi sopra considerazioni non esatte di termodinamica, volle dimostrare, a proposito della galleria del Fréjus, che il profilo altimetrico di questa, quale fu attuato, fosse sfavorevole assai ad una ventilazione spontanea, e che, per contro, sarebbe stato possibile, senza variare la posizione degli sbocchi, di attuarne un altro che avrebbe notevolmente migliorato le condizioni dell'aeramento.

Questa opinione, dopo ciò che abbiamo dimostrato con la teoria alla mano, è un errore.

Le condizioni di naturale aerazione del Fréjus, buone o cattive, sono state invariabilmente fissate il giorno in cui si fissò la posizione altimetrica degli sbocchi. Dopo. nessuna forma di tracciato intermedio avrebbe potuto arrecare variazioni apprezzabili.

Ritornando a ciò che ci è insegnato dalla formola del movimento dell'aria, se si verificasse sempre la circostanza, posta da principio, che le pressioni barometriche p, e p, agli imbocchi fossero esattamente quelle che corrispondono alle due altitudini, e ritenuto che la temperatura media interna è sempre, nelle grandi gallerie, superiore a quella esterna, noi potremmo venire alla conclusione che condizione necessaria e sufficiente per avere una ventilazione diretta costantemente nello stesso senso è che i due imbocchi non siano allo stesso livello; e, in questo caso, che la ventilazione riuscirà tanto più attiva quanto maggiore sarà il dislivello.

Influenza grandissima degli squilibrii di pressione agli imbocchi. - La condizione di perfetta normalità nei valori di p, e p2 è una pura astrazione teorica, che si verifica solo rarissimamente. Avviene invece, e massimamente nelle montagne, che gli squilibrii barometrici sono frequentissimi; avviene cioè molto spesso che la pressione atmosferica, in un dato piano di livello, è superiore od inferiore, ed anche di molto, a quella che competerebbe all'altitudine del piano stesso.

Allora il regime naturale di aerazione sopra descritto, regime che si può chiamare termico, perchè generato dalla differenza di temperatura, e che tenderebbe a creare ed a mantenere una ventilazione più o meno attiva in un dato senso, può venire completamente turbato.

Considerando, per esempio, il caso di una galleria per la quale si abbia

$$H = 150 \text{ m.}; \quad \Theta = 273 + 20; \quad T = 273,$$

e posta quindi in condizioni favorevolissime per una ventilazione termica naturale, è facile dimostrare, ragionando sull'equazione del movimento dell'aria nella galleria, che basta uno squilibrio di pressione misurato da una colonna di m. 11 d'aria, pari ad una colonna di 1 mm. circa di mercurio, per arrestare completamente la ventilazione naturale. Cioè può bastare che, mantenendosi normale la pressione p, all'estremo più elevato, la pressione p1 all'altro estremo diminuisca di quanto corrisponde ad 1 mm. della colonna torricelliana, oppure, viceversa, che fermo stando  $p_1$  cresca  $p_2$  della stessa quantità, oppure ancora che  $p_1$  e  $p_2$  variino contemporaneamente in modo che si abbia  $V(p_1-p_2)=H$ , essendo V il volume specifico dell'aria della galleria.

Naturalmente, mentre le oscillazioni considerate, dirette a diminuire e a far discendere al disotto di  $\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{V}_0}$  (essendo  $\mathrm{V}_0$  il volume specifico dell'aria esterna) il valore di  $p_1-p_2$ , valgono ad osteggiare e ad annullare, od anche invertire la ventilazione termica naturale, produrranno effetto inverso, cioè concorreranno a rendere più attiva la ventilazione spontanea, le oscillazioni inverse, vale a dire quelle che tenderanno a far crescere

la differenza  $p_1 - p_2$  al disopra di  $\frac{\mathbf{H}}{\mathbf{V}_0}$ .

Si deve adunqe conchiudere che in una galleria il cui tracciato altimetrico sia tale da creare, in condizioni normali, una aerazione termica spontanea, avvenendo squilibrii di pressione nelle atmosfere ambienti agli sbocchi, gli squilibrii stessi, a seconda del senso in cui si producono, prendono a favorire o ad osteggiare la corrente preesistente, tenendola nella più assoluta loro balla.

Ora quando si pensi che, come si è visto, ad annullare completamente una corrente naturale molto attiva può bastare l'oscillazione misurata da 1 mm. di mercurio, e si consideri che le oscillazioni normali che possono succedere tutti i giorni sono quasi sempre superiori, e talora di molto, ad 1 mm., massimamente nelle montagne, dove precisamente si trovano i grandi tunnel e che, per di più, non vi ha nessuna ragione perchè tali oscillazioni siano armoniche sui due versanti della catena, e che. anzi, in generale, esiste fra di esse la più completa indipendenza, almeno in ordine di tempo, emerge naturale una conclusione di piena conferma alla proposizione che abbiamo posta da principio, che cioè non esiste per l'e grandi gallerie ferroviarie alcun profilo compatibile con le esigenze della perforazione e dell'esercizio, che garantisca costantemente una buona ventilazione naturale; che tale ventilazione invece sarà sempre dominata nel modo più assoluto dalle perturbazioni barometriche che si verificano agl'imbocchi, le quali, e per la grande distanza e per la diversa esposizione degl'imbocchi stessi sui due versanti della montagna attraversata, non sono soggette a nessuna legge di uniformità e di sincronismo.

Applicazione e verifica per il caso del tunnel del Fréjus. - Ciò è precisamente quanto la esperienza di quasi 18 anni dimostra verificarsi al Fréjus, malgrado che le condizioni altimetriche di tracciato di questa galleria siano le migliori che si possono desiderare fra quelle che sono possibili, per produrre e mantenere un'aerazione naturale costante. Là, a condizioni atmosferiche normali, si deve avere, e si ha, una buona corrente diretta dall'estremo nord più depresso all'estremo sud, corrente che, se perdurasse sempre, sarebbe capace di mantenere, almeno nell'inverno, la galleria in buone condizioni di ventilazione, malgrado sia grandissima la quantità di fumo versato dalle locomotive, grandissima quando si pensi che il tronco verso Modane ha lunghezza di quasi 8 Km. (compresa la galleria di raccordamento) con pendenze del 27 e 23 %, e che il numero dei treni, di cui parecchi in doppio attacco, è di 30 in media nelle 24 ore della giornata.

Tale corrente però è frequentissimamente osteggiata dalle perturbazioni barometriche, le quali, in alcune circostanze speciali, fortunatamente molto rare, dettero luogo nei primi tempi ad accidenti d'asfissia che commossero l'opinione pubblica, onde per parte dei Governi e delle Amministrazioni interessate si fecero studi per vedere se e come fosse possibile migliorare un tale stato di cose. Risultato di tali studi fu che, allo stato delle cose, al Fréjus non era attuabile nessun provvedimento di efficacia assoluta nel senso di correggere gli effetti delle

perturbazioni atmosferiche, che però gli accidenti gravi di malore al personale di servizio, il solo che si trovasse in condizioni di avere a soffrire, potevano per intanto essere eliminati o almeno ridotti a minime proporzioni insignificanti con le disposizioni: di migliorare le condizioni di funzionamento dei compressori e degli aspiratori, che, come vedremo, erano stati attivati fin dal principio; di ordinare ai macchinisti di evitare le cariche del focolare durante il percorso della galleria e di ridurre, nei periodi critici, la durata di stazionamento degli operai nel sotterraneo. Attuate queste disposizioni e, sopratutto, meglio educato con l'andar del tempo il personale ai disagi della galleria, gli inconvenienti cessarono quasi completamente.

Per chiarire bene le idee circa le condizioni di aerazione naturale ordinaria di una grande galleria e per vedere se e come esse si trovino in relazione ai bisogni ai quali dovrebbero soddisfare, sarà utile istituire, per alcuni casi speciali fra i più salienti, qualche calcolo numerico sopra l'intensità della corrente naturale termica, sopra l'intensità delle correnti barometriche, e sopra la quantità d'aria che sarebbe necessario rinnovare in ogni ora perchè l'atmosfera del tunnel considerato potesse mantenersi in buone condizioni di respirabilità.

A quest'uopo, cominciando dal Fréjus, consideriamo la galleria rettilinea propriamente detta, escludendo cioè le gallerie di raccordo, le quali non hanno influenza apprezzabile sul regime generale di ventilazione.

Il profilo altimetrico può ancora essere rappresentato dalla figura schematica, già considerata (fig. 1453), nella quale si ritenga che l'estremo più depresso A sia quello nord di Modane sul versante francese, e l'estremo B sia quello sud di Bardonecchia sul versante italiano, e che le diverse quote siano:

L = 12240; H = 139; H' = 133.

Dalle osservazioni che si sono sempre fatte e che si fanno nell'interno della galleria risulta: che la temperatura della colonna d'aria nel punto culminante di mezzo C può ritenersi come costante, non variando essa che fra un minimo di + 22 centigradi nell'inverno e un massimo di +24 nell'estate; che le temperature esterne invece agli sbocchi variano fra limiti molto più estesi, cioè fra -18 e +20; e infine che queste oscillazioni sono pressochè uguali e sincrone sui due versanti, in modo che in un dato istante si può ritenere identificata la temperatura agli sbocchi. Risulta altresi dall'ispezione dei termometri distribuiti lungo tutta la galleria che, in qualsiasi stagione, la temperatura dell'aria cresce in ragione quasi lineare fra il minimo delle testate e il massimo del punto culminante, in modo che la temperatura in un punto qualunque si può ritenere proporzionale alla distanza di questo dalla testata più vicina. Ciò fa sì che la temperatura media all'interno può in un momento qualsiasi considerarsi uguale alla media fra quella esterna e quella del centro.

Noi considereremo i casi estremi del massimo caldo estivo e del massimo freddo invernale, e determineremo le corrispondenti velocità di regime della colonna d'aria, le quali ci daranno i limiti entro cui può variare l'attività della ventilazione termica naturale.

Riprendiamo perciò l'equazione del movimento dell'aria:

$$u = \sqrt{\frac{\frac{\Theta}{T} - 1}{1 + k \frac{L}{D}}}$$
 (1)

La temperatura assoluta media interna 0, dopo quanto si è detto, sarà:

in inverso 
$$\Theta = 273 + \frac{1}{2}(-18 + 22) = 275,$$
  
in estate  $\Theta = 273 + \frac{1}{2}(+20 + 24) = 295.$ 

La temperatura assoluta limite esterna T, si può ritenere:

in inverso 
$$T = 273 - 18 = 255$$
, in estate  $T = 273 + 20 = 293$ .

Al coefficiente di attrito &, ritenuto che si tratta di condotto a sezione molto grande e con pareti spalmate di sostanze umide ed untuose, assegneremo il valore di 0,020, quale risulta dalle esperienze di Morin e di Weisbach.

Il diametro medio D della sezione retta della galleria è di m. 6,70.

Sostituendo questi valori nella formola (1) si trova che: nei massimi freddi u = 2,33 m, al 1", nei massimi caldi u = 0,68 m. al 1".

Quindi al Fréjus, quando non si avessero mai perturbazioni barometriche sui due versanti, esisterebbe costantemente in galleria una ventilazione con velocità nella colonna d'aria variabile fra un massimo di m. 2,33 e un minimo di 0,68 per minuto secondo, il che vuol dire che il rinnovamento completo di tutta la colonna d'aria si dovrebbe compiere in un periodo di tempo variabile fra ore 1 e 44 minuti e ore 5.

È ora a vedersi se questi periodi di rinnovamento sono sufficientemente brevi per mantenere sempre l'atmosfera della galleria in buone condizioni di respirabilità.

A quest'uopo basterà calcolare il volume d'acido carbonico che le locomotive versano nella galleria durante una giornata, e dedurre quindi il volume d'aria esterna che bisogna introdurre per sciogliere il CO<sup>2</sup> prodotto, ottenendo una miscela che sia ancora respirabile senza pericolo. Dalla combustione si sviluppano bensì ancora alcuni altri gas, come essenzialmente l'ossido di carbonio, che sono dannosissimi alla respirazione, ma come la loro quantità è assolutamente trascurabile a fronte dell'acido carbonico, si può fare a meno di tenerne conto.

Nelle stagioni di traffico intenso, la galleria del Fréjus è traversata nelle 24 ore da 30 treni, 15 in un senso, 15 nell'altro. Ritenuto, come risultò da esperienze accurate, che un treno ordinario consumi 18 kg. di combustibile per km. nella salita e 10 nella discesa, si ha una media di 14, con che il consumo giornaliero sale a kg. 5200. Questo combustibile, che è litantrace contenente all'incirca 1'88 % di carbonio puro, dà luogo ad uno sviluppo di 8380 m³ di CO².

Se ora si consideri che l'aria ordinaria contiene <sup>5</sup>/<sub>10000</sub> di acido carbonico e che la medesima cessa di essere igienicamente respirabile quando la proporzione della mescolanza sale ai <sup>20</sup>/<sub>10000</sub>, si deduce che un metro d'aria chiamato dall'esterno non deve avere a sciogliere che un litro e mezzo di CO<sup>2</sup>. In queste condizioni, per il cubo calcolato di m<sup>3</sup> 8380 di acido, occorrerà introdurre nel sotterraneo, durante le 24 ore, un volume d'aria uguale a m<sup>3</sup> 5587000 cioè m<sup>3</sup> 64,67 per l''. È come la sezione della galleria è di m<sup>2</sup> 41, la colonna d'aria dovrà entrarvi e muoversi con una velocità di regime di m. 1,58 per secondo.

Dobbiamo quindi conchiudere che solo in inverno sarà sufficiente l'aerazione naturale che le condizioni termiche ed altimetriche della galleria sono capaci di creare. E ciò è quanto, indipendentemente dai calcoli, la pratica di 18 anni ha confermato.

Ma, come abbiamo detto, questo stato normale di aerazione, buona o cattiva, si verifica soltanto quelle rare volte in cui non si hanno turbamenti atmosferici agli sbocchi. Per annullare la corrente naturale termica basta uno squilibrio delle pressioni atmosferiche agli estremi, di cui la misura, espressa in colonna d'aria, è uguale a quella stessa altezza che è capace di produrre la velocità di regime che abbiamo sopra calcolata. Ed è facile dedurre dalla formola (1) che quest'altezza, pel caso della velocità massima u=2.33 è: a=10.43 m.

Ora quando si consideri che alle altezze fra 1100 e 1300 m. sul livello del mare, come quelle fra cui si trovano gli imbocchi del Fréjus, un mm. di mercurio vale m. 12,60 circa d'aria, apparirà che una perturbazione atmosferica misurata da <sup>8</sup>/<sub>10</sub> di mm. nella colonna del barometro, e tendente a diminuire la differenza normale di pressione fra gli estremi, basta per annullare completamente la più attiva fra le ventilazioni che le condizioni termodinamiche della galleria sono capaci di creare. E se la perturbazione sarà maggiore, il che in quelle località avviene spesso, non solo sarà annullata la corrente nord-sud, ma se ne creerà un'altra in senso inverso. Viceversa se la perturbazione avverrà nell'altro senso, cioè se cresce, al di là del punto normale, la differenza p1-p2, la corrente naturale crescerà di attività proporzionatamente all'intensità della perturbazione stessa. E ciò deve avvenire, ed avviene diffatti qualche volta, ed allora le condizioni di aerazione si fanno a dirittura eccellenti, tantochè pochi minuti appena dopo uscito il treno della galleria, dal punto culminante di questa i due sbocchi prendono ad apparire nitidissimamente come due punti brillanti.

Disgraziatamente però i casi in cui la corrente barometrica spira in senso favorevole a quella termica sono meno frequenti di quelli in cui spira in senso inverso. È un fatto dimostrato dall'esperienza di 18 anni e consegnato sui prospetti delle osservazioni meteorologiche che si fanno al Fréjus con molta regolarità, che la differenza fra le indicazioni date dal barometro nello stesso istante ai due imbocchi, differenza che a condizioni normali dovrebbe essere di mm. 10,5, è più spesso inferiore che superiore a questo numero. Questa irregolarità nell'ordine di modo e di tempo con cui si producono le irregolarità atmosferiche, è un fatto che non è possibile spiegare: troppo insufficienti sono ancora al giorno d'oggi gli insegnamenti della meteorologia. Del resto, quando anche venisse ad essere nota la legge, se legge esiste, che governa quei fenomeni, nessun giovamento sarà possibile trarne, perchè questo è certo che quella legge, come tutte le leggi di natura, non potrà essere modificata da noi per favorire i nostri utili o i nostri

Riassumendo, per la galleria del Fréjus, nella quale, come abbiamo visto, a condizioni atmosferiche normali, esiste sempre una ventilazione dal nord al sud, devesi conchiudere che le perturbazioni atmosferiche, le quali per la loro frequenza ed intensità sono il più delle volte le padrone assolute dell'aerazione, arrecano un complesso di danni superiore a quello dei vantaggi, perchè, quando sono favorevoli, portano un ajuto che, se è utile, non è sempre necessario: per contro, e questo, come si è detto, avviene il più spesso, quando osteggiano, od elidono, od invertono la corrente naturale, sono sempre dannose.

Applicazione al caso della galleria del Gottardo.

— Nella galleria del Gottardo, che ha lunghezza maggiore e dislivello fra gli imbocchi minore, dove, per conseguenza, la forza motrice è minore, e sono più grandi

le resistenze passive, la corrente termica naturale deve essere, ed è, infatti, più debole che al Fréjus, ed è più frequentemente e più facilmente dominata dalle correnti barometriche.

Se noi applichiamo l'equazione (1) al movimento dell'aria nella galleria del Gottardo, per la quale si ha L= 15000, H = 35,40, e se osserviamo che la temperatura del punto culminante interno oscilla tra un massimo di + 23° C. in estate e di + 15° in inverno, che la temperatura esterna varia fra + 20° e - 8°, noi avremo una velocità di regime per l'aerazione termica variabile fra m. 0,28 e 0,82; il che ci dà, per la ventilazione spontanea al Gottardo, condizioni molto più buone che al Fréjus (?). Ma, d'altra parte, le correnti barometriche possono generarsi ed imporsi più facilmente. Diffatti, se noi consideriamo il caso della più grande velocità del regime termico, che è di m. 0,82 al 1", noi troviamo che essa è generata da un'altezza di carico, misurata in colonna d'aria, di m. 1,57, che corrisponde a mm. 0,13 di mercurio. Basta adunque una perturbazione meteorologica piccolissima per annullare la corrente termica. Donde segue che al Gottardo, assai più che al Fréjus, l'aerazione deve trovarsi quasi completamente in balla delle perturbazioni, anche molto deboli, dell'atmosfera.

E così è infatti. Le osservazioni fatte durante molti anni sulla direzione e sull'intensità delle correnti hanno dato, in media per ogni anno, i risultati seguenti:

1º Correnti deboli dal nord durante una quarantina di giorni. Sono i giorni nei quali, essendo normale la differenza fra le pressioni barometriche, può funzionare regolarmente la corrente termica;

2° Corrente più forte, e anche molto forte, dal nord durante 170 giorni. Sono i giorni nei quali si crea una corrente barometrica dal nord, che si somma con quella preesistente termica;

3º Corrente incerta o rovesciata durante gli altri 155 giorni. Sono i giorni nei quali la corrente barometrica soffia dal sud e, a seconda della sua intensità, indebolisce, o annulla, o rovescia la corrente termica.

Conclusione generale per il caso di lunghe gallerie a foro cieco. — Questa preponderanza delle correnti barometriche, che possono manifestarsi indifferentemente in un senso o nell'altro sopra le correnti termiche che sono sempre orientate nella stessa direzione, aumenta man mano che diviene piccola la differenza di livello fra le estremità, di modo che, per una differenza nulla, non essendo possibile alcuna corrente termica, se si ha movimento nella colonna d'aria, questo è esclusivamente dovuto alle perturbazioni meteorologiche.

Per conseguenza, nelle gallerie aventi gli sbocchi allo stesso livello, mentre non si avrà aerazione tutte le volte che le condizioni atmosferiche sono normali, si avrà invece una corrente in un senso o nell'altro tutte le volte che si produce una perturbazione barometrica qualunque. Condizione sola che deve essere soddisfatta, il che del resto, in generale, avverrà quasi sempre in causa della grande distanza e delle differenti esposizioni degli imbocchi, è che gli squilibri atmosferici non siano nè sincroni, nè d'intensità uguale sui due versanti della montagna.

Da quanto abbiamo esposto, emana dunque questa differenza essenziale tra i grandi tunnel: che per quelli che hanno una forte differenza di livello fra le estremità sarebbe a desiderarsi che le perturbazioni si producessero il più raramente possibile o si producessero almeno nel senso di accrescere la differenza fra le pressioni barometriche estreme. Al contrario, negli altri tunnel, il desideratum sarebbe che non si avesse mai la nor-

malità, la quale è condizione di arresto d'ogni corrente; e che invece si avesse sempre una perturbazione qualunque in un senso o nell'altro. Quale adunque dei due tipi di galleria sarà da preferirsi sotto il punto di vista dell'aerazione spontanea? Gli elementi di giudizio sono assolutamente troppo variabili per poter rispondere: e l'incertezza cresce ancora quando si consideri che un altro fatto viene a complicare la questione. Nelle gallerie a forte dislivello, nelle quali la ventilazione è più attiva, si ha lo svantaggio che il bisogno della ventilazione è anche più sentito, perchè è più grande la quantità del fumo, che la combustione produce: mentre nelle gallerie a miti pendenze, insieme ad una ventilazione meno energica, si ha altresì una minor quantità di gas irrespirabili da esportare.

Un criterio approssimativo, da servire di norma nei casi concreti, potrà tuttavia essere ricavato dalle seguenti osservazioni. La perfetta orizzontalità nella linea degli imbocchi dà lo stagnamento assoluto, e non può quindi essere ammessa, perchè anche su una galleria orizzontale ha sempre un valore finito, e anche notevole, il volume dei prodotti della combustione. Bisognerà quindi che un dislivello si abbia. Quando adunque per fissare questo dislivello non si abbia a soddisfare ad altre condizioni, all'infuori di quella di ottenere il migliore stato di cose sui rapporti con la ventilazione naturale, bisognerà ricorrere alla considerazione che la velocità della corrente è proporzionale alla radice quadrata della differenza di livello fra gli estremi della galleria, e che la produzione dei gas irrespirabili è proporzionale invece alla prima potenza della differenza stessa. Per cui si capisce subito che, incominciando da una differenza di livello nulla, le condizioni di aeramento miglioreranno sul principio, col crescere di tale differenza: ma miglioreranno solo fino ad un certo punto, oltre il quale gli incrementi dei prodotti della combustione non saranno più compensati dagli incrementi nella velocità di smaltimento. Questo punto, che nei singoli casi concreti, e previa una serie di opportune ipotesi circa la produzione dei gas, non sara difficile di determinare, darà la soluzione che converrà adottare.

Comunque, non sarà gran cosa ciò che così si potra ottenere, perchè ci troveremo sempre impotenti contro il dominio delle perturbazioni barometriche; e, per conseguenza, dobbiamo ripetere la conclusione già enunciata, e cioè che nelle grandi gallerie, comunicanti con l'esterno soltanto per mezzo degli imbocchi, la ventilazione naturale sarà spesse volte, per forza di agenti fisici immutabili nel loro modo di azione, insufficiente, qualunque sia il profilo delle gallerie stesse.

Influenza dei pozzi sulla ventilazione naturale.

Ora - soggiunge l'Autore - si presenta naturale la domanda; se questo stato di cose non possa per avventura essere corretto mediante il provvedimento, che entra nella categoria dei mezzi naturali, della costruzione di uno o più camini o pozzi di estrazione, stabiliti in posizione conveniente lungo il percorso del sotterraneo.

Cominciando a considerare il caso di pozzi scavati nella montagna, e riuscenti nella galleria in punti intermedi, l'Autore afferma che: tutte le volte che la costruzione del pozzo sarà opera materialmente possibile (il che disgraziatamente avverrà di rado nelle grandi gallerie) l'opera sarà sempre utilissima, purchè sia ben proporzionata, e, sopratutto, purchè la sua ubicazione sia fissata con criteri razionali. Se la prima di queste due condizioni è essenziale, la seconda è più essenziale

ancora, perchè una irrazionale ubicazione assegnata al pozzo può non solo rendere inutile il pozzo stesso, ma, ciò che è ben più grave, può ancora renderlo pericoloso e nocivo in modo che si riconosca essere cosa preferibile il sopprimerlo, almeno parzialmente. - Ciò spiega la ragione per cui in alcune gallerie in Italia (come nella galleria Sella sulla linea Bra-Savona) si sia sentita la necessità di otturare certi pozzi che si erano scavati per affrettare la perforazione della galleria, e che dopo si credette, a torto, di potere utilizzare quali camini di ventilazione. L'ubicazione di quei pozzi, fissata con criteri subordinati ai bisogni della costruzione, non aveva nessun rapporto con le esigenze della ventilazione; e avvenne che tali pozzi, che funzionavano in realtà come veri estrattori, mentre generavano correnti potentissime in certi tronchi della galleria, sopprimevano ogni movimento negli altri, rendendoli così assolutamente inabitabili.

Qui l'Autore, colla scorta della teoria, passa a determinare le relazioni che debbono esistere tra l'altezza e l'ubicazione del pozzo, e le condizioni altimetriche della galleria; ma, la ristrettezza dello spazio vietandoci di riprodurre questo studio, ci limiteremo a riportare le seguenti importanti:

Considerazioni generali sulla efficacia dei pozzi.

Coi procedimenti esposti sarà dunque possibile trovare una eccellente soluzione del problema dell'aerazione di una galleria qualunque, sempre quando il profilo della montagna non renda soverchiamente costosa e difficile la costruzione del pozzo. In caso diverso bisognerà rinunziare all'idea di ricorrere al provvedimento dei pozzi.

Intanto adunque, ammessa la possibilità dell'opera, la teoria che siamo venuti esponendo ci dimostra quanto abbiamo già sopra asserito, che un pozzo di ventilazione è sempre utilissimo per le gallerie, a condizione però che la sua ubicazione non sia qualunque, ma bensi venga fissata con criteri razionali. Ma dimostra altresì che il pozzo stesso può non solo riuscire inutile, ma anche diventare nocivo. Basterà, perchè ciò avvenga, che il pozzo si trovi rispetto agli imbocchi in posizione tale che la massima parte dell'aria chiamata al camino sia data da una delle estremità. E evidente che nel ramo che riesce all'altro estremo l'aria si muoverà con lentezza, la quale può, in date circostanze, diventare tale da rendere l'atmosfera nociva alla respirazione. In questi casi può convenire di chiudere il pozzo, perchè allora la ventilazione naturale, che le condizioni termiche e altimetriche della galleria sono di per sè stesse, senza l'ajuto del camino, capaci di generare, sarà almeno uniformemente distribuita, e quando la velocità di regime sia superiore a quella minima che si aveva precedentemente, hassi a conchiudere che il pozzo, ubicato com'era, riusciva nocivo.

Naturalmente il regime di aerazione creato da un camino convenientemente proporzionato e fissato di posizione, andrà esso pure soggetto all'azione delle perturbazioni atmosferiche non altrimenti di quanto abbiamo veduto succedere nelle grandi gallerie comunicanti con l'esterno soltanto per mezzo degli estremi.

Ma qui giova avvertire subito che, a parità di altre circostanze, l'effetto prodotto da una perturbazione sulla ventilazione della galleria sarà, in generale, minore se la galleria è munita di pozzi, anzichè aperta alle sole estremità. Difatti sono perturbazioni che influiscono sull'aerazione quelle per le quali la differenza fra le indicazioni date dal barometro agli sbocchi è superiore o inferiore alla differenza dovuta al semplice dislivello

degli sbocchi stessi. Per esempio, per farci su un caso speciale, si avrà turbamento nell'aerazione quando, avendosi pressione normale in una data estremità, si ha una certa anormalità all'altra. Ora tale anormalità. che incomincia da zero al primo estremo e che finisce per avere quel dato valore all'altro estremo, avrà evidentemente valori intermedi in punti intermedi. Se adunque in uno di questi punti intermedi si apre un pozzo, la colonna d'aria occupante la galleria sarà comandata non più dalla differenza di pressione fra i due sbocchi, ma dalle differenze fra ciascuno dei due sbocchi e la testa del camino. Ora è evidente, per quanto abbiamo detto sopra, che le anormalità in queste ultime differenze saranno sempre minori di quelle che. caeteris paribus, si verificano nella differenza di pressione fra gli sbocchi. Per conseguenza, col pozzo, minori le perturbazioni dominanti e minori di necessità le anormalità nell'aerazione.

Del resto, qualunque siano le perturbazioni dominanti, che possono entrare in giuoco nel caso del camino, esse non riusciranno mai a creare uno stato di cose peggiore di quello che si avrebbe se il pozzo non esistesse. E quindi anche sotto questo punto di vista il pozzo è sempre utile, e nella peggiore ipotesi non è mai cosa dannosa.

E difatti che cosa può succedere per effetto delle perturbazioni? O si avrà movimento d'aria di salita o di discesa nel camino, e ciò avverrà il più spesso, o si avrà stagnazione. Nel primo caso, se il movimento è in salita, sarà la corrente barometrica che cospirerà con quella termica dando luogo a ventilazione molto attiva: se il movimento è in discesa, sarà la corrente barometrica che avrà annullata e rovesciata quella termica dando però sempre luogo ad aerazione per insufflazione. Nel secondo caso, che è il peggio che possa arrivare, e sarà rarissimo, quando si ha stagnazione nel pozzo, il pozzo stesso funzionerà da piezometro, e allora in galleria le cose si passeranno come se il camino non esistesse, cioè si stabilirà fra lo sbocco più depresso e quello più elevato quella corrente debole od attiva che la galleria è di per sè sola capace di generare. Quindi col pozzo si avrà, in generale, aerazione notevolmente migliore, e nella peggiore ipotesi nulla si avrà di peggiorato.

Caso di più pozzi. — Se, invece di uno solo, si hanno diversi pozzi, il regime di ventilazione riuscirà notevolmente più complicato; ma, qualunque sia il loro numero, l'Autore dimostra che è sempre possibile, scegliendo convenientemente i parametri variabili di cui si può disporre, fare le cose in modo che tutti i pozzi riescano realmente utili e concorrano tutti, in un giusto rapporto, a produrre la ventilazione, senza che l'azione degli uni si trovi mai in lotta con quella degli altri. Ed allora è evidente che l'aerazione sarà tanto più attiva, quanto più numerosi saranno i pozzi.

L'Autore considera, in seguito, anche il caso di un camino di aspirazione naturale sullo sbocco più elevato della galleria, osservando però che questo provvedimento obbligherebbe a chiudere lo sbocco negli intervalli fra i transiti dei treni, il che, essendo cosa assai pericolosa, non sarebbe attuabile su una linea di forte traffico. Questa soluzione presenta inoltre vari altri inconvenienti, e quindi non vi ci fermeremo sopra e passeremo, senz'altro, a riportare le seguenti:

Conclusioni finali sul problema della ventilazione naturale. — Riassumendo tutto ciò che venne esposto sulla ventilazione naturale delle grandi gallerie, l'Autore si crede autorizzato a conchiudere quanto segue: l° In una galleria aperta soltanto alle estremità, si avrà aerazione termica naturale, a condizioni atmosferiche normali, quando gli sbocchi non siano alla stessa altitudine. La corrente sarà tanto più attiva quanto più grande sarà la differenza di livello fra le estremità e quanto più grande sarà la differenza fra le temperature medie interna ed esterna. La corrente opererà in salita o in discesa secondochè la temperatura media interna sarà superiore o inferiore a quella esterna.

A parità di differenza di livello, il profilo altimetrico del tunnel, ferme le estremità, e nei limiti nei quali esso può variare, non ha influenza apprezzabile nel regime della ventilazione. Infine il sotterraneo si comporta precisamente come un camino inclinato all'orizzonte, di altezza uguale alla differenza di livello fra le estremità

e di lunghezza uguale al suo sviluppo vero.

2º Il regime termico sopraindicato si stabilirà e si manterrà sempre quando la differenza fra le pressioni barometriche alle estremità della galleria si mantenga uguale al peso di una colonna d'aria esterna avente per altezza la differenza di livello fra le estremità stesse. Una perturbazione che si manifesti nel senso di diminuire la differenza di pressione normale avrà per effetto di rallentare, annullare o anche rovesciare la corrente termica preesistente. A produrre l'effetto del completo rovesciamento di una corrente naturale, anche potente, quale può essere creata dalle più favorevoli circostanze altimetriche e termiche di una galleria di qualsiasi lunghezza, può bastare una perturbazione minima, di meno di un millimetro di mercurio, per es., e ciò a condizione soltanto che la perturbazione non sia sincrona, o pure essendo sincrona, non sia della stessa intensità sui due versanti, dal che segue la conclusione che quando si hanno perturbazioni, e ciò arriva il più spesso, l'aerazione è completamente nel dominio di esse.

3º Queste condizioni di aeramento possono tuttavia essere sempre migliorate mediante la costruzione d'uno o più pozzi di aspirazione, a patto però che i medesimi siano convenientemente proporzionati in sezione e in altezza, e sopratutto che siano fissati in posizioni razionali a seconda di quanto ci insegna la teoria che abbiamo sviluppato. Converrà quindi ricorrere a questo efficace provvedimento tutte le volte che le condizioni altimetriche del massiccio della montagna al di sopra del tunnel permetteranno, senza una spesa eccessivamente grande e non più rimunerabile, l'esecuzione

dell'opera.

4º Infine un camino di richiamo, situato alla testa più elevata della galleria, anche se attivato da un focolare, e anche quando si trovi modo di risolvere le difficoltà che sono conseguenza del dover chiudere uno degli sbocchi, non arrecherà in generale che un assai debole ajuto alla ventilazione, ajuto che difficilmente compenserà le spese e gli imbarazzi creati dall'installazione e dal funzionamento del camino.

### II. Ventilazione artificiale.

Come abbiamo veduto, la ventilazione naturale nelle gallerie attraversanti le grandi catene di montagne è molto spesso insufficiente, incerta e irregolare, sia perchè è troppo piccola la differenza di livello fra gli sbocchi, sia perchè sono troppo vicine, l'una all'altra, le temperature medie esterna ed interna, sia per le due cause cumulate, sia infine per effetto dell'impero assoluto che può essere esercitato sulla ventilazione dalle perturbarioni meteorologiche dell'atmosfera esterna, perturbazioni che, in conseguenza della montagna interposta, non sono in generale nè sincrone, nè di intensità uguale sui

due versanti sui quali vengono a riuscire le estremità della galleria.

Quando poi non si tratti più di gallerie attraversanti le montagne, ma di sotterranei percorrenti il sottosuolo a poca profondità, come avviene nelle ferrovie metropolitane e nelle traversate al di sotto dei flumi, la ventilazione naturale è meno buona ancora; anzi, si può dire in generale che non se ne ha più, perchè in questi casi le circostanze che, come abbiamo visto, sono in grado nei tunnel di montagna di dar luogo a movimento d'aria, non esistono più, oppure hanno una importanza trascurabile. In questi casi, infatti, la differenza di livello tra le estremità e la differenza tra le temperature sono nulle o quasi. Le perturbazioni barometriche, siccome non esiste più, per ritardarne la propagazione, ne l'ostacolo della montagna, nè l'azione variabile dei versanti. diventano quasi affatto sincrone, ciò che vuol dire che esercitano il loro potere nello stesso tempo e con la stessa intensità sopra gli sbocchi, e non possono più per conseguenza, essere causa apprezzabile di una corrente nè in un senso nè nell'altro.

La costruzione di pozzi di aspirazione, che sarebbe sempre utile nelle gallerie di montagna, dove, in generale, la differenza fra le temperature interna ed esterna ha un valore di una certa importanza, è sovente opera ineseguibile in causa del profilo che la montagna presenta sull'asse della galleria.

Negli altri sotterranei, che possiamo chiamare di pianura, manca quasi sempre la forza motrice dovuta alla differenza di temperatura, e ciò in conseguenza della debole profondita del sotterraneo al di sotto del suolo naturale. È chiaro quindi che in questi casi i pozzi, anche là dove fosse possibile lo escavarli, il che non avverrebbe nelle traversate sotto ai flumi, non potrebbero avere alcuna efficacia.

Si deve quindi conchiudere che nelle grandi gallerie di montagna, e più ancora nei sotterranei di pianura, siccome i mezzi di aerazione naturale sono insufficienti, se si vuole avere costantemente una buona ventilazione bisognerà ricorrere ai mezzi artificiali, fra i quali se ne troverà sempre qualcheduno che sarà in grado di generare una aerazione tanto attiva quanto sarà necessario.

Tali mezzi artificiali si distinguono in due categorie, a seconda della natura e dell'importanza dello scopo

che si propongono di ottenere.

La prima comprende quei mezzi che hanno per oggetto di creare su tutta la lunghezza del sotterraneo una o più correnti continue che rinnovino intieramente tutta la colonna d'aria in un periodo di tempo più o meno breve. E sono: 1° i focolai di attivazione dei pozzi d'aspirazione; 2° le macchine di estrazione o di compressione che operano sulla colonna d'aria della galleria.

La seconda comprende quegli altri mezzi, di cui lo scopo, più modesto, non è che di generare delle ventilazioni parziali, somministrando aria pura in certi punti speciali, come nicchie, camere di rifugio, ecc., dove il personale possa ritirarsi e rifornire i suoi polmoni. Essa comprende ancora quegli altri mezzi di soccorso che hanno per iscopo di fornire il personale della linea e dei treni dell'aria pura condensata in apparecchi speciali, oppure di creare intorno al personale stesso delle correnti locali che, funzionando come refrigeranti, recano sempre un sollievo molto prezioso.

Ventilazione artificiale completa. — Poichè in una galleria la ventilazione è tanto più attiva quanto più grandi sono la differenza di livello tra gli imbocchi e la differenza fra le temperature interna ed esterna,

sarebbe naturale di pensare a crescere, se la cosa fosse possibile, i valori di queste differenze. Aumentare la differenza di livello fra gli sbocchi non è mai cosa ottenibile nello stretto senso della parola. Tuttavia la costruzione di pozzi e di camini di richiamo è qualche cosa che ha un dipresso lo stesso effetto. Abbiamo già visto quale è l'efficacia di queste opere, e come, e quando sia possibile e conveniente di averci ricorso.

Resta a vedere se è altresi conveniente crescere la differenza di temperatura, cioè aumentare la temperatura interna, che, in generale, è già sempre superiore a

quella esterna.

Nessun dubbio sarebbe possibile circa la risposta da darsi se fosse cosa pratica il produrre l'aumento necessario nella temperatura con un mezzo qualunque differente dalla combustione. È certo che allora, facendo astrazione dalla spesa, che in ogni caso riuscirebbe assai grande, sarebbe possibile ottenere una ventilazione attiva, sia nei tunnel senza pozzi, ma cogli sbocchi ad altezze diverse, sia negli altri sotterranei di qualsiasi forma di transito, ma forniti di pozzi di richiamo.

Ma le cose sono sostanzialmente diverse se il riscaldamento dell'aria deve essere fatto col mezzo di focolari a combustibile ordinario. In questo caso bisogna fare distinzione fra le gallerie aperte soltanto alle estre-

mità e quelle che sono munite di pozzi,

Se esistono pozzi, o se è possibile di scavarne, è certo che il loro tiraggio potrà essere accresciuto notevolmente mediante appositi focolari convenientemente stabiliti alla loro base; ma focolari, intendiamoci bene, che siano alimentati con aria ricavata dalla galleria, perchè quando si prendesse l'aria dall'esterno, siccome questa deve, dopo la combustione, essere smaltita dal camino, si rischierebbe di non ottenere alcun vantaggio. Difatti, mentre da un lato si aumenterebbe con il focolare il tiraggio del pozzo, dall'altro lato se ne diminuirebbe la sezione utile col destinarne una parte al deflusso dei prodotti della combustione, che sono formati in massima parte con la nuova aria venuta dall'esterno al focolare.

Se invece si tratta di gallerie comunicanti con l'esterno unicamente col mezzo degli sbocchi è facile di provare che coi focolari a combustibile ordinario le condizioni di respirabilità dell'aria peggiorerebbero, in modo che, anche col soccorso della ventilazione più attiva che verrebbe creata, le condizioni generali dell'aerazione, invece di migliorare, peggiorerebbero ancora.

A provare ciò basterà considerare che i focolai alimentati con combustibile ordinario, e distribuiti nell'interno della galleria, producono due effetti contrari nei rapporti con l'aerazione. Con lo aumentare la temperatura media dell'aria, essi accrescono altresì la velocità del movimento, e quindi il rinnovamento sarà accelerato; ma, contemporaneamente, i focolari stessi, con l'acido carbonico e gli altri gas deleteri che versano nell'atmosfera, peggiorano fortemente le condizioni di questa, e creano per conseguenza il bisogno di chiamare dall'esterno una più grande quantità d'aria per sciogliere i nuovi gas irrespirabili. In altri termini, noi abbiamo senza dubbio un movimento d'aria più attivo, ma avremo altresì una più grande quantità di aria da smaltire. Basterà adunque che l'aumento nel volume di aria da scacciare sia più grande dell'aumento ottenuto nella portata per effetto della cresciuta temperatura, perchè il beneficio sperato dai focolari si cambi in un danno vero.

Ed è realmente ciò che avviene. Noi sappiamo difatti che il volume dei prodotti irrespirabili della combustione è direttamente proporzionale al peso di combustibile consumato, e, per conseguenza, all'aumento di temperatura dato dai focolari. Se dunque per ottenere l'accrescimento di 1º grado è necessario generare un volume V di acido carbonico, per l'accrescimento di 2, 3... gradi, bisognerà produrre 2 V, 3 V... di questo gas; e quindi si dovrà chiamare dall'esterno, per sciogliere questa quantità, volumi d'aria crescenti nella stessa proporzione, cioè aumentare proporzionalmente la velocità di regime della corrente.

Ma, d'altra parte, la formola che ci dà questa velocità di regime, in funzione dei dati geometrici e termici della galleria, ci insegna che la velocità stessa è proporzionale, non alla prima potenza, ma alla radice quadrata dell'eccesso della temperatura interna su quella

esterna.

Mentre adunque i focolari metteranno la galleria nella necessità di dar passaggio ad un nuovo volume a d'aria, i medesimi non arriveranno, d'altra parte, ad aumentare il tiraggio che nella proporzione di Va

Si comprende adunque come, per poco che si voglia crescere la temperatura interna, arrivi presto che gli aumenti del tiraggio non siano più in grado di sopperire anche alla sola maggior ventilazione che è resa necessaria dai nuovi gas deleteri che si andranno producendo. Ne seguirà quindi un peggioramento in quell'aerazione che coi focolari si vorrebbe migliorare.

Un esempio numerico su un caso concreto darà una

idea esatta dell'importanza di questi fatti.

Abbiamo visto che nella galleria del Fréjus, durante i forti calori estivi, la ventilazione naturale si fa insufficiente così che la velocità di regime scende tino a m. 0,68 mentre dovrebbe essere di 1,58 almeno affine di chiamare dall'esterno tanta aria pura quanto ne occorre per mantenere l'atmosfera in buone condizioni di respirabilità. Supponiamo adunque che in tali circostanze, che sono appunto quelle in cui è maggiore il bisogno della ventilazione artificiale, si voglia col provvedimento dei focolari far crescere la velocità fino al limite di m. 1,58.

Vediamo quindi quale aumento bisognerà portare nella temperatura media interna perchè la velocità di regime assuma l'aumento sopradetto; vedremo in seguito in quale rapporto stia la maggior chiamata di aria, che viene così provocata, con quella che sarebbe necessaria per sciogliere i nuovi gas.

Con la formola (1), se riteniamo che la temperatura assoluta esterna sia T = 273 + 20, avremo che al Fréjus per ottenere le velocità di m. 0,68 e 1,58, le temperature medie interne assolute debbono essere 273 + 22 e 273 + 30; cioè per passare dall'una all'altra velocità bisogna crescere di gradi centigradi 9 la temperatura interna.

Ora se si tenga conto che a quelle temperature il peso di l m³ d'aria è di Kg. 1,29 circa, e che il suo calorico specifico è di 0,24 di caloria, segue che occorrono calorle 0,31 per innalzare di un grado la temperatura di un m³ d'aria. Onde, per crescere di gradi 9 la temperatura di tutta la massa d'aria occupante la galleria, che è di m³ 502 000 circa, sarà necessario di dare a questa massa d'aria una somma di calorle pari a:

$$9 \times 0.31 + 502000 = 1390580.$$

Con la velocità di m. 1,58 per 1", la colonna d'aria si rinnova completamente in minuti secondi:

$$\frac{12240}{1.58}$$
 = 7740

e quindi porta con sè e disperde in tale periodo di tempo tutto il calore somministratole, il quale perciò dovrà essere reintegrato. Ciò vuol dire che in ogni ora bisogna dare all'aria della galleria una somma di calorle pari a:

$$1390580 \frac{3600}{7740} = 646620.$$

Ma perchè tutto questo calore possa realmente essere utilizzato, è necessario che se ne produca una quantità assai maggiore, affinchè l'eccesso compensi le perdite per conduttività a traverso alle pareti della galleria, perdite che sono costituite da un flusso continuo.

Mancano i dati per valutare questa perdita: tuttavia, per tenerne conto in qualche modo, supponiamo sia del 30 % del calore realmente prodotto coi focolari, il che probabilmente sarà ancora inferiore al vero. Avremo così che in ogni ora bisognerà produrre in galleria una quantità di calorle valutabili a:

$$\frac{10}{7}646620 = 924000$$

per generare le quali occorrerà bruciare:

$$\frac{924000}{7000} = 132$$

Kg. di litantrace ordinario.

Ritenuto che il combustibile contenga 88 % di carbonio puro, avremo così la produzione di:

$$132 \times 1,61 = 212,50$$

m<sup>3</sup> di acido carbonico, per sciogliere i quali, con la dosatura di 1 m<sup>3</sup> d'aria ordinaria per 1. 1,50 di acido, sarà necessario di chiamare dall'esterno un volume di 141700 metri cubi d'aria per ogni ora.

Per contro la maggior chiamata d'aria che realmente si può ottenere con l'accrescimento di velocità prodotto dal riscaldamento sarà soltanto di:

$$(1,58 - 0,68) 3600 \times 41 = 132840 \text{ m}^3$$
.

Ed ecco adunque come la maggior chiamata riuscirà inferiore al bisogno e come quindi, nel caso nostro, i focolari peggiorerebbero, come abbiamo detto, le condizioni dell'aerazione; e ciò senza contare l'enorme spesa in pura perdita per l'esercizio dei focolari stessi.

Per conseguenza bisogna conchiudere che i focolari riusciranno utili soltanto nel caso in cui possano essere installati entro a camini di ventilazione, in modo che i gas deleteri da essi prodotti non vengano mai ad essere versati nell'atmosfera della galleria.

Al contrario, il problema della ventilazione di una galleria qualunque potrà sempre essere risolto in modo soddisfacente, sia per l'aerazione completa che per l'aerazione parziale, mediante l'installazione di uno o

l'aerazione parziale, mediante l'installazione di uno o più ventilatori sufficientemente potenti, alla condizione però che le bocche di presa siano razionalmente distribuite e che ciascuna di esse abbia forza di tiraggio convenientemente calcolata in relazione alla sua ubi-

cazione.

Quando la chiusura di una delle teste della galleria, mediante porte da aprirsi soltanto al transito dei treni, sia cosa compatibile con le esigenze e con la sicurezza dell'aerazione, il che avverrà certamente solo in rarissimi casi, allora la risoluzione del problema diviene molto semplice.

Sede naturale del ventilatore sarà in questi casi lo sbocco stesso a cui si intende d'applicare la chiusura,

e per il quale converrà scegliere l'estremo più alto sul livello del mare, onde utilizzare il forte o debole tiraggio naturale che si creerà nel caso, che è il più probabile, di un eccesso della temperatura interna su quella esterna.

La bocca di presa del ventilatore sarà aperta, o direttamente o con l'interposizione di breve canale di allacciamento, nel rivestimento della galleria.

Così posto il problema, esso riuscirà pienamente determinato e la sua soluzione non sarà più che una questione di aritmetica. Fissata per la colonna d'aria della galleria quella velocità di regime che nel caso speciale sarà necessaria e sufficiente per dare una buona aerazione, risulta subito determinata la portata del ventilatore; e allora, dietro i dati geometrici del tracciato, sviluppo e sezione della galleria, si deduce la depressione o altezza di carico che il ventilatore dovrà essere capace di produrre alla sua bocca di presa e quindi si procederà a determinare le dimensioni e il regime di funzionamento del ventilatore stesso.

Questa soluzione del ventilatore applicato alla testa della galleria sopprime tutti i condotti intermediari di aspirazione, che sono necessari sempre in tutti gli altri casi, condotti che vengono qui a confondersi con la galleria stessa, la quale in sostanza diventa niente altro che un ajutage del ventilatore. Così questa soluzione, che è sempre di attuazione molto facile, riesce altresi la più economica di tutte, sia per le spese d'impianto che per quelle di esercizio.

Ma, come abbiamo detto, essendo essa subordinata alla possibilità di chiudere la galleria, non sarà applicabile che in rarissimi casi.

In tutti gli altri casi, quando cioè le due teste hanno da rimanere permanentemente aperte, e come tali hanno quindi ad essere utilizzate, ambedue, in uguale misura o in conveniente rapporto fra di esse, a somministrare l'aria esterna da sostituirsi a quella interna, le bocche di presa dei ventilatori e le relative attività di aspirazione dovranno essere distribuite e calcolate razionalmente in rapporto alle condizioni di tracciato geometrico della galleria e alle condizioni di temperatura dell'aria interna ed esterna. E tutto ciò dovrà essere regolato in modo che le bocche di aspirazione, quando se ne abbia più di una, si suddividano il lavoro convenientemente in modo che l'opera delle une non venga a turbare l'opera delle altre, e l'aerazione riesca, per quanto è possibile, uniforme in tutta la galleria, e sopratutto non si producano zone di stagnamento per effetto di tiraggi contrari.

Il principio dominante che deve presiedere alla distruzione e alla calcolazione delle bocche di presa è identico, in teoria, a quello che abbiamo sviluppato per

Esposte, a questo punto, alcune considerazioni d'indole teorica, l'Autore così prosegue:

Nella maggior parte dei casi adunque, quando si tratti dell'impianto di un ventilatore, per il quale la depressione creata alle bocche di presa è sempre una quantità indipendente dalle oscillazioni del rapporto fra le temperature interna ed esterna, converrà ritenere che il centro naturale dei tiraggi sia il centro della galleria e fissare in quello una delle bocche di presa.

Se la bocca di estrazione sarà una sola, non si avra più che a determinarne le dimensioni in modo che, con l'altezza di carico preventivamente fissata, si possa dare sfogo, in ciascuna unità di tempo, al volume d'aria occorrente per generare nel tunnel la ventilazione voluta. Se poi, oltre alla bocca principale, si riterrà conveniente di stabilirne delle altre, e ciò converrà evidentemente di fare per considerazioni di economia nell'impianto e nell'esercizio tutte le volte che la cosa riesca possibile, queste nuove bocche dovranno essere distribuite da un lato e dall'altro della prima e proporzionate in sezione e in forza di aspirazione in modo da formare una somma di tiraggi simmetrica rispetto al tiraggio centrale.

Questa distribuzione razionale delle prese d'aria dovrà essere regolatà dalle stesse considerazioni e dagli stessi ragionamenti che abbiamo sviluppato per i pozzi se-

condari per rapporto al pozzo principale.

Stabiliti così gli elementi geometrici e dinamici di ogni bocca e le relative ubicazioni, non sarà difficile, tenuto conto delle altezze di carico che andranno perdute per attrito contro le pareti dei condotti di aspirazione intermedi, determinare le dimensioni del ventilatore o dei ventilatori che si riterrà opportuno di impiantare.

Quanto alle località in cui installare i meccanismi di ventilazione propriamente detti, non è possibile dire nulla di preciso in linea generale. Tutto dipenderà dalle circostanze locali, dalla posizione dei punti in cui si avrà disponibile la forza motrice, dalle difficoltà e dalle spese più o meno grandi che si dovranno incontrare per scavare le condotte di aspirazione riuscenti alle bocche di presa nell'interno della galleria. Naturalmente, in ogni singolo caso, fra tutte le soluzioni possibili, quella sarà da preferirsi che importerà il minimo sviluppo di condotti secondari, perchè in tal modo, mentre si ridurranno le spese di impianto, si ridurranno altresì quelle di esercizio. In generale, si può dire a priori che non converrà fare la condotta di aspirazione per mezzo di tubi installati nell'interno della sezione della galleria, perchè i medesimi, che dovranno avere in ogni caso dimensioni rilevanti (due e anche tre metri di diametro) verrebbero ad occupare uno spazio che raramente si ha disponibile in galleria: senza contare che col restringersi della sezione di questa, ne verrebbero a peggiorarsi le condizioni di abitabilità.

Bensi sarà una buona soluzione quella di costrurre cunicoli paralleli alla galleria ed esterni al perimetro della sezione retta di essa, sia sotto al ballast, nel quale caso possono anche servire come collettori delle acque di infiltrazione, sia a lato dei piedritti. Naturalmente questi condotti dovranno essere proporzionati in modo che le altezze di carico consumate dall'attrito e dalle altre resistenze passive non sieno troppo grandi, perchè bisogna aver presente che la maggiore somma che a quest'uopo si dovrà spendere nella costruzione sarà largamente compensata dalle economie di forza motrice e dall'efficacia del funzionamento dell'impianto.

Esempi di ventilazione artificiale. — Fra i tipi di ventilatori conosciuti al giorno d'oggi pare siano a preferirsi quelli aspiranti, a forza centrifuga, sistema Guibal, i quali in parecchie installazioni grandiose fatte in questi ultimi tempi si comportano egregiamente,

dando un eccellente rendimento.

Sono degni di speciale menzione e di studio i due grandi impianti fatti in Inghilterra per i tunnel aperti alla circolazione nel 1886 sotto i flumi Severn e Mersey.

La galleria sotto il Severn è stabilita al disotto dello sbocco di questo flume, e mette in comunicazione diretta la città di Bristol con quella di Aberdare, situata al sud del paese di Galles.

La lunghezza totale del sotterraneo e dei suoi accessi è di 9 km. con m. 7250 di galleria propriamente detta; il tunnel ha due binari ed una sezione di mº 40. Siccome i due imbocchi si trovano a un dipresso allo stesso livello e la temperatura media interna non è molto differente da quella esterna perchè il punto più basso è a soli 43 m. sotto le acque basse, non era possibile alcuna ventilazione naturale. Bisognò dunque provvedervi artificialmente con l'installazione di un grande ventilatore aspirante, sistema Guibal, di m. 12.20 di diametro, capace di smaltire m3 114 per 1', il che fa sì che l'intera colonna d'aria può essere rinnovata in un periodo di 42 minuti; e siccome la bocca di aspirazione dell'aria è fissata a metà circa della galleria, ne segue che ciascuno dei due tronchi è percorso da una corrente di m. 1,425 per secondo. In queste condizioni, supponendo che il consumo di combustibile per ciascun treno-kilometro sia di Kg. 14, e se si pone la condizione che la proporzione dei prodotti irrespirabili, come CO2, non salga al di là di due litri per ogni m3 d'aria (compresi

naturalmente i  $\frac{5}{10000}$  di CO $^2$  che l'aria ordinaria con-

tiene sempre) si ricava che il sotterraneo della Severn è in grado di dar passaggio a 92 treni circa nelle 24 ore, senza che la sua atmosfera possa in alcun modo diven-

tare nociva alla respirazione.

Un altro esempio di installazione molto potente e molto razionale di ventilazione forzata è quello del tunnel sotto il Mersey. Questa galleria che unisce Liverpool a Birkenead ha una lunghezza di 1206 metri tra i quais lungheggianti il fiume propriamente detto, e con gli accessi una lunghezza totale di 4 km, circa-Gli imbocchi sono anche qui allo stesso livello e il più basso non è che a 39 m. sotto il pelo: la galleria è a due binari con una sezione di mº 39. In queste condizioni, del pari che per il tunnel sotto il Severn, non era possibile nessuna ventilazione naturale; d'altra parte la galleria, che diveniva come un'arteria di comunicazione tra la città principale di Liverpool, che ha 550 000 abitanti e 15 km. di quais, la galleria, dico, appena aperta alla circolazione, doveva essere in grado di lottare vittoriosamente, per quanto si riferiva al trasporto dei viaggiatori, con i battelli del Mersey, che facevano un eccellente servizio. Era adunque necessario che il sotterraneo fosse stabilito in condizioni di igiene tali da reggere al confronto con quelle delle traversate in battello, nelle quali il viaggiatore aveva tutti i vantaggi dell'aria libera e pura: era quindi indispensabile non avere nè umidità, nè stillicidi, nè odori, nè fumo, ecc. Eliminare tutti questi inconvenienti e dare alla galleria la migliore fra le ventilazioni possibili è il problema che si sono proposto gli autori del progetto, e che hanno risolto nel modo seguente.

Nell'ipotesi di un treno ogni 5 minuti durante tutte le 24 ore, fissata la quantità di combustibile consumata a Kg. 12 per minuto, corrispondenti ad un cubo di m3 19,50 di gas irrespirabili, si conchiuse che occorreva indurre dall'esterno nella stessa unità di tempo un volume di 13000 metri d'aria. Per arrivare a questo risultato si impiantarono due cantieri di ventilazione sulle due sponde del flume: in ciascun posto due ventilatori del tipo Guibal, con otturatore Walker, uno di m. 12,20 di diametro e 3,35 di larghezza, e l'altro di 9,15 e 3,05. Ciascun ventilatore è applicato al servizio di una tratta della galleria, con la quale è in comunicazione per mezzo di una condotta circolare di m. 2,13 di diametro parallela alla galleria stessa, e innestantesi su di essa col mezzo di bocche d'aspirazione convenientemente distribuite. Ogni ventilatore è comandato da due motrici Compound, una orizzontale a condensazione, e l'altra, di riserva, verticale ad alta pressione, accoppiate direttamente sull'asse del ventilatore, in modo che la sostituzione possa operarsi in breve tempo, e sia eliminato ogni pericolo di sospensione anche tem-

Da esperienze fatte in molte circostanze sul regime di funzionamento dei due cantieri si sarebbe trovato che il cubo d'aria viziata estratto dai quattro ventilatori è di m. 16400 al minuto, il che proverebbe che si è largamente ottenuto lo scopo voluto dagli autori del progetto.

A questo punto della sua Memoria, l'Autore dedica un paragrafo, che per amor di brevità omettiamo, alla necessità di studiare simultaneamente il problema della ventilazione e quello della costruzione delle lunghe

gallerie; indi passa a discorrere della

Ventilazione artificiale parziale. - Allorchè, nel 1871, la galleria del Fréjus fu aperta alla circolazione, apparve tosto che l'aerazione naturale non era sufficiente, massimamente nell'estate, per far sgombrare abbastanza rapidamente il fumo delle locomotive e per mantenere sempre l'atmosfera in istato di respirabilità. Ma apparve altresi che, messa da parte come ineffettuabile l'idea dei pozzi di richiamo, e quella del ventilatore con chiusura di un'estremità, cosa inconciliabile con le esigenze dell'esercizio, apparve, dico, che si aveva avuto torto di non aver pensato, durante la costruzione, ai futuri bisogni dell'aerazione, cioè di non avere eseguito quelle opere preparatorie, come essenzialmente i condotti di richiamo, che allora avrebbero costato relativamente poco, e che avrebbero più tardi reso possibile una ventilazione completa. In queste condizioni, siccome non si aveva pel momento nessuna intenzione di intraprendere lavori che, a galleria terminata e in esercizio, avrebbero costato enormemente, e come, d'altra parte, il bisogno di una ventilazione completa non era ancora assoluto, e siccome intanto biso. gnava pure fare qualche cosa, fu deciso di utilizzare le macchine di compressione, che avevano servito alla perforazione, per generare una ventilazione parziale.

Si pensò quindi di rimettere in azione i compressori di Bardonecchia, i quali funzionano ancora adesso nelle

condizioni seguenti:

Sette gruppi di compressori a pompa, sistema Sommeiller, aventi ciascuno 4 stantuffi (m. 0,60 di diametro, 1,60 di corsa, 6 colpi per minuto), comandati da ruote idrauliche, sono tenuti continuamente in azione e immagazzinano aria compressa a 6 atmosfere in appositi serbatoi metallici. Un tubo di ghisa di m. 0,15 di diametro interno, che percorre tutta la galleria, prende l'aria dai serbatoi e ne fa la distribuzione per mezzo di derivazioni in piombo ai robinetti che sono situati nelle camere di rifugio e nelle nicchie.

Si capisce subito come questo sistema non sia in grado che di dare una piccola quantità d'aria, pur consumando una notevole quantità di forza. Dodici km. e 1/2 di condotto di m. 0,15 e tutta la restante tuberia di 20 mm. assorbiscono in resistenze passive la più grande parte del lavoro motore, in modo che, considerato dal punto di vista del rinnovamento dell'aria, il sistema non ha alcuna importanza. Esso non fornisce infatti che 70 m3 circa per minuto, mentre occorrerebbe ne potesse dare lo stesso volume almeno per secondo.

E del pari evidente che per ottenere con questo sistema un effetto apprezzabile, in relazione coi bisogni dell'aerazione generale, bisognerebbe aumentare il numero e le dimensioni delle macchine in proporzioni fortissime, ed accrescere altresì il diametro dei condotti: ma, anche in questo caso, si continuerebbe ad avere un impianto molto cattivo come rendimento.

Tuttavia, anche così quale è fatta, questa somministranza di aria compressa è molto utile e apprezzata dal personale di servizio, perchè i getti d'aria pura servono a generare, in mezzo al fumo e ai prodotti irrespirabili, degli ambienti ristretti, ricchi di ossigeno, vivificanti e refrigeranti, comparabili, se la parola può passare, alle oasi dei deserti, dove gli agenti della strada possono ricoverarsi, in caso di pericolo, e risto-

rarsi e rifornirsi i polmoni.

Fatta questa installazione, si riconobbe che essa era di una grande utilità; ma si riconobbe altresì che ciò non bastava. Si era allora nei primordi di un servizio nuovo affatto, difficile e pericoloso, pel quale non si avevano agenti adatti, e si aveva difficoltà a trovarne. D'altra parte il movimento dei treni e per conseguenza le cattive condizioni dell'aerazione aumentavano di giorno in giorno. Contemporaneamente l'opinione pubblica nel mondo dei viaggiatori cominciava a commuoversi in seguito ad alcuni inconvenienti di cui si era anche esagerata l'importanza. Fu allora che la Società dell'Alta Italia si vide costretta a prendere qualche altra disposizione allo scopo di migliorare, se non nella sostanza, il che sarebbe stato assai difficile, almeno nelle apparenze, le condizioni di aerazione della gal-

Esistevano ancora a quell'epoca, nel 1873, in assai buono stato di conservazione, gli aspiratori che avevano servito durante la perforazione a ventilare l'avanzata. Vi si fecero le riparazioni necessarie e furono rimessi in azione. Ed ecco come e in quali condizioni furono fatti funzionare:

Quattro macchine idrauliche tenevano in movimento quattro enormi pompe aspiranti, di cui gli emboli a campana, di 5 metri di diametro, battevano 7 colpi per minuto con una corsa di m. 2. I cilindri di aspirazione, formanti guaina agli stantuffi, riuscivano in un condotto di muratura, di m. 0,80 x 0,80, disteso lungo la galleria e destinato altresì allo scolo delle acque, e sul quale erano aperte di distanza in distanza parecchie bocche di aspirazione, di m. 0,30 x 0,45.

Il numero e le dimensioni dei meccanismi e le condizioni loro di funzionamento rendono evidente subito che l'impianto non era in relazione coi bisogni a cui era destinato. Al più il medesimo poteva estrarre 12 m<sup>3</sup> d'aria al l'', volume che è troppo diverso da quello di 70 che si sarebbero dovuti scacciare. Inoltre le prese non essendo convenientemente regolari come sezione, le une rispetto alle altre, succedeva che quelle più prossime all'imbocco davano passo da esse sole a quasi tutta la quantità d'aria chiamata dalle macchine, in modo che non si aveva quasi più nessuna aspirazione verso il centro della galleria, cioè là dove l'aspirazione sarebbe stata più necessaria. Se a ciò si aggiunge che il lavoro degli aspiratori, per quanto debole, aveva per effetto di creare una corrente sud nord, contraria cioè a quella termica naturale, apparisce che il lavoro stesso, più che vantaggioso, era di danno quando la corrente naturale preesisteva. Perciò la Società della Mediterranea, la quale aveva ancora continuato per parecchi anni a tenere in funzione quei meccanismi, più che altro per l'effetto morale che tale provvedimento aveva sempre esercitato sul personale, finì per sopprimerli affatto.

Per conseguenza al giorno d'oggi nella galleria del Fréjus la ventilazione artificiale è ridotta a quella parziale, molto modesta, ma certamente molto utile, che è

data dai compressori, e per la quale l'Amministrazione, in spese vive di esercizio, consuma non meno di L. 20 000 all'anno.

È assai probabile che non si spenderebbe di più, e che si avrebbe un'aerazione completa e perfetta in tutta la galleria con un impianto di ventilatori sufficientemente potenti, se durante la costruzione del tunnel

si fossero preparati i condotti necessari.

Maggior convenienza della ventilazione completa. - All'infuori del Fréjus non conosciamo nessun'altra galleria di strada ferrata a cui sia applicato un sistema di aerazione artificiale parziale. Però l'esempio che abbiamo descritto prova che il m3 d'aria rinnovata viene così a costare notevolmente di più che con un impianto razionale di ventilazione completa; prova che i vantaggi recati da una ventilazione parziale sono molto deboli in paragone delle spese; e che quindi, tutte le volte che la cosa riuscirà materialmente possibile, converrà sostituirvi la ventilazione completa.

Apparecchi portatili. - Una quindicina d'anni fa, sopra la linea di Lione i macchinisti e i fuochisti dei treni merci sulla sezione da Alais a Bastide, con macchine a 8 ruote accoppiate, si trovavano spesso ad aver a soffrire nel transito delle gallerie, specialmente in quella di Albespeyre. I malori erano causati dall'atmosfera che si manteneva troppo satura di gas deleteri in conseguenza della troppo ristretta sezione della galleria e dell'insufficienza di ventilazione. Per ovviare a questo inconveniente, il signor Galibert propose un apparecchio respiratorio da situarsi sulla locomotiva, composto essenzialmente di una cassa in ferro a due compartimenti di 250 litri ciascuno, contenenti dell'aria compressa. Da ciascun compartimento partiva un tubo di caoutchouc terminante in una imboccatura, da cui potevano il macchinista ed il fuochista aspirare l'aria di cui avevano bisogno. Il rinnovamento dell'aria nella cassa si faceva per mezzo dell'aspiratore Giffard.

Non ho potuto conoscere il risultato degli esperimenti che si fecero sulla linea di Lione. È probabile che i mede. simi non siano stati troppo soddisfacenti se si deve portare giudizio dal fatto che si cessò di far uso dell'appa-

recchio poco tempo dopo averlo adottato.

Questo è certo, che non sortirono buona prova quegli altri esperimenti che si fecero al Fréjus sopra lo stesso apparecchio ridotto ad una cassa portabile ad uso del personale della linea. Con questo sacco-serbatojo sopra la schiena e con tutti gli accessori di tubi, robinetti, di maschere da applicarsi alla figura per impedire l'inspirazione dell'aria della galleria, gli agenti venivano a trovarsi fortemente imbarazzati nei loro movimenti di marcia e di lavoro, e non potevano più addossarsi convenientemente contro le pareti della galleria in modo da essere sicuri di non venire toccati dai treni. Tutti questi inconvenienti, aggiunti al fatto che i vantaggi recati dall'apparecchio non erano poi gran cosa in realtà, finirono per farne abbandonare l'uso: e poco tempo dopo non se ne parlò più.

Pneumoforo Valle. - Invece pare sia chiamato a rendere servizio importante un apparecchio recentemente inventato dall'ing. Carlo Valle, Caposezione della Mediterranea, apparecchio di cui la Società, in seguito ad una serie di esperienze eseguite da una Commissione di ingegneri molto competenti, ha deciso di fare

una larga applicazione.

L'apparecchio al quale il suo Autore ha dato il nome di Pneumoforo, e che è già stato l'oggetto di qualche indicazione in una Memoria presentata dall'ing. Silvola al Congresso ferroviario tenutosi in Milano nel

1887, ha per iscopo di mandare sulla piattaforma della locomotiva, in poco tempo, una grande quantità d'aria presa, nelle condizioni più favorevoli, dagli strati inferiori della galleria. I getti di aria, forniti dal Pneumoforo, e generati da un meccanismo di ventilazione comandato dal vapore della caldaja, scacciano il fumo e i prodotti della combustione dall'atmosfera che circonda il macchinista e il fuochista, abbassano notevolmente la temperatura sempre molto elevata che regna sulla piattaforma e rendono in tal modo possibili certe traversate in condizioni tanto difficili che non si potrebbero tentare senza il soccorso dell'aerazione artificiale.

Come fu detto sopra, il Pneumoforo fu assoggettato ad esperienze ripetute e minuziose nelle gallerie della Rete Mediterranea, le più cattive per la ventilazione, tanto a due come ad un solo binario, e con la tripla trazione, che si era dovuto abbandonare da molto tempo. I risultati furono molto soddisfacenti, come apparisce dalle conclusioni seguenti, con le quali la Commissione sopradetta ha chiuso la sua relazione:

1º Il pneumoforo Valle può fornire 10 m3 d'aria per minuto, anche se la pressione in caldaja non è che di 4 a 5 atmosfere. Il meccanismo ha sempre funzionato molto regolarmente, con un consumo di 1 K.g. di

vapore secco per minuto.

2º Sopra la locomotiva, sia nelle gallerie a due come in quelle ad un binario solo, il Pneumoforo ha sempre dato aria quasi interamente senza fumo e senza vapore.

3º La temperatura dell'aria somministrata dall'apparecchio è sempre uguale a quella dell'atmosfera negli strati inferiori della galleria; cioè è notevolmente minore di quella che si ha abitualmente sulla piattaforma della macchina.

4º Questa corrente ha per effetto di disperdere il fumo ed il vapore dall'ambiente che circonda il macchinista.

Conclusione finale. - Riassumendo la discussione fatta sulla ventilazione artificiale delle grandi gallerie, l'autore si crede autorizzato ad emettere le conclusioni seguenti:

1º Un'aerazione artificiale completa ed uniforme può essere ottenuta per mezzo di pozzi, là dove sono possibili, alla condizione che essi siano razionalmente proporzionati e fissati di posizione e attivati da focolari

sufficientemente potenti.

2º Se i pozzi non sono possibili nelle posizioni volute, il solo mezzo di efficacia certa è quello di ricorrere a potenti ventilatori di aspirazione. Questi meccanismi potranno essere situati a una delle teste della galleria per operare direttamente sopra la massa d'aria da rinnovarsi, se le condizioni della linea e dell'esercizio non saranno incompatibili con il funzionamento di una chiusura allo sbocco della galleria. Invece, allorchè l'applicazione delle porte è inammessibile, quando cioè gli imbocchi debbono essere utilizzati ambedue per l'introduzione dell'aria, le bocche di aspirazione dovranno essere distribuite lungo il sotterraneo, e proporzionate in sezione in modo da generare correnti cospiranti tutte allo stesso scopo senza turbarsi a vicenda.

3º E della più grande importanza che la questione della ventilazione completa e regolare nelle grandi gallerie sia studiata contemporaneamente al progetto del tunnel e coordinata col progetto stesso. Sarebbe anzi a desiderarsi che i Governi non dessero mai la loro approvazione al progetto, se esso non contiene le disposizioni necessarie per attivare la ventilazione nelle migliori condizioni possibili.

4º L'aerazione parziale non deve essere considerata che come un espediente di ripiego, perchè i vantaggi di essa sono sempre troppo ristretti di fronte alle spese a cui dànno luogo: e per conseguenza non vi si deve ricorrere che allorquando non è possibile un impianto

per ventilazione completa.

5° Finalmente, per ciò che riguarda gli apparecchi portatili, aventi per iscopo di dare aria pura e fresca al personale, si deve ritenere che a tutt'oggi (1889) non si è ancora trovato nulla che sia di utilità indiscutibile in modo assoluto: la questione è molto importante, ed ha bisogno di essere ancora studiata; ed è, per conseguenza, utile che le Società, che hanno un interesse speciale alla risoluzione del problema, continuino a fare esperienze, su larga scala, sopra quegli apparecchi che hanno già dato buoni risultati in esperimenti ristretti (Torino, 15 luglio 1889. Ing. C. Candellero).

#### BIBLIOGRAFIA.

Ahrendts, Die Ventilation der bewöhnten Räume, Leipzig, Scholtze, 1885 (Zweite Aufl.). - Artmann F., Allgemeine Bemerkungen über die Ventilation, Prag 1860. - Berger J., Moderne und antike Heizungs und Ventilationsmethoden, Berlin 1870. - Billings John S., The principles of ventilation and heating, and their practical application, New York 1889 (2nd edit.). -Boyle R. and Son, Ventilation of the London Custom House and Guildhall, London 1882. - Bosc E., Traité complet, théorique et pratique, du Chauffage et de la Ventilation des habitations particulières et des édifices publics, Paris, Ve A. Morel et Cie ed., 1875. - Burn, R. Scott, Praktischen Handbuch der Ventilation oder Lüftung von öffentlichen, wohn und landwirthschaftliche gebäuden, Leipzig 1851. - Butler W. F., Ventilation of buildings, 2d. ed. revised by James L. Greenleaf, New York (Van Nostrand's series), 1885. - Castarède Labarthe. Du chauffage et de la ventilation, Paris, Lachaud et Delahaye, 1869. - Coulier Dr., Ventilation économique et chauffage des cafés, salles d'asile, etc. (Concours de 1871, médaille d'or), Lille, Danel, 1872. - Degen L., Praktisches Handbuch für Einrichtungen der Ventilation und Heizung in öffentlichen und privatgebäuden, nach dem system der aspiration, Munchen 1879 (2. Aufl.). - Deny Ed., Chauffage et ventilation rationnelle des écoles, habitations, etc., Paris 1883. - Deny Ed., Étude sur le rafraîchissement des salles d'ateliers, d'habitations, etc., en été, pendant les grandes chaleurs (Mémoire couronnée), Paris 1885. - Drysdale J. and J. W. Hayward, Health and comfort in house buildings, or ventilation with warm air by self-acting suction power, etc., New York, Munn and Co., 1876. -Edwards J. Jun., On the ventilation of dwelling-houses, London 1868. - Fabbri E. F., Sulla ventilazione naturale utilizzata negli ospedali, e specialmente sul sistema del Dr Böhm, 1870. - Fanderlik F, Elemente der Lüftung und Heizung, Wien 1887. - Ferrini prof. Rinaldo, Riscaldamento e ventilazione degli ambienti abitati, Milano, U. Hoepli, 1886. - Fischer H., Heizung und Lüftung der Raüme, 1881. - Bericht über Heizung und Lüftung (Intern. Ausstellung in Brüssel, 1876). - Gallard T., Applications hygieniques des différents procédés de chauffage et de ventilation, Paris 1869. - Gouge H. A., New system of ventilation, New York (3d ed.). - Grassi G., Corso di fisica applicata (Calore, riscaldamento, ventilazione), Napoli 1890. -Grassi G., Chauffage et ventilation des hôpitaux; Étude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'Hôpital Lariboisière. - Grou-

velle Ch., Description des appareils de chauffage et de ventilation de l'hôpital militaire de Vincennes, Paris, Lacroix ed. — Häberl Fr. X. v., System einer vollständ. Lufterneuerung in Kranken und Versorgungs Häusern, etc., München, A. Martin, 1840. - Haesecke E., Theoretisch-praktische Abhandlung über Ventitation, in verbindung mit heizung, Berlin 1877. - Hausding A., Die Central Heizungs-Ventilations und Trochen Anlagen, Berlin 1884. - Joly Ch., Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières, Paris, Librairie polytechnique J. Baudry, 1873. - Kaüffer P., Lüftung (Separat-Abdruck aus dem « Gesundheits Ingenieure »), Berlin 1881. - Lang C., Ueber die natürliche Ventilation, Stuttgart 1877. - Leeds, Lewis W., Lectures on ventilation, New York 1876. - Leuchers P. B., How to build and ventilate Hot-Houses, New York, Van Nostrand, 1879. - Lunge G., Zur Frage der Ventilation, Zurich, Meyer und Zeller, 1877. - Morin A., Etudes sur la ventilation; Chauffage et ventilation des hôpitaux; Renouvellement de l'air dans les lieux habités, Paris, L. Hachette, 1863. -Morin A., Salubrité des habitations; Manuel pratique du chauffage et de la ventilation, Paris 1874. - Müller Ferd., Ueber Ventilation und Heizung, Crefeld 1875. - Munde C., Zimmerluft, Ventilation und Heizung, Leipzig 1877. — Paul F., Lehrbuch der Heiz-und Lüftungstechnik (4 vol. in-8° gr. con più di 300 illustrazioni), Wien und Leipzig 1884-85. - Pettenkofer M., Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden. Munchen 1858. - Piarron de Montdésir, Ventilation par l'air comprimé. Théorie, expériences, application du cours d'exécution au palais de l'Exposition universelle de 1867, Paris, Lacroix, 1867. - Planat P., Cours de construction civile; l'e partie: Chauffage et ventilation des lieux habités (1 vol. in-8° gr., con 58 tavole lit. e 300 incisioni nel testo), Paris, Ducher, 1879. - Rafter, George W., C. E. The Mechanics of ventilation, New York, Van Nostrand, 1877. - Rausding, Die Heizung, ventilations und trocken-Anlagen, der Actiengesellschaft Schäffer und Walker, Berlin 1884. - Richardson C. J., A popular treatise on the warming and ventilation of buildings, London 18564 - Rietschel H., Lüftung und Heizung von Schulen, Ritchie R., A treatise on ventilation Berlin 1886. natural and artificial, London 1862. - Romani A., Manuel complet du chauffage et de la ventilation, Paris 1884. - Scherrer J., Aphorismen über Heizung und Ventilation der Schulhäuser, 1881. - Schinz Ch., Heizung und Ventilation in den Fabrik-Gebäuden, Stuttgart 1861. - Scholtz A., Handbuch der Feuerungs und Ventilations Anlagen (1 vol. in 4° gr. con 279 iuc. e 84 tavole lit.), estratto dall'opera del Breymann: Allgemeine Bau Konstruktionslehre. - Staebe's C. L., Preisschritf über die zweckmässigsten Ventilation-Systeme, Red. u. vervollst. von. A. Wolpert, Berlin 1878. - Strott G. K., Ventilation und Desinfektion der Wohnräume, Holzminden 1876. - Schülke H., Gesunde Wohnungen, Berlin, J. Springer, 1880. - Schumann F., A manual of heating and ventilation, in its practical application, for the use of engineers and architects, New York, Van Nostrand, 1886 - Schwartze Th., Katechismus der Heizung, Beleuchtung und ventila tion, Leipzig 1884. - Smithmeyer J. L., An essay on the heating and ventilation of public buildings, Washington 1886. - Strohmayer L., Heizung, Ventilation und Wasserleitungen, Wien 1877. - Suffit J., Ventilation par refroidissement; Études sur la ventilation

des salles de réunion, et particulièrement des salles d'école, des casernes, des hôpitaux, etc., Paris 1822. -Teague W.J., Ventilation, Truro 1882. - Tomlinson Ch., A rudimentary treatise on warming and ventilation, London, Lock wood, 1867. - Tredgold T., The principles of warming and ventilating public building, dwelling-houses, etc., London 1836. — Tronquoy C., Un chapitre sur le chauffage et la ventilation, Paris, Lacroix, éd. -Ulmi K., Populäre Mittheilungen über Heizung und Ventilation, mit Vorschlägen zur Einführung der antiken Heizungs u. Ventilations Methode, Bern 1883. - Valérius H., Les applications de la chaleur, avec un exposé des meilleurs systèmes de chauffage et de ventilation, Paris, Gauthier-Villars, 1879. - Vallin M., Chauffage et ventilation par les calorifères à air chaud, Annecy 1869. - Wazon A., Chauffage et ventilation des édifices publics et privés, Paris, Lacroix, 1878 (nel tomo IV della Nouvelle Technologie des Arts et Métiers, 2º partie, Études sur l'Exposition Univer-selle de 1877). – Westbrook R. A., The question of ventilation, London 1861. - Winiwarter G. R. v., Ueber Lufterneuerung (Ventilation) in geschlossen Räumen, Wien 1861. - Wolpert A., Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung, Braunschweig, C. A. Schwetschke und Sohn, 1880.

V. Fragstein, Moderne Ventilationseinrichtungen (nel Centralblatt für Gesundheitspflege, 1884, vol. 3, pag. 16). - Giacometti, Aération des ateliers (nel Bulletin de la Société industrielle de Rouen, 1884, vol. 12, pag. 563). - Saladin, Ventilation des ateliers de cardage (id. id., pag. 500). - Hartmann, Concurrenz für die Heizungs-und Lüftungsanlagen des Reichstagsgebäudes (nel Gesundheits-Ingenieure, 1884, vol. 7, pagg. 287, 313, 345, 387 e 427). - Hermann, Lüftungsvorrichtungen (nel Vierteljahrsschrift für Gesundheitspflege, 1884, vol. 16, pag. 357). - Roth, Natürliche und Künstliche Lüftung und Heizung (id., id., p. 247). - Périssé, Chauffage et ventilation de l'école Monge (nel Génie Civil, 1884, vol. 6, pag. 72). - Walmisley, Ventilation of buildings (nel The illustrated Carpenter and Builder, 1884, vol. 14, pag. 284). - Keidel Mechanische Ventilation von Räumen (nel Baugewerks Zeitung, 1884, vol. 16, pag. 162). - Meidlinger, Fabrikventilation (nello Zeitschrift für Bauhandwerker, 1884, vol. 28, pag. 20).

Hartfort, Quantity of air required in the ventilation of buildins (nell'Engineer, 1885, vol. 60, pag. 371). — Porter, Ventilation of buildings (nel Van Nostrand's eclectic engineering magazine, 1885, vol. 22, pag. 10). — Recknagel, Ventilation von Fabrikräumen (nell'Industrie und Gewerbeblatt, 1885, vol. 49, pag. 385). — Ventilation von Zundholzfabriken (nell'Industrie Blätter, 1885, vol. 22, pag. 278). — Ventilation von Fabrikräumer (nel Deutsches Baugewerksblatt, 1885, vol. 44, pag. 698). — Ventilation of mills and weawing sheds (nel Textile Manufacturer, 1885, vol. 11, p. 184).

Arlow, Ueberventilation (nello Zeitschrift für Zündwaren Fabrikation, 1886, pag. 175). — Deny, Ventilation hygrométrique des ateliers (nel Bulletin de la Société industrielle de Rouen, 1886, vol. 13, pag. 395). — Ebbets, Praktische Rathschläge für Ventilationsanlagen (nel Gesundheits, 1886, vol. 3, pag. 39). — V. Fragstein, Die Lüftung der Werkstätten (nel Deutsche Industrie Zeitung, 1886, vol 29, pag. 282). — Giesker, Ventilation und Heizung (nello Schweizerische Bauzeitung, 1886, vol 15, pag. 95). — Howarth's,

Lufteinführungsapparat für Spinnereien und Webereien (nel Dingler's Polytechnisches Journal, 1886, vol. 260, pag. 552). — Leschetizky, Die Heiz-und Ventilationsanlage des Wiener Orpheums (nel Wochenschrift des österreichischen Ingenieure-und Architekten-Vereins, 1886, vol. 6, pag. 44). — Die selbstthätige Ventilation nach dem System Nepp (nel Deutsches Baugewerksblatt, 1886, vol. 21, pag. 328). — Schiele, Ueber Ventilation (nel Deutsche Industrie Zeitung, 1886, vol. 27, pag. 484). — Strachan, Sewer ventilation (Van Nostrand's eclectic Engineering Magazine, volume 35, pag. 395). — Ventilation von Fabrikräumen (nel Deutsches Baugewerksblatt, vol. 21, pag. 13).

Chaudet, Ventilation par la vapeur d'eau des ateliers de tissage (nell'Ingénieur-Conseil, 1887, vol. 9, pag. 262). — Ebbets, Praktische Rathschläge für Ventilationsanlagen (nel Gesundheits, 1887, vol. 11, p. 39). — Eisenhut, Ein neues Ventilationssystem (nel Deutsches Baugewerksblatt, vol. 6, pag. 138). — Farcot, Ventilation des filatures (nella Chronique industrielle, 1887, vol. 10, pag. 553). — Giesker, Verhältniss der theoretischen zur wirklichen Geschwindigheit der Luft bei Ventilationsanlagen (nello Schweizerische Bauzeitung, 1887, vol. 9, pag. 4).

Beranek, Neuere Lüftungs-und Heizungs Anlagen in den Schulen der Stadt Wien (nel Wochenschrift des osterreichischen Ing. u. Architecten-Vereins, 1888, vol. 13, pag. 279). — Kesselring, Neue Vorrichtung zur Ventilation der Luft in den Sälen der Spinnereien und Webereien (nel Monatsschrift für textile-Industrie, 1888, vol. 3, pag. 116). — Krätzer, Ventilationsapparate für chemische Fabrihen und industrielle Etablissements (nel Naturwissenschaftlich-technische Umschau, 1888, vol. 4, pag. 586). — Meter, Ueber die Werkstätten Ventilation (nel Wieck's Deutsche illustrirte Gewerbezeitung, 1888, vol. 53, pag. 45).

Baldwin, Ventilation of habitations (nel The Sanitary Engineer, 1889, vol. 20, pag. 190). — Hartmann, Heizungs und Ventilations Einrichtungen (nel Gesundheits Ingenieur, 1889, vol. 12, pag. 534). — Hoey, The science of ventilation, as applied to the interior of buildings (nel Journal of Society of Arts, 1889, vol. 37, p. 607). — Lindner, Die Ventilation in Bezug zur Heizung und Trocknung (nel Deutsche Industrie-Zeitung 1889, vol. 30, pag. 125). — Moeser, Praktische Einrichtungen zur Ventilation von Werkstätten (nel Wieck's Gewerbezeitung, 1889, vol. 54, pag. 215). — Pattersall, Lüftung von Fabriken und Werkstätten in England (nel Gesundheits, 1889, vol. 14, pag. 101).

Saccardo, Ventilazione delle lunghe gallerie mediante il calore (nel Giornale del Genio Civile, 1889, vol. 27, pag. 479). — Gesetzliche Lüftungsvorrichtungen in Neubauten (nello Haarmann's Zeitschrift für Bauhandwerher, 1889, vol. 33, pag. 185).

Haase, Lüftungsanlagen im Anschluss an die gebräuchlichen Heizungssysteme, und eine kritische Beleuchtung dieser letzeren (nel Dingler's Polytechnisches Journal, 1891, vol. 282, pag. 57). — Haase, Wirkung der Druckluft bei Lüftungsanlagen (id. id., pag. 31). — Lévy, Mit der Gasbeleuchtung verbundene Lüftungsanlagen Abführung der Gase und der Luftbei Gaslampen (id. id., vol. 279, pag. 116). — Crimp, Sewer ventilation (nelle Transactions of the Society of Engineers, 1890, pag. 139). — Fletcher, Use of gas for ventilation (nello Scientific American Supplement, 1891, vol. 32, pag. 12962). — Recknagel, Ventilation

mittelst Druckluft (nel Gesundheits-Ingenieur, 1891, vol. 14, pag. 735). — Wagner, Ueber künstliche Lüftung (nell'Industrie-Blätter, 1891, vol. 28, pag. 172). — Pürzl, Tunnel-Ventilation, mit Beziehung auf die drei grossen Alpentunnels (nel Wochenschrift des österreichischen Ing. u. Architecten Vereins, 1891, vol. 16, pag. 48). — Ventilation des grands tunnels (nei Nouvelles Annales de la constructions, 4° serie, t. VIII, luglio 1891). — E. Rivoalen, Palais de Justice de la Seine; Chauffage et ventilation du Depôt près la préfecture de police (Id. id., ottobre 1891). — Ventilation of weavoing sheds (nel Textile Manufacturer, 1891, vol. 17, pag. 529).

Saccardo, Ventilazione delle lunghe gallerie (nel Giornale del Genio Civile, 1892, vol. 30, pag. 141). -Bandsept, Ventilation par l'éclairage au gaz (nel Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des Arts et Métiers, 1891, pag. 758; e nella Revue Industrielle, 1892, vol. 23, pag. 215). - Chibout, Heizungsund Ventilations Anlagen (nel Der praktische Maschinen-Constructeur, 1892, vol. 25, pag. 59). - Haase, Lüftungseinrichtungen für Werkräume der Textilindustrie (nel Dingler's Polyt. Journal, 1892, vol. 286, pag. 179 e segg.). - Randel, Lüftungsanlagen (Allgemeines über den Bau derselben (nello Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1892, vol. 36, pag. 642). - Beraneck, Lüftung und Heizung von Schulhäusern (nello Zeitschrift des Oest. Ing. u. Architekten-Vereins. 1892, vol. 44, pag. 17 e segg.). - Simmance, Modern Ventilation (nel The American Gas Light Journal, 1892, vol. 56, pag. 42). - Thwaite, Ventilationsanlage in Fabriken (nell'Uhland's Wochenschrift für Industrie und Technik; Technische Rundschau, 1892, vol. 6, pag. 147). — Wagner Künstliche Lüftung mittelst Gasflammen (id. id., pag. 115). - Tidman, Sanitary Ventilation (nell'Engineering, 1892, vol. 54, pag. 788).

Fischer, Lüftungswesen, Chicago-Ausstellung (nello Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1893, vol. 37, pag. 1286). — Haase, Lüftungseinrichtungen von öffentlichen Staats-und städtischen Gebäuden (nel Dingler's Polyt. Journal, 1893, vol. 287, pag. 295). — Küwaler, Praktisch erprobte Ventilations und Luftbefeuchtungsanlagen (nel Riga'sche Industrie Zeitung, 1893, vol. 18, pag. 253).

Breymann, Die Lüftung der Wohnräume (nel Metallarbeiter, 1894, vol. 20, pag. 510). — H. Albrecht, Reinhaltung der Luft in Fabrikräumen (negli Annalen für Gewerbe und Bauwesen, 1894, vol. 35, pag. 172). — Nepp, Automatische, billige Ventilationsanlage (nell'Elektrotechnische Rundschau, 1894, v. 11. pag. 219). - Strebel, Heizung und Lüftung des Hamburger Rathhauses (nello Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1894, vol. 38, pag. 241). - Schiele, Heizungs-und Lüftungsanlage in United Charities Building, New York City (id.id., pag. 1063). - Fischer, Lüftungseinrichtungen einiger Werkstätten der Friedr. Krupp'schen Gusssthalfabrik in Essen a. d. Ruhr (id. id., pag. 1259). - Fischer, Die Heizung und Lüftung der Schauspielhäuser (id. id., pag. 1499). — Randel, Heiz-und Lüftungsanlage für die evangelische Diakonissenanstalt zu Stuttgart (id. id., p. 1541). - Hodges and Todd, New system of ventilation for buildings-mittelst Thermostats elektromagnetisch bethätigte Verschluss-flügel über Luftöffnungen (nella Electrical Review and Thelegraphic Journal, 1894, vol. 34, pag. 675).

Ing. F. MAZZOLA.

VERNICE. — Francese Vernis; tedesco Firniss; inglese Varnish.

La parola vernice, che alcuni vorrebbero far derivare dal latino vitrinire, vitrinus, vetrum, indica un preparato che si sovrappone alla superficie di certi oggetti per dar loro lucidezza e risalto o per preservarli dal contatto dell'aria o dell'umidità.

In generale quindi all'idea di vernice va unita quella di uno strato di materia che è in pari tempo di aspetto brillante. Questo strato può essere più o meno consistente e grosso a seconda dell'oggetto che si ricopre e dello scopo pel quale si fa il ricoprimento.

La vernice deve esser fluida prima del suo impiego e solidificarsi, acquistando lucidezza, dopo che fu applicata,

Dopo solidificata la vernice deve rimanere dura ed inalterabile sia in presenza del calore, sia in contatto coll'umidità.

Le vernici, generalmente parlando, sono soluzioni di materie resinose in un fluido: esse riescono più o meno limpide, e applicate sugli oggetti si solidificano senza perdere la trasparenza.

Tutte le vernici sono un prodotto dell'arte. Però nel Giappone e nella Cina sonvi certi alberi i quali producono una specie di vernice naturale che non contiene ne grassi, nè ingredienti volatilizzabili ma si indurisce all'aria fresca ed umida solo per un processo di ossidazione. Non è il caso di occuparci di questo genere di vernici che non si trovano normalmente in commercio e tratteremo solo delle vernici manifatturate.

Vi è una certa differenza fra vernici e lacche. Le prime sono quelle che applicate su di un corpo in strato sottile si ossidano più o meno rapidamente e vi formano una crosta elastica che a poco a poco indurisce; le altre, cioè le lacche, sono dei liquidi composti i quali, applicati pure a strati su di un corpo, lasciano evaporare una parte dei loro componenti per abbandonare sul corpo uno strato solido.

Noi classificheremo le vernici usuali nel seguente modo: 1º Olii essiccativi; 2º Vernici grasse: 3º Vernici allo spirito; 4º Vernici all'etere; 5º Vernici con essenze.

Per ognuna di queste qualità di vernici diremo brevemente il modo di prepararle, la qualità degli ingredienti che entrano nella loro fabbricazione e gli usi principali in cui si impiegano.

I. — OLII ESSICCATIVI (fr. Huiles siccatives; ted. Trockenende Oele; ingl. Drying Oils).

Sonvi certi olii i quali esposti all'aria, dopo essere stati distesi con un pennello su di un oggetto, in pochi giorni vi formano uno strato trasparente, o meglio una pellicola, che prende una consistenza come quella del caoutchouch e che costituisce quindi una specie di vernice. Questo fenomeno può succedere o coi semplici olii, quali si estraggono dai semi, oppure mescolando questi olii con altre sostanze che facilitino l'ossidazione e che vengono denominate essiccativi (fr. Siccatives; ted. Siccatif; ing. Dryings).

Diverse sono le piante che coi loro semi forniscono olii essiccativi atti più o meno ad essere adoperati come vernici. Queste piante, secondo il Violette, sono:

nici. Questo pianto, secon	uo	**	 -	
				Peso specifico dell'olio ricavato
Nicotiana tabacum			-	. 0,9232
Papaver somniferum				. 0,9243
Muagrum sativum .				. 0,9252

Juglans regia		1	2	3	(4)		0,9260
Canabis sativa							
Hesperis matronalis			10		10/		0,9282
Pinus Picea				14			0,9258
Pinus sylvestris		150	00			U.	0,9312
Linum usitatissimum	ι.		110				0,9347
Reseda luteola			1.1	4			0,9358
Ricinus comunis		1.			1	4.	0,9611
					-		

Ma di tutte queste piante solamente le seguenti producono dei semi che sieno comunemente adoperati per l'estrazione degli olii essiccativi:

Papaver somniferum (papavero: franc. Œillette; tedesco Mohn; ingl. Poppy, black garden poppy).

Canabis sativa (canape: fr. Chénevis; ted. Hanf; ingl. Hemp-seed).

Juglans regia (noce: fr. Noiw; ted. Nussbaum; ingl. Valnut).

Linum usitatissimum (lino: fr. Lin; ted. Lein,

Lein Pflanze; ingl. Linseed, lintseed).

L'olio dei semi di papavero ha qualche punto di contatto con quello d'oliva del quale ricorda anche il sapore. Esso si scioglie a freddo, in 25 parti d'alcool ed a caldo solo in 6 parti. Coll'etere si mescola facilmente. In certi paesi ove l'olio d'oliva è caro lo si adopera per usi di cucina.

Allo stato naturale è molto untuoso, e per renderlo essiccativo bisognerebbe lasciarlo riposare per molto tempo.

Ma volendolo adoperar subito il procedimento da consigliarsi è il seguente:

Si mescolano 30 parti in peso di solfato di zinco in 1500 parti in peso d'acqua, e nel miscuglio si versano 1000 parti in peso di olio di papavero. Il tutto messo in un vaso di terra cotta resistente all'azione del fuoco, lo si mette a riscaldare fino a che il liquido entri a poco a poco in ebollizione lenta. Si continua a mantenere questo stato di cose, sino a che non si riconosca che l'acqua è evaporizzata di 2/3 circa del volume primitivo; il residuo tolto dal fuoco e lasciato raffreddare lo si versa in un vaso od in una bottiglia di vetro, ove lo si lascia chiarificare, e poi lo si decanta quando si vede che l'olio è nettamente distinto dall'acqua che ancora è contenuta nel miscuglio.

L'aspetto dell'olio è allora molto limpido e si può dire che non ha colore.

L'olio che si estrae dai semi di canapa è giallo verdastro appena estratto; col tempo tende ad ingiallire. Si scioglie in 30 parti di alcool freddo, e si congela a -27°,5 centigradi.

Il rendimento medio di semi di canapa è del 25% in olio. Questo è molto essiccativo e fornisce delle buone vernici.

L'olio di noce si estrae dalle noci. Quest'olio, quando è di fresca estrazione, è di color verdastro, dopo qualche tempo diventa di color giallo pallido. L'olio non ha odore ed è gradito al palato, per cui, massime nei paesi ove abbondano le noci, è adoperato per usi di cucina e per illuminazione. A — 15° si addensa ed a —27° si rapprende in una massa bianca.

Il rendimento delle noci è elevato e va fino al 50% in olio.

Questo è più essiccativo di quel che sia l'olio di lino, e quindi è più pregiato per la pittura fine.

L'olio di lino si estrae dai semi di lino. L'estrazione si fa a freddo ed il rendimento è del 20 % circa.

Resiste bene al freddo e può essere portato impunemente fino a -20° C. senza depositare la stearina. Solo a -27° si rapprende in una massa solida e gialla. L'olio di lino può sciogliersi in cinque parti di alcool bollente ed in quaranta parti di alcool alla temperatura ordinaria.

L'olio di lino è uno dei più preziosi per la fabbricazione delle vernici, sia perchè lo si può trovare facilmente dappertutto, sia perchè, se puro, ha una costanza nei suoi caratteri.

Per conservare l'olio senza che diventi rancido, conviene depurarlo dalle parti mucilaginose che esso contiene in sospensione. Un metodo semplice per ottenere questa depurazione o chiarificazione si è quello di farlo riscaldare al di sotto dei 316 gradi, che è il punto di ebollizione dell'olio, mescolandovi da la 5 parti per 1000 di carbonato di calce o carbonato di magnesia. Il riscaldamento lo si fa durare per circa due ore, dopo di che l'olio si mette in vasi di ferro stagnato e lo si lascia depositare, per poi decantarlo. Allora esso è di color pallido, limpido, trasparente e più o meno essiccativo a seconda dell'età che esso ha.

L'olio di lino è soggetto ad essere sofisticato con altri olii, che non sempre sono essiccativi; e siccome dipende dalla buona qualità dell'olio l'avere una buona vernice, così è necessario, prima di adoperare l'olio, assicurarsi della sua qualità.

Un metodo pratico segulto da alcuni fabbricanti di vernice è il seguente:

In una caldaja, avente la capacità di 30 litri circa, si versano 20 litri dell'olio di lino da esaminare e vi si aggiunge 1/2 Kg. di litargirio preventivamente ben essiccato, ed 1/4 Kg. di terra d'ombra calcinata recentemente. Mescolato bene il tutto a freddo, si mette la caldaja sul fuoco e si scalda fino a che si è sul punto di incominciare l'ebollizione dell'olio, senza però lasciare che questa av venga; durante il riscaldamento si agita il miscuglio per impedire che la materia solida si depositi e si attacchi al fondo della caldaja. Dopo che il riscaldamento lo si è continuato per cinque o sei ore si sviluppa alla superficie del liquido una spuma rossiccia, che si solidifica sotto forma di pellicola. Tolta allora la caldaja dal fuoco, si versa la parte liquida in un recipiente pulito e la si lascia riposare in cantina per una decina di giorni. Se l'olio riesce chiaro e limpido, allora si può dire che esso è buono per la fabbricazione delle vernici. Si può anche provar l'olio, dopo il riscaldamento, facendone cadere qualche goccia su di una lastra di vetro, ed in allora dal tempo che impiega a formare una pellicola sul vetro e dal colore che ha, nonchè dalla trasparenza si giudica della bontà dell'olio.

Altro metodo più semplice, ma meno certo, è il seguente. Si prende una caldaja della capacità non inferiore a 4 litri e vi si mettono litri 2,5 dell'olio da esaminare. Poi si esponga il recipiente al fuoco e ve lo si lasci fino a che sulla superficie del liquido appajono i segni di una schiuma bianca. Se l'olio è puro, esso col riscaldamento diventerà più denso, ma non perderà della sua limpidità. Se invece fosse mescolato con altri olii, massime con quelli non essiccativi, allora si divide in due parti, come fa il latte in contatto di un acido, una è limpida e sovrasta alla massa liquida, l'altra va al fondo, si addensa in grumi verdastri, che altro non sono se non che le parti mucilaginose contenute nell'olio e che devono essere tolte prima di adoperar l'olio per la fabbricazione delle vernici.

Osservisi che, se quando si comincia a formare la schiuma bianca alla superficie del liquido in ebollizione, la temperatura è di 250° a 275°, e non quella di 316°, che è il punto di ebollizione dell'olio di lino puro, ciò vorrebbe dire che esso contiene ancora molte parti acquose

e mucilaginose, o che è stato sofisticato con olii d'altra natura. In tal caso si decanta il liquido dopo bollito e si utilizza la parte superiore e limpida, mentre il rimanente è da scartarsi per la fabbricazione delle vernici, le quali richiedono assolutamente olio puro e molto stagionato. Anzi volendo che l'olio sia perfettamente adatto per le vernici fine, non basta la decantazione quale la si è ora indicata, ma bisogna che l'olio decantato sia di nuovo messo in caldaja e portato lentamente alla temperatura di 220° a 250°. Si osserva che verso i 175° cominciano ad apparire le bollicine alla superficie e che fra i 200° ed i 220° si formano i grumetti, che si agiteranno nella massa su e giù in modo continuo. Quando questi grumetti si saranno ben formati, si spegne il fuoco e si lascierà raffreddare l'olio nella caldaja per 24 ore: indi si decanterà la parte superiore, facendola passare anche per uno staccio.

910

Usasi anche un altro metodo per agevolare la depu-

Dentro una caldaja, che può contenere circa 200 litri d'olio, si scalderà l'olio fino alla temperatura di 175º a 200º. Entro l'olio caldo si getteranno tante fette di pane

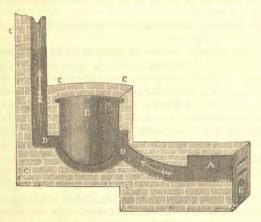


Fig. 1454

del peso complessivo di 2 a 3 Kg. e 20 cipolle. Quando il pane sia ben fritto e le cipolle abbrustolite, si toglie quello e queste dall'olio colla schiumarola e si continuerà il riscaldamento dell'olio. Il fuoco si deve mantenere moderato almeno per un pajo d'ore.

Quanto più il fuoco sara condotto bene, per modo che il calore riesca moderato e costante, tanto migliore riuscirà l'olio sia per la sua minore colorazione, sia per la facilità di essiccare.

Un metodo usato per ottenere che l'olio di lino sia molto essiccativo, servendosi del solo calore, è il seguente, proposto dal Tripier-Devaux e pel quale occorre l'impianto quale è rappresentato nelle annesse figure 1454 e 1455.

La caldaja B, entro la quale si mette l'olio, è in ghisa od in rame e poggia non direttamente sul focolajo A, bensì sul canale o condotto del fumo.

Nell'orlo superiore della caldaja B trovasi un canaletto che serve per sfioratore della caldaja quando l'olio a motivo dell'ebollizione gonfi e tenda a superare il livello. Questo canaletto sbocca al disopra del recipiente F che trovasi accanto alla caldaja.

Un coperchio a cerniera L può manovrarsi con una catena per coprire o scoprire la caldaja a seconda del bisogno.

Tutto l'apparecchio è sotto alla tettoja T.

Secondo le disposizioni date al forno ne risulta che il fondo della caldaja è meno riscaldato di quello che sia la parte cilindrica superiore, quindi non vi è molta tendenza a prodursi sul fondo della caldaja delle incrostazioni che vi si attaccano.

Un processo moderno per l'ossidazione dell'olio di lino in grande, onde renderlo essiccativo, lo abbiamo esposto nell'articolo Tele cerate, parlando del Linoleum (vedi Tele cerate).

Per aumentare il potere essiccativo degli olii è necessario sempre aggiungervi dei sali metallici o dei metalli adatti che favoriscano l'ossidazione dell'olio.

Diverse sono le ricette adoperate. Secondo il Tingry vi sarebbero le seguenti ricette:

#### 1º Metodo.

Olio di lino o di noce, in peso	p.	1000
Biacca calcinata	*	8
Acetato di piombo o sale saturno	>>	8
Solfato di zinco	>>	8
Litargirio	»	92
Uno spicchio d'aglio od una cipolla		

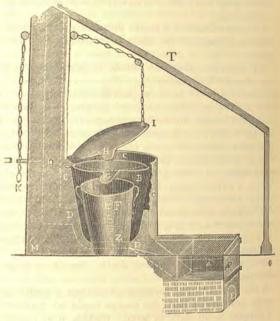


Fig. 1455.

Si mette l'olio in una caldaja tenuta al fuoco a calore temperato e mentre è sul fuoco si aggiungono ad uno ad uno gli ingredienti su indicati e lo spicchio d'aglio o la cipolla e si mescola il tutto con un bastone. Si continua l'azione del calore finchè l'olio non cessi di far schiuma e lo spicchio d'aglio non sia abbrustolito. In quel momento si forma sull'olio una pellicola, la quale è indizio che l'operazione è finita. Allora si toglie il fuoco o si ritira il recipiente dal fuoco, e mentre l'olio si raffredda la pellicola precipita al fondo, trascinando seco molte delle impurità che trovansi nella massa. Lasciando l'olio in riposo si chiarifica; lo si decanta in bottiglie a largo collo e lo si lascia così in riposo per diverso tempo acciò tutte le parti solide grumose o mucilaginose precipitino a poco a poco al fondo.

Lo spicchio d'aglio, la cipolla od altro non servono che come indizio del grado di temperatura, che è quello

sufficiente per ottenere l'effetto voluto.

#### 2º Metodo.

Olio di lino o di					1000
Solfato di zinco				>>	22
Litargirio				»	100

L'operazione si continua come nel caso precedente. Il litargirio può mettersi anche in un sacco di tela e sospendersi nella caldaja per modo che rimanga sollevato di 3 o 4 centimetri sul fondo. Ma in tal caso occorre che la quantità di litargirio sia doppia di quella che fu sopra indicata.

#### 3º Metodo.

Olio di lino o di noce, in peso . . . p. 1000 Litargirio in polvere fina . . . . » 200 Si mantiene l'olio a calore moderato acciò l'ebollizione sia appena accennata.

## 4º Metodo.

Olio di lino o di	no	ce,	in	pe	so		p.	1000
Acqua comune							>>	650
Solfato di zinco							>>	10
Uno spicchio d'a	gli	0.						

Si mescolano gli ingredienti all'olio in una caldaja abbastanza vasta, e che può essere o di ferro o di rame, e la si tiene al fuoco a calore moderato per tutta una giornata, sostituendo con acqua bollente quella che man mano si evaporizza dalla massa. Verso la fine della giornata si diminuisce a poco a poco il fuoco, ma si continua a tenere la caldaja esposta al calore finchè tutta l'acqua sia evaporizzata ed al posto di vapor d'acqua si vede sprigionare dalla massa un fumo bruno. In quel momento lo spicchio d'aglio sarà abbrustolito.

Ritirata la caldaja dal fuoco, o spento il fuoco, si lascia riposare la massa e si decanta la parte superiore, che è olio essiccativo di prima qualità adatto per lavori anche fini.

#### Metodo di Liebia.

Siscioglie un chilogramma di acetato neutro di piombo in 5 litri d'acqua e vi si aggiunge un chilogramma di litargirio pestato in polvere finissima. Si agita frequentemente la massa, facendo seguire l'agitazione da un breve riposo, allo scopo di favorire la soluzione del litargirio, che è completa solo dopo diversi giorni.

Si filtra il liquido e vi si aggiunge una quantità di acqua eguale al proprio peso.

Si pesta poi separatamente un chilogramma di litargirio e lo si mescola intimamente con 20 chilogrammi di olio di lino vecchio, vi si aggiunge la soluzione precedentemente preparata e la si agita per diversi giorni. Dopo la si lascia in riposo a temperatura dolce.

Indi si decanta il miscuglio entro a recipienti di vetro dopo averlo fatto filtrare o sulla carta o sul cotone in bambagia.

Alcuni pratici agitano l'olio così ottenuto in contatto coll'acido solforico diluito, facendo precipitare del solfato di piombo, che si può facilmente separare. L'operazione si ultima con un lavaggio coll'acqua.

## Altro metodo col solo litargirio a freddo.

In un bacino piatto di piombo si mette uno strato sottile di litargirio del peso di 60 grammi, e su di esso si versano 500 grammi di olio di lino crudo. Si copre il bacino con un pezzo di mussolina o meglio con una lastra di vetro e si lascia esposto il bacino all'aria ed al sole per otto giorni. Si ottiene così un olio essiccativo poco colorato.

## Metodo col litargirio a caldo.

Si fanno bollire 25 Kg. di olio depurato con Kg. 4,750 di litargirio: ed il miscuglio si agita continuamente durante la cottura che si prolunga fino a che non compaja alla superficie una pellicola. Allora si ritira il recipiente dal fuoco e si decanta il liquido dopo averlo fatto riposare.

## Metodo colla biacca a freddo.

L'olio di lino viene esposto in recipienti a larga superficie, all'azione dei raggi solari, per alcune settimane. All'olio si unisce  $^1/_7$  del suo peso di biacca pestata in polvere finissima.

Durante l'esposizione si agita il miscuglio con una spatola per impedire il deposito della biacca.

## Metodo colla biacca a caldo.

Si prendono 25 Kg. di olio con Kg. 4,700 di biacca in polvere fina. L'olio si fa cuocere fino a che non presenti alcuna schiuma alla superficie, il che richiede per lo più da 6 a 7 ore. Dopo ciò si ritira l'olio dal fuoco, lo si fa riposare e lo si decanta.

# Metodo colla biacca, l'acetato di piombo ed il solfato di zinco.

Si polverizzano e si mescolano assieme 8 parti di acetato di piombo calcinato, 8 parti di biacca calcinata al calor giallo, 8 parti di solfato di zinco e 92 parti di litargirio. Si mescolano tutte queste materie con 1000 p. d'olio di lino e si fa riscaldare a basso fuoco fino a che cessi la produzione di schiuma alla superficie.

Quando alla superficie si forma una pellicola è segno che l'operazione è ultimata. Allora si fa cessare il fuoco e dopo aver lasciato riposare l'olio lo si decanta per poi farlo chiarificare entro a bottiglie.

#### Metodo col piombo metallico.

Durante qualche settimana si espone l'olio stagionato e ben depurato all'azione della luce solare, in contatto con sottili foglie di piombo laminato. L'operazione accelerasi agitando frequentemente il liquido.

L'olio così ottenuto sarebbe ancora alquanto grasso, ma per renderlo adatto come essiccativo lo si scalda a calore moderato di 100° a 110°.

## Metodo coll'acido azotico.

Entro ad una caldaja di rame si riscaldano 100 Kg. d'olio di lino per far evaporizzare l'acqua che esso può contenere. Spento poi il fuoco, vi si aggiungono a poco a poco e con molta cura da 16 a 32 grammi d'acido azotico a 40°. Si lascia raffreddare tutto e poi si espone l'olio all'aria per diversi giorni, dopo i quali si decanta la parte superiore dell'olio.

Molte altre ricette si hanno per render l'olio essiccativo, e per chi desiderasse avere maggiori particolari, rimandiamo alle opere del Violette e dell'Holphen, come pure ai lavori specialisti del Chevreul, del Renard, del Livache, del Bauer, dell'Hasura, dell'Hortley e di altri che si occuparono di questo interessantissimo argomento, con esperimenti scientifici tendenti a spiegare in modo soddisfacente il fenomeno dell'essiccazione degli olii con o senza ingredienti.

L'olio essiccativo serve direttamente in qualche caso come vernice, massime nei quadri. Però l'uso maggiore si è quello per la fabbricazione delle vernici, come ora

vedremo.

II. - VERNICI GRASSE O ALL'OLIO (francese Vernis gras; tedesco Fette-Lacke; inglese Oil Varnish).

Queste vernici sono quelle ottenute sciogliendo in un modo speciale certe sostanze resinose convenientemente preparate in uno degli olii essiccativi, come per esempio quelli di lino, di canapa, di noce, ecc. ecc.

Queste vernici sono le più difficili a prepararsi ed anche

le più pregiate.

Le operazioni principali per la fabbricazione delle vernici sono:

1º Preparazione delle sostanze resinose per renderle solubili nell'olio;

2º Mescolanza delle sostanze resinose coll'olio per modo da formare un composto che alla sua volta sia completamente solubile nell'essenza di trementina (francese Essence de térébenthine; ted. Terpentinöl; inglese Essential oil of turpentine).

L'aggiunta dell'essenza di trementina serve solo perchè evaporandosi possa far formare alla superficie dello strato di vernice una crosta dura che impedisca alla polvere di attaccarsi alla vernice durante il tempo che essa im-

piega per solidificarsi.

Prima di dire come si preparino le vernici è necessario conoscere quali siano le sostanze resinose principali che entrano a formarle.

Indicazioni sommarie sulle materie resinose che si adoperano per la fabbricazione delle vernici.

Trementina (franc. Térébenthine; ted. Terpentin; ingl. Turpentine). - Essa si estrae da piante resinose. Quella detta Americana si estrae dal Pinus australis, quella detta di Bordeaux si estrae dai pini delle Lande e finalmente quella di Venezia (franc. Térébenthine de Venise; ted. Venezianischer Terpentin; ingl. Venice turpentine) si estrae dal Pinus larix.

In commercio è per lo più allo stato di liquido spesso. Da questa resina si estrae l'olio essenziale di trementina molto usato nella pittura e del quale diremo più

innanzi.

Colofonia (franc. Colophone, Brai sec, Arcanson; ted. Colophonium, Geigenharz; ingl. Common rosin). - Non è un prodotto naturale, ma si ottiene trattando certe trementine. Colla distillazione si ricerca dapprima l'essenza di trementina, mentre il residuo solido lavato coll'acqua e poi fuso a fuoco lento dà la colofonia, che può essere, o gialla, opaca, o trasparente a seconda che contiene o non delle particelle d'acqua. La densità della colofonia è di 1,07. Essa è fragile ed amorfa. Fonde a 100°.

Catrame vegetale (franc. Goudron végétal). ricava dalla distillazione a secco del pino. Esso è di color bruno scuro o nerastro, semi-liquido e di sapore acre.

La densità è di 1,06.

Benzoino (franc. Benjoin; ted. Benzoë; ingl. Benzoin e Benjamin). - Si estrae dalla pianta Styrax

benjoin che trovasi nel Siam ed a Sumatra.

Per lo più è in forma di lacrime o di amandorle. È di colore bianco opaco; ma spesso questi pezzi irregolari sono agglomerati in una pasta di color bruno cupo, vitreo e trasparente.

Il sapore è dolce e balsamico. L'odore è soave e si rassomiglia a quello di vaniglia, massime per il Benzoino

di Siam.

Il punto di fusione del benzoino è a 95° per quello di Sumatra ed a 75° per quello di Siam.

Lacca, Gomma-lacca, Resina-lacca (franc. Laque, Résine-laque, Gomme-laque; ted. Lack, Gummilack;

ingl. Lac, Gum-lac). - È prodotta dal Coccus-lacca, che è un insetto il quale vive su più piante dell'India, specialmente sul Ficus religiosa e sul Ficus indica, come anche sul Croton lacciferum.

Si trova in commercio sotto tre forme distinte:

a) In bastoni ed è quella che trovasi attaccata alla estremità dei rami della pianta, ove essa forma uno strato variabile nella grossezza, di color rosso più o meno scuro, trasparente negli orli e di frattura brillante. Riscaldata, manda odore forte ed aggradevole.

b) In grani, ed è quella che è caduta dalle piante,

riducendosi in frantumi.

c) In scaglie, e si ricava da una delle due precedenti, fondendola dopo averla fatta bollire nell'acqua pura, resa leggermente alcalina, e poi filtrando con una tela fina e distendendo il prodotto su di un sasso piatto.

Il colore della lacca che si ricava è indipendente dalla sua natura e può essere più o meno chiaro a seconda che si ricorre o meno nell'eliminazione a materie coloranti.

La lacca si scioglie nell'alcool, quantunque non interamente. Il residuo ha tutti i caratteri della cera e contiene una quantità di piccoli insetti derivanti probabilmente dal Coccus lacca, che depone le sue larve entro al sugo che sgocciola dalle piante dopo che si produsse un'incisione.

Elemi (franc. Elémi, Résine élémi, Gomme élémi, Résine d'amyris; ted. Elemi, Elemiharz; ingl. Elemi Gum elemi). - Trovansene due specie nel commercio,

cioè Elemi vera ed Elemi falsa.

L'Elemi vera, detta anche Elemi del Brasile, ricavasi dall'Icicariba. Essa è semi-trasparente, di colore bianco giallastro, con punti tendenti al verde. Ha odore forte ed aggradevole, che ricorda quello del finocchio. Ha un peso specifico di 1,018 a 1,080. Si scioglie nell'alcool ed ha la proprietà di diventar luminosa nell'oscurità, quando la si scalda o quando la si frega con una punta.

L'Elemi falsa viene dalla Nuova Guinea. È in masse di color bianco giallognolo, ricoperte con efflorescenze bianche e resinose. Compressa colle dita ridiventa molle ed elastica. A freddo ha poco odore, ma riscaldata ri-

corda l'odore della elemi vera del Brasile.

Le resine di elemi si trattano coll'alcool bollente e poi si fan filtrare su di una tela per separarne le impurità.

Mastice (fr. Mastic; ted. Mastix; ingl. Mastic). -Si estrae dalla Pistaccia lintiscus, che cresce in Oriente e nell'Europa meridionale. Cola sotto forma di lacrime dalle incisioni fatte nel tronco e nei rami delle piante e resta in parte attaccata all'albero ed in parte cola a

L'odore del mastice è soave ed il sapore aromatico. La frattura è vitrea. È insolubile nell'acqua, solubile nell'alcool, nell'etere e nell'essenza di trementina.

Sandracca (fr. Sandaraque; ted. Sandarak; inglese Sandarach). - Si ottiene dalla Junipenus communis o dalla Caltitris quadrivalvis (Thuya articulata), che è indigena dell'Africa, ma che prospera anche nella Spagna ed in Italia.

La qualità più pregiata è quella che si trova in com-

mercio sotto forma di lacrime.

Il suo colore è bianco giallastro, quasi senza odore e

di un acre sapore. La frattura è vitrea.

La densità varia da 1050 a 1099. Fonde a 145°. Gettata sui carboni ardenti dà un buon profumo. Si scioglie completamente nell'alcool e nell'etere.

Sangue di dragone (francese Sang dragon; tedesco Drachenblut; inglese Dragons-blood). - Si estrae dalle essenze dette Calamus draco, Dracoena draco e Pterocarpus draco, che crescono nelle isole Canarie, nella Giamaica, nell' India Orientale ed a Sumatra. Si trova in commercio sotto la forma di piccole olive ed è della prima qualità. Lo si ha anche in bastoni, oppure in pezzi irregolari.

Quando è di buona qualità si scioglie facilmente nel-

l'alcool e negli olii essiccativi.

Il colore è rosso; non è solubile nell'acqua. Generalmente è inodoro. Fonde a 120°, mandando in allora dei

vapori irritanti di acido benzoico.

Succino o Ambra gialla (franc. Succin, Karabé, Ambre jaune; ted. Bernstein; ingl. Amber, Yellow amber). — È una resina fossile, che origina evidentemente da piante resinose di un'essenza sparita ai giorni nostri. Si trova nelle miniere del Baltico. Essa è solida, dura, trasparente e di frattura concoide. Il suo colore è quasi sempre di giallo dorato, ma può presentarsi sotto pezzi opachi e di color biancastro.

La densità è di 1065 a 1070.

Se si avvicina alla fiamma della candela brucia, ma senza fondere completamente e senza lasciar cadere delle goccie.

Si fonde fra 350° e 400° ed in tale stato può facilmente bruciare. Non è solubile nell'alcool.

Copale (franc. Copal; ted. Kopalharz; ingl. Copal).

— Si dà il nome di copali a certe gomme adatte alla fabbricazione delle vernici e che sono dal più al meno insolubili nell'alcool.

Queste gomme si distinguono in copali dure, copali semi-dure e copali tenere.

Le copali dure sono le più pregiate, perchè producono le vernici le più resistenti. A tale categoria appartengono quelle di Zanzibar, di Calcutta e di Bombay. Le copali dure fondono a 350° circa.

Le copali semi-dure si producono sulla costa occidentale d'Africa. Le più apprezzate sono: quella d'Angola e quella di Benguela, dette anche gomme d'Africa.

Sono copali semi-dure anche: l'Animé, il copale di Sierra Leone, il copale di Manilla, quello di Borneo, di Singapore e di Loango.

Le copali semi-dure fondono a circa 200°.

Per ultimo le copali tenere, come per esempio quella di Macassar e la copale Dammar, le quali fondono a 100°.

Di copali Dammar sonvene diverse qualità, come, per esempio, la Dammar Puti, la Dammar australe e la Dammar aromatica di Guibourt.

Le copali che si trovano in commercio non sono mai pure, nè uniformi, quindi la prima operazione da farsi si è quella di scegliere le qualità, separando il copale duro da quello semi duro e da quello tenero. Diversi sono i metodi usati per far questa cernita: uno di essi, usato

moltissimo, è il seguente.

Si mette il copale in una liscivia composta di 24 litri d'acqua e 500 grammi di potassa e ve lo si lascia a bagno per 48 ore. Dopo ciò lo si lava in acqua corrente diverse volte per poter togliere tutta la potassa. Indi si separano i pezzi che sono molto rammolliti da quelli che lo sono meno e da quelli che lo sono quasi punto e così si avranno scelte le tre qualità di copale: molle, semi-duro, e duro. Per ultimo si fanno asciugare le tre qualità o al sole o nella stufa per poterle aver pronte per la fabbricazione delle vernici.

La scelta della qualità di resine, sia dal punto di vista del colore e sovratutto dal punto di vista della durezza, è indispensabile acciò sottoponendo le resine all'azione del fuoco esse si fondano alla medesima temperatura, altrimenti trattando assieme delle resine dure con quelle tenere, mentre per fondere queste occorre una tempe-

ratura di 100° e per fondere quelle deve superarsi quella di 300°, ne segue che le resine tenere sarebbero alterate dall'azione del calore, mentre le dure vi resisterebbero.

Premesse queste sommarie notizie, passiamo ora a dire come si preparano le vernici grasse che si trovano in commercio.

#### Preparazione delle vernici grasse.

Quest'operazione presenta tre periodi distinti:

1) Preparazione delle materie resinose;

2) Fusione delle resine;

3) Combinazione delle resine coll'olio.

1) Preparazione delle materie resinose. — Come sopra si è detto, la prima cosa da farsi si è la classificazione delle resine che trovansi sul mercato mescolate, e così avremo ben distinte le resine tenere da quelle semidure e da quelle dure. L'uso di una di queste qualità piuttosto che di un'altra dipende naturalmente dalla qualità che deve avere la vernice che si vuole produrre.

Così per le vernici fine e molto resistenti si impiegano esclusivamente le *copati dure* e l'*ambra*, mentre per le altre qualità più scadenti si possono usare tanto le copali

semi dure, come quelle tenere.

La preparazione delle materie resinose è quindi una operazione importantissima, che ha molta influenza sull'esito della fabbricazione delle vernici.

Ma la preparazione non deve limitarsi alla cernita della qualità come durezza, bensì per una stessa qualità deve farsi la cernita dei pezzi di gomma o resina che hanno ad un dipresso la stessa tinta. E neppure ciò basta per le operazioni tendenti ad ottenere vernici di prima qualità. Oltre la separazione delle resine della stessa tinta, si dovranno passare le resine per stacci di diverse dimensioni, acciò ogni volta si operi su pezzi di quasi uniforme grandezza, potendo anche questa circostanza influire sull'esito delle successive operazioni.

Gli Inglesi, che sono i migliori fabbricanti di vernici, si attengono strettamente a queste regole nella prepa-

razione preliminare delle resine.

2) Fusione delle resine. — Le resine, in generale, non sono solubili completamente in alcun liquido, ed è quindi necessario far sì che abbiano tale qualità per poter formare le vernici coll'olio e con un'essenza.

Gli esperimenti fatti dimostrarono che le resine sottoposte all'azione del calore non fondono, nel vero senso della parola, ma trattate convenientemente sia per il grado di temperatura cui si sottopongono, sia per il modo e la durata dell'azione del calore acquistano la proprietà di modificarsi, per modo da riuscire poi facilmente solubili nell'olio di lino o nell'essenza di trementina.

Preparate le resine nel modo detto più innanzi, acciò esse sieno scelte sia per qualità che per colore e per dimensioni, si mettono nel matraccio (franc. Matras; ted. Retorte; ingl. Melting-pot, Gummi-pot), che è generalmente di rame non stagnato, ma ben pulito, che si colloca su apposito fornello. Questo può essere mobile come quello della fig. 1454 od in muratura come quello della fig. 1455.

Il matraccio ha la bocca molto larga e deve essere poco profondo acciò sia facile nettarlo, introducendo il

braccio fino al fondo.

Si comincia a riscaldare gradatamente fino a che tutta la massa siasi riscaldata fino a 150 gradi circa, e dopo si cerchi di aumentare il più che si può l'azione del fuoco fino al così detto *punto di fusione*, agitando continuamente la massa della resina con una spatola di ferro per impedire che essa si attacchi al fondo del matraccio. In quest'operazione la resina gonfia fino a 5 o 6 volte il proprio volume ed è necessario perciò non solo proporzionare le dimensioni del matraccio per rispetto al volume primitivo della resina, ma stare ben attenti acciò la resina non trabocchi dal vaso.

In principio dell'operazione si vedono formarsi dei vapori bianchi dalla massa della resina; questi sono dovuti all'acqua contenuta nella resina e sono inodori.

Poscia si svolgono dei vapori rossastri, acidi e piccanti, che crescono man mano che si progredisce nell'operazione; al momento in cui si fa attivo lo svolgimento di questi vapori incomincia a rammollirsi la gomma ed a fondersi.

L'operazione deve essere sorvegliata ad ogni momento e si devono ogni due o tre minuti prendere degli assaggi colla spatola per fare sgocciolare la resina su di una lastra fredda di vetro. Dal modo con cui le goccie si rapprendono l'operajo pratico sa distinguere se la fusione è completa o no. D'altronde il termine della fusione è annunziato dalla cessazione del rigonflamento in tutta la massa. A quel punto si toglie il matraccio dal fuoco e la resina è pronta per essere mescolata all'olio.

Qualora però la mescolanza non la si voglia far subito è necessario versare la resina fusa su piastra di ferro, ghisa, o marmo, acciò si raffreddi ridotta in spessore

sottile.

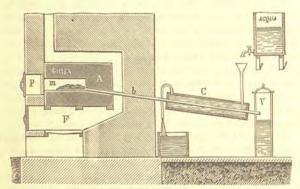


Fig. 1456

Secondo le esperienze del Violette, la resina riesce solubile nell'olio quando abbia perduto il 25 % del suo proprio peso nella fusione alla temperatura di 360 gradi.

Per eseguire quest'operazione nel modo più conveniente per uso della grande industria e con metodo razionale, il Violette consiglia il seguente apparato.

Esso consta (fig. 1456) di una specie di storta di ghisa A collocata sul focolaio F. La storta ha un vano m nell'interno, ove si colloca la resina da fondere. La carica si fa dalla porta P. Lo spazio m ha il fondo ricoperto da una lastra di rame inargentato, sulla quale si depone la resina. Questo spazio, per mezzo di un canale o tubo inclinato b, comunica col recipiente V, dopo che però è passato attraverso ad un refrigerante C, ove si ha una circolazione continua d'acqua fredda.

Si riscalda la storta fino a circa 400° e ciò si riconosce quando incomincia la fusione di un pezzo di zinco posto entro alla cavità m. Giunti a questa temperatura si introduce nella cavità la lamina di rame argentato che contiene la resina e si continua ad alimentare il fuoco allo scopo di impedire il raffreddamento della massa metallica costituita dalla storta A. La resina entra in fusione ed i vapori che si svolgono passano pel tubo b e si condensano per andara cadere nel recipiente V sotto forma di olio giallo e limpido.

Quando si riconosce che il peso di quest'olio costituisce dal 20 al 25% del peso totale della resina messa nella storta, si può considerare come finital'operazione: si ritira la lamina di rame fatta come un bacino e la gomma fusa si versa su lastre di metallo o di marmo per ridurla a strati di piccola grossezza.

3) Mescolanza della resina coll'olio. — Quest'operazione si può fare in tre modi: 1) versando l'olio caldo sulla resina immediatamente alla sua fusione; 2) mescolando la resina fusa e ridotta in lamelle sottili nell'olio caldo; 3) cercando di far fondere la resina nell'olio

direttamente.

Il primo metodo è quello più antico e generalizzato, massime in Inghilterra. Si fa scaldar l'olio fino a 315° o 320° e lo si mantiene a questa temperatura finchè la resina sia fusa. Poi si toglie la resina fusa dal fuoco e vi si versa a poco a poco la quantità d'olio voluta, agitando sempre la mescolanza fino a che tutto l'olio sia stato versato. Indi si rimette il matraccio sul fuoco ed ivi lo si rimescola per qualche minuto fino a che versata qualche goccia del miscuglio su di una lastra di vetro le goccie che si rapprendono rimangano trasparenti e chiare.

Però a questo punto non può ancora dirsi che la vernice sia ultimata di preparazione, perchè essa, oltre al ritardar troppo ad asciugare, non possederebbe il pregio del brillante che deve avere. Perciò occorre esporre la mescolanza all'azione del calore, ma ad una temperatura più bassa in un recipiente piuttosto largo, che permetta di presentar all'aria una superficie relativamente grande del liquido. L'azione riducente dell'aria può essere ajutata dalla continua mescolanza della soluzione e da un getto d'aria che si fa arrivare alla superficie della vernice calda. In quest'operazione si aggiungeranno al liquido gli essiccanti adatti, coma si suol fare per gli olii essiccativi.

L'operazione può durare o pochi minuti o molte ore a seconda della qualità della resina e delle doti che deve presentare la vernice ultimata. Durante l'operazione si deve fare di tanto in tanto un assaggio della vernice, in special modo verso la fine delle manipolazioni. L'assaggio deve farsi su di una lastra di vetro e le goccie nel solidificarsi devono essere chiare, di aspetto brillante. Altri caratteri deve pur presentare, ma essi non sono facilmente descrivibili a parte e solo la lunga pratica può indicarli all'occhio dell'operatore. La vernice ultimata di lavorare presa fra il pollice e l'indice deve potersi distendere in fili sottili e ciò è un altro carattere pratico da notarsi. In questo stato si avrebbe la migliore delle vernici, non allungata dall'essenza di trementina, ed essa potrebbe essere così adoperata sempre che sia possibile riscaldare gli oggetti sui quali deve applicarsi.

Ma nei casi ordinari è necessario aggiungere l'essenza perchè essa evaporando facilita l'essiccamento dello strato di vernice, come facilita anche la sua applicazione

col pennello, riuscendo più fluida.

L'aggiunta dell'essenza richiede però delle grandi precauzioni per evitare il pericolo d'incendio o di esplosioni. La mescolanza deve farsi quando la vernice è fra gli 80°, ed i 50°, ma lontano dal fuoco e versandovi l'essenza di trementina a poco a poco, ma dopo averla riscaldata. Fatto il miscuglio, la vernice viene filtrata e poi messa a stagionare in cantina a temperatura non troppo variabile.

Il secondo metodo, preferito dai Francesi, consiste nel mettere entro all'olio freddo la resina già resa solubile e ridotta in polvere, nella quantità voluta, e di far bollire la mescolanza, agitandola continuamente fino a che si ottenga la vernice sia senza la trementina, o coll'aggiunta di quest'essenza.

Nel terzo metodo la resina greggia si riduce in polvere e si mescola nella quantità voluta all'olio di lino a freddo e poi si mette il tutto a bollire usando le precauzioni cui si fece già cenno parlando della fusione della sola resina.

Procedimento Bessemer ed Heywood per la preparazione delle vernici. — L'apparecchio adoperato per la preparazione delle vernici dai signori Bessemer ed Heywood è rappresentato nelle fig. 1457 e 1458.

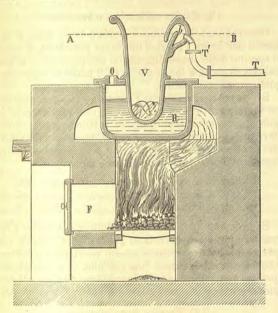


Fig. 1457.

Esso consta di un recipiente metallico R, ove si ha un bagno di una lega formata in parti eguali di piombo e stagno.

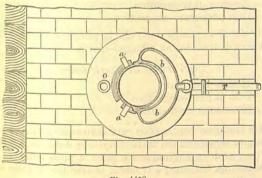


Fig. 1458.

Questo recipiente si adatta perfettamente alla bocca di un fornello ed è investito dai gas caldi del focolajo F. Entro al recipiente penetra fino sotto al livello del bagno un vaso in rame V, che serve appunto per la fusione della resina. Per tener questo vaso ad un'altezza costante sul livello del recipiente, vi è un orlo che serve di ritegno. Inoltre vi sono tre piuoli aaa (di cui due soli in vista, fig. 1458), i quali impigliandosi in adatti fori praticati nel risalto del vaso V ed in altri corrispondenti che trovansi in sporgenze poste sul coperchio del recipiente R, servono a tener a posto il vaso V, anche

quando il bagno metallico del recipiente R si mettesse a bollire. Ad una certa altezza il vaso V ha un rigonfiamento bb che comunica coll'interno del vaso per uno sviluppo quasi eguale a metà la periferia, mentre è pur in comunicazione con un tubo T che comunica con un serpentino circondato da acqua fredda in circolazione. Un foro o praticato sul coperchio del recipiente R serve per introdurvi un termometro e constatare la temperatura del bagno. Quando il tubo esce dal serpentino si separa in due, uno tende all'ingiù e conduce la parte condensata in appositi vasi; l'altro è volto all'insù e serve per dar sfogo all'aria ed a tutti i prodotti gasosi non condensati.

Il funzionamento procede nel modo seguente:

Si scalda il bagno metallico alla temperatura voluta ed allora si mette a posto il vaso V colla quantità di resina che si deve fondere, raccordando i tubi T'T. La resina si agita dalla bocca superiore del vaso con una spatola metallica, facendo in pari tempo avvivare il fuoco dal ventilatore. Se la temperatura tende a crescere nel bagno, vi si introduce della ghisa dall'apertura o e ciò fa subito raffreddare il bagno.

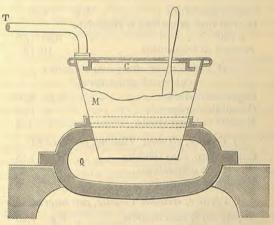


Fig. 1459.

Allorquando deve farsi la mescolanza della resina fusa coll'olio si ritira dal bagno il vaso V e si versa la resina fusa in altro vaso formato come indica in modo schematico la fig. 1459. Esso consta di un recipiente M in rame che penetra entro ad un altro recipiente Q di ghisa a pareti assai robuste e che vien posto direttamente sul focolajo. Il vaso M ha un coperchio c pure in rame. Un tubo T sbocca nella parte fissa del vaso M e che costituisce come l'orlo per il coperchio c. Questo tubo comunica con un serpentino, attorno al quale si mantiene l'acqua fredda in circolazione.

Il fuoco del focolajo riscalda l'aria del recipiente in ghisa Q e da esso si comunica al vaso M e con ciò si ottiene una maggiore costanza nella temperatura anche pel fatto che le pareti del recipiente Q essendo molto spesse costituiscono come un serbatojo di calore.

I vapori che si svolgono dalla resina, mentre è agitata dalla spatola vengono condensati nel serpentino e raccolti in apposito recipiente.

In questo vaso M si fa poi la mescolanza a caldo della resina coll'olio di lino.

Fatto così un cenno dei metodi segulti per la fabbricazione delle vernici, diremo ora quali sono le ricette principali per la preparazione di alcune fra le più usuali delle vernici.

910	11101
1) Verries and sample duma	11) 7
1) Vernice col copale duro (franc. Vernis au copal dur; ted. Hart Copal Firniss;	11) Vernice per carrozze.
ingl. Palest amber picture varnish).	Copale duro, reso solubile Kg. 2,50
Copale duro in pezzi grossi come una noc-	Essenza di trementina
ciola e di colore uniforme Kg. 3,00	12) Vernice per carrozze.
Olio di lino preparato essiccativo . » 1,50	Sandracea
Essenza di trementina » 4-5	Sandracea
Il trattamento di questa vernice deve esser fatto alla	Olio di lino preparato » 1,00 Essenza di trementina » 3,00
temperatura più moderata che è compatibile. L'essenza	3,00
di trementina è meglio che sia distillata di recente.	La sandracca si fa sciogliere a caldo nell'olio e poi
2) Vernice col copale semi-duro	vi si aggiunge l'essenza di trementina.
(fr. Vernis pour extérieur).	13) Resine all'ambra o succino.
Copale semi-duro Kg. 3,00	
Olio di lino essiccativo » 1,50	Generalmente il succino si pesta e lo si passa al se-
Essenza di trementina » 4-5	taccio per avere i pezzi di uniforme grandezza. Simette
	il succino delle stesse dimensioni nei pezzi entro ad una caldaja di ghisa a fondo piatto ed il fondo si copre com-
Il copale semi-duro abbiamo già visto che si fonde	pletamente colla resina.
più facilmente che quello duro: esso contiene più acqua	Si avviva il fuoco finchè l'ambra sia ben fusa e liquida
e richiede di essere tenuto al fuoco più lungo tempo, senza che però siavi pericolo di annerirsi per eccesso di	ed in tale stato la si versa su di una piastra pure di
calore. Però la preparazione richiede molta attenzione.	ghisa, riducendosi così in placca sottile, che col raffred
carore, I ero la preparazione fichiede morta attenzione.	darsi diventa fragilissima e può ridursi con molta faci-
3) Vernice per interni al copale semi-duro.	lità in piccoli pezzi. In tale stato è resa solubile nell'olio
Copale semi-duro Kg. 4,00	essiccativo preparato nel seguente modo:
Olio di lino preparato e riscaldato	
a 180° » 0,50-1,00	Litargirio in polvere gr. 500
Essenza di trementina » 10-13	Solfato di zinco in polvere » 125 Olio di lino crudo litri 1
	Ono di lino crudo litri
4) Vernice per stemperare i colori	Si prendono tre parti di quest'olio e si mettono a ri-
col copale semi-duro.	scaldare in una casseruola di ghisa e vi si mescola una
Copale semi-duro Kg. 3,00	parte di succino ridotto in piccoli pezzi dopo la fusione.
Olio di lino preparato » 1,50	Quando tutta la resina è fusa nell'olio, vi si aggiungono
Essenza di trementina » 4-5	quattro parti di essenza di trementina. Si filtra e la ver-
5) Vernice, sistema Violette, per esterni.	nice è pronta per essere messa in cantina per stagionare.
Copale duro, reso solubile Kg. 1,25	14) Vernice nera brillante
Olio li lino essiccativo litri 8,00	per oggetti coperti con lacca, come scatole, vassoi
Essenza di trementina » 24,00	e simili
6) Vernice, sistema Violette, per interni.	Ambra resa solubile Kg. 6,00
	Resina della Cina
Copale duro, reso solubile Kg. 1,25	Bitume reso solubile » 1,00
Olio di lino essiccativo litri 1,00	Essenza di trementina » 6,00
Essenza di trementina » 3,00	Olio preparato essiccativo » 3,00
7) Vernice per metalli, come p. es. vassoi e simili.	L'olio si aggiunge dopo che la soluzione è fatta nella
Copale duro Kg. 3,00	essenza di trementina a bagno-maria.
Bitume di Giudea » 1,25	and an oromonomia a bagno marian
Olio di lino essiccativo » 3,00	15) Vernice al copale tenero.
Essenza di trementina » 6,00	Resina Dammar Kg. 4,00
Il copale si fonde da solo: poi vi si aggiunge il bitume	Olio di lino essiccativo » 1,50
di Giudea ridotto in piccoli pezzi, e per ultimo l'olio di	Essenza di trementina » 5-6
lino e l'essenza di trementina.	La Dammar contenendo relativamente molta acqua,
8) Vernice per oggetti annessi alle carrozze.	bisogna espellerla del tutto. Dopo che è sciolta nell'olio
	di lino, si deve aggiungere a poco a poco l'essenza di
Copale duro, reso solubile Kg. 1,25 Olio di lino essiccativo litri 2,00	trementina bollente; e si lascia raffreddare il tutto al-
Essenza di trementina	l'aria libera.
	A STATE OF THE STA
Vi si aggiunge una piccola parte di essenza di Venezia.	16) Vernice al bitume.
9) Vernice del Giappone per la copertura	Bitume preparato Kg. 1,20
delle vetture.	Olio essiccativo
Copale duro, reso solubile Kg. 1,20	Essenza di trementina » 3,00
Olio di lino essiccativo litri 1,00	III. — VERNICI ALLO SPIRITO OD ALCOOL.
Essenza di trementina » 3,00	111. — VERNIUI ALLO SPIRITO OD RISOLO VAP-
10) Vernice nera per il ferro.	Possono, per certi usi speciali, prepararsi delle ver-
	nici, le quali non contengono più olio, ma sono
Bitume giudaico, reso solubile Kg. 1,25 Olio di lino essiccativo litri 1,00	esclusivamente di una resina sciolta nell'alcool. L'alcool, o spirito di vino, C'H'OH, è, come si sa,
Ono di inio essiciativo Illi 1,00	Laicool, o spirito di vino, O'Il'OII, o,

Olio di lino essiccativo . . . . litri 1,00 Essenza di trementina . . . . » 3,00

L'alcool, o spirito di vino, C2H2OH, è, come si 88,

un liquido che ricavasi dalla fermentazione di diverse

specie di materie zuccherine. Esso può contenere una quantità più o meno forte d'acqua, a seconda che nella preparazione si usò una cura più o meno grande.

L'operazione per cui si cerca di rendere l'alcool più puro, cioè meno ricco d'acqua, dicesi rettificazione, e la industria moderna è riuscita ad ottenere degli alcoli purissimi, cioè con un contenuto minimo d'acqua.

Per la fabbricazione delle vernici è necessario avere l'alcool il più puro possibile e per lo più lo si sceglie ad un grado alcoolimetrico compreso fra 90° e 96°.

L'alcool teoricamente puro, cioè a 100°, è un liquido incoloro, con odore forte ed aggradevole. Esso bolle fra 77° e 78° ed ha un peso specifico di 0,792. Si inflamma facilmente all'aria quando vi si avvicina un corpo incandescente ed è perciò che sono necessarie delle grandi precauzioni nel preparare le vernici all'alcool.

Per riconoscere la bontà dell'alcool sonvi diversi strumenti, fra i quali l'alcoometro di Gay-Lussac, l'alcoometro di Cortier e l'areometro di Baumé.

Adoperando l'alcoometro di Gay-Lussac ricordiamo che le graduazioni dello strumento sono fatte supponendo la temperatura dell'alcool di 15°, ma se l'alcool ha una temperatura diversa sonvi delle tabelle di correzione per ricondurre la lettura a quella data temperatura di 15°. L'areometro di Baumé da il peso specifico dell'alcool.

Vi è una relazione fra le indicazioni dell'alcoometro di Gay-Lussac, dell'alcoometro di Cortier e dell'areometro di Baumé ed essa è indicata nella seguente tabella ove il peso specifico è stato determinato dall'areometro di Baumé alla temperatura di 12°,5.

etro	etro	ico	stro	etro	leo
Gradi dell'alcoometro di Cortier	Gradi dell'alcometro di Gay-Lussac	Peso specifico dell'arcometro Baumé	Gradi dell'alcoometro di Cortier	Gradi dell'alcoometro di Gay-Lussac	Peso specifico dell'areometro Baumé
Gr alco	Gradi alcoor Gay-Lu	SO BI	Gr alco	Gradi alcoor	So 8]
dell	dell	Pe	dell	dell di (	Per
10	0,0	1,000	28	74,8	0,879
11	5,3	0,992	29	77,0	0,872
12	11,6	0,985	30	79,1	0,867
13	18,8	0,977	31	81,2	0,862
14	26,1	0,970	32	83,2	0,856
15	32,6	0,963	33	85,1	0,851
16	37,9	0,956	34	86,9	0,845
17	42,5	0,949	35	88,6	0,840
18	46,5	0,942	36	90,2	0,835
19	50,1	0,935	37	91,8	0,830
20	53,4	0,929	38	93,3	0,825
21	56,5	0,922	39	94,6	0,819
22	59,5	0,916	40	95,9	0,814
23	62,3	0,909	41	97,1	0,809
24	65,0	0,903	42	98,2	0,804
25	67,7	0,897	43	99,2	0,799
26	70,2	0,891	43-75	100,0	0,794
27	72,6	0,885	_	_	_

La preparazione delle vernici all'alcool può essere fatta a freddo od a caldo. Quando succede a freddo il risultato è migliore, ma l'operazione è più lunga.

Vernici all'alcool preparate a freddo. — Si prende un recipiente di vetro che possa chiudersi ermeticamente e vi si versa la resina ridotta in piccolissimi pezzi e poi vi si aggiunge l'alcool. L'insieme dell'alcool e della resina non deve occupare oltre ai  $^3/_4$  della capacità del recipiente allo scopo di permettere l'aumento di volume che si ha nella resina.

Poi si agita il recipiente di tanto in tanto per agevolare la soluzione e lo si espone al sole, oppure entro una camera riscaldata da stufa nell'inverno.

Quando tutta la resina è sciolta allora l'operazione è ultimata. Se nella massa vi è ancora qualche fiocchetto o qualche pellicola, si lascia depositare e poi si decanta per passarla al filtro acciò la vernice riesca limpida e trasparente.

La vernice preparata con questo metodo, come anche quelle fatte coi metodi che ora indicheremo, si mette in recipienti ermeticamente chiusi e tenuti all'ombra.

L'alcool non scioglie più di un terzo del suo peso in resina: questa quantità può aumentare alquanto adoperando delle resine tenere.

La preparazione a freddo può farsi anche agitando la mescolanza con mezzi meccanici.

Vernice all'alcool preparato a bagno-maria. — Messo l'alcool e la resina nelle proporzioni volute entro al matraccio, questo viene immerso nel bagno-maria, la cui temperatura deve però essere mantenuta ad una certa distanza al disotto del punto di ebollizione dell'alcool, allo scopo di impedire un'inutile perdita del solvente.

Il Violette ideò a questo proposito un apparecchio speciale, per cui il matraccio contenente l'alcool e la resina è chiuso, ma mediante un tubo a serpentino, che passa in un serbatojo d'acqua fredda in circolazione, fa capo ad un altro vaso, ove si raccoglie di nuovo l'alcool che per avventura venisse ad evaporare.

Le resine che adoperansi per la preparazione delle vernici a bagno-maria vengono pestate e ridotte in minutissimi pezzi. Ad esse si aggiunge una certa proporzione di vetro pesto e passato al setaccio, la cui presenza fa sl che venga impedito l'agglutinarsi delle particelle di resina.

Durante l'operazione devesi rimescolare il contenuto del matraccio con un bastone di legno duro arrotondato.

Le vernici sono formate in un tempo di circa due ore. Si osserva che le vernici a bagno-maria riescono per lo più alquanto colorate, perchè tale è d'ordinario l'azione del calore sulla resina.

Vernici all'alcool preparato a fuoco nudo o sul bagno di sabbia. — Quando si vuol fabbricare le vernici con molta sollecitudine è necessario ricorrere al metodo di operare col matraccio, contenente l'alcool e la resina, posto direttamente sul fuoco o su di un bagno di sabbia tenuto ad elevata temperatura.

In questo caso il matraccio è di rame stagnato nello interno e munito di due manici. Esso quando si deve porre direttamente sul fuoco si colloca in un fornello fatto in modo che dall'apertura ove si fa penetrare il matraccio non passino le flamme del focolajo, e ciò per evitare il pericolo di incendio. Anzi per maggior sicurezza sarà bene che tutto attorno all'apertura si metta della creta che rende più sicura la chiusura.

Nel focolajo sottostante si mettono dei carboni di legna e si cerca di procedere gradatamente con calore moderato. Un apposito camino esporta i prodotti della combustione.

La resina, ridotta in pezzi minuti, si fa scaldare agitandola continuamente con un bastone di legno acciò la resina non si attacchi al fondo e non si abbrustolisca, perchè in tal caso la vernice riescirebbe male e troppo colorata.

918		VER	NICE
Quando la resina è in fusione vi si ve dell'alcool freddo e si continua l'azione e gendo del nuovo alcool tutte le volte tende a traboccare dal matraccio.  Ultimata la soluzione della resina fa passare al filtro metallico e depositi terra preventivamente riscaldati, acciò in contatto della resina calda.  Ricette diverse per far delle resil. Sandracca lavata Alcool a 96°	del fuocche il nell'alcare ent non si s ine all'a gr. y	oco a poco o, aggiun- miscuglio ool, la si ro vasi di crepolino alcool. 250 500 375 250 16 1875 125 125 60 30 30 2000 500 120 2000 500 250	13. Sandracca lavata du Trementina svizzera Alcool a 95°.  Questa vernice dicesi :  14. Sandracca
Trementina di Venezia	. »	60 3000 175 90	18. Sandracca di la qua Mastice in lacrime Copale Ambra Animé
Sandracea	. »	90 1000 62	Incenso Il tutto si scioglie nell

1	Frementina di Venezia .			. >>	16	
1	Frementina di Venezia . Alcool a 96°			. »	1875	
J. L	Sandracca scelta	ini		gr.	125	
1	Mostice in legrime			. "	60	
7	Mastice in lacrime			. "	50	
7	Votro posto			. "	30	
	Algoria O69			. "	2000	
					2000	
4. 5	Sandracca			gr.	500	
r	Frementina di Venezia.			. »	120	
1	Alcool a 96°			. 2)	2000	
- 0	N				F00	
D. 1	Sandracea			gr.	500	
(	domma lacca in logii		٠	. »	250	
	Frementina di Venezia			. »	60	
1	Sandracca			. »	3000	
6. 1	Mastice in lacrime			gr.	175	
	Frementina di Venezia .					
	Sandracca					
	Alcool a 96°					
	2100011200					
7. I	Lacca in foglie chiara Essenza di lavanda			gr.	62	
1	Essenza di lavanda			. »	4	
I	Alcool a 92°			. »	400	
	Jomma lacca				375	
0. (	Canfora			81.	9	
	Zucchero polverizzato					
	Alcool a 96°					
					5000	
9. I	Benzoino di prima scelta			gr.	180	
1	Lacca in scagne			. >>	110	
7	Sandracca purificata			>>	15	
1	Mastice in lacrime			. >	15	
I	Alcool a 96°			. »	1000	
	Lacca in scaglie				750	
1	Benzoino di prima qualita			81.		
1	Mastice in lacrime			. "	180	
	Alcool a 96°					
		-				
11. 1	Lacca bionda in fogli			gr.	120	
7	Lacca bianca in fogli Essenza di lavanda Alcool a 92°			11		
1	Essenza di lavanda			. »	8	
I	Alcool a 92°			. >>	1600	

Le due lacche si sciolgono separatamente nell'alcool e poi si uniscono le due mescolanze, per aggiungere in seguito l'essenza di lavanda.

Vernici per lavori in legno.	
12. Sandracca gr.	180
Mastice »	125
Trementina di Venezia »	250
Alcool a 96°	1500

13. Sandracca lavata due volte gr.	5000
Tromondina Sylvania	
Alcool a 95 litri	18
Questa vernice dicesi anche vernice di Spa.	10
14 Sandrages	
14. Sandracca gr.	180
Copale	90
Mastice	90
Vetro pesto	75
Alcool	125
**************************************	1000
15. Sandracca scelta gr.	500
Mastice in lacrime	125
Vetro pesto	250
Alcool a 92°	2000
16. Sandracca gr.	187
Resina elemi	125
Resina animé	32
Canfora	16
Vetro pesto	125
Alcool a 96°	1000
17 Sandrages	
17. Sandracea gr.	187
Lacca in fogli	62
Colofonia	125 125
Trementina chiara	125
Alcool a 95°	1000
	1000
18. Sandracca di la qualità gr.	500
Mastice in lacrime »	360
Copale	120
Ambra »	120
4	
Animé »	250
Incenso »	250 250
Incenso	
Incenso	250
Incenso	<b>250 750</b>
Incenso	250 750 250
Incenso	750 250 250 250
Incenso	750 250 250 250 60
Incenso	750 250 250 250 60 4000
Incenso	750 250 250 60 4000 375
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85 1000
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85 1000
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 15 500
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 250
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 500
Incenso	750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 250
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 500
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 500 250 250 250 250 250 250 25
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 500 250 150 2-5
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 500 250 150 2-5
Incenso	250 750 250 250 60 4000 375 120 85 1000 250 60 15 15 15 500 250 150 2-5

Vernici per stampare i colori.	
24, Sandracca purificata gr. Colofonia »  Gomma-lacca »  Alcool a 96° »	500 250 500 4000
25. Ambra gr. Canfora	250 11 1250
Vernici per metalli.	
26. Sandracca gr.  Mastice .	150 100 50 30 100
27. Sandracca       gr.         Colofonia       »         Gomma-lacca       »         Essenza di trementina       »         Alcool a 96°       »	575 180 90 180 875
28. Per preservare dalla ruggine.	
Ambra fusa gr.  Lacca in scaglie »  Zafferano . »  Sangue di drago . »  Alcool a 96° . »	300 225 75 100 4500
Vernice per oggetti di chincaglieria	
	2
IV. — VERNICI ALL'ETERE.	

#### IV. — VERNICI ALL'ETERE.

Queste vernici vengono adoperate solo in piccola quantità, e si destinano per usi specialissimi, come per esempio, per le riparazioni degli smalti, delle vecchie verniciature guaste e simili.

Il solvente di queste vernici è l'etere, che si ottiene colla reazione dell'acido solforico sull'alcool. L'etere è un liquido incoloro, molto fluido, di odore speciale, molto forte e penetrante. La sua densità è di 0,712 a 24°, ed è molto volatile ed inflammabile, per cui presenta dei pericoli nell'adoperarlo per la fabbricazione delle vernici.

L'etere scioglie le resine quando esse siano state fuse al fuoco in precedenza e fino a che non abbiano perduto 1/5 circa del loro peso primitivo. Delle resine, la sola copale dammar è solubile nell'etere allo stato naturale.

Per preparare le vernici coll'etere basta mettere in contatto entro ad un vaso chiuso l'etere colla resina ed indiagitare il vaso per favorire la soluzione. Si può anche riscaldare il vaso, ma non oltre ai 30° o 32°, poichè altimenti l'etere si metterebbe in ebollizione.

Una ricetta per la formazione di vernice all'etere è:

Copale ridotto	in	1	poly	rere	9	fina		gr.	250
Etere puro .								>>	1000

La copale si fa cadere a piccole quantità nel vaso che contiene l'etere, e che deve potersi turare ermeticamente. Si agita il vaso per una mezz'ora e poi lo si lascia in riposo per 24 ore. Ciò si continua fino a che il miscuglio non diventi perfettamente limpido e di colore leggermente citrino.

Altre ricette di vernici all'etere sarebbero:

Copale Dammar . . . . . gr. 500 Etere solforico puro . . . . » 1000

Soluzione fatta a freddo.

Copale duro o semi-duro reso solubile gr. 500 Etere solforico puro . . . . . » 1000

Questa vernice non si può quasi distendere col pennello a causa dell'eccessiva volatilità. Si rimedia alquanto a ciò, distendendo sull'oggetto da verniciare una mano di olio di rosmarino, di lavanda od anche di essenza di trementina e poi confricare fortemente con un pannolino. Quel po' che rimane di essenza sulla superficie basta per ritardare la volatilizzazione della vernice all'etere quando la si applica.

A questa categoria si possono aggiungere anche quelle fatte colla benzina, col cloroformio e col caoutchouch, delle quali ecco alcune ricette:

Vernice di Winckler per quadri.

a) Mastice scelto				-	
b) Ambra in polvere					30 <b>25</b> 0

La soluzione devesi lasciare in riposo per 24 ore e poi filtrare prima di adoperarla.

c)	Mastice							
	Benzina						. »	1000
	Elemi						gr.	

Vernici per oggetti in legname di valore.

e)	Colofonia	a	b	ior	ıda					gr.	375
	Mastice									>>	60
	Benzina									>>	1500

Vernice per clichés fotografici.

f)	Sandracca				gr.	120
	Cloroformio				>>	90
	Essenza di lavanda				>>	1
	Alcool a 96°				>>	600

## V. - VERNICI CON ESSENZA.

Diconsi vernici coll'essenza quelle che si ottengono facendo sciogliere le resine o nell'essenza di trementina o nell'essenza di petrolio o nell'essenza di lavanda.

Comunemente è l'essenza di trementina quella che è

più usata.

Le vernici con essenza sono meno essiccative, più molli che quelle coll'alcool e meno facili a screpolarsi. Esse sono quindi più resistenti all'aria di quel che lo siano le vernici all'alcool e possono essere più facilmente pulite. Nei quadri ad olio, a motivo della tela che si lascia facilmente influenzare dalle variazioni atmosferiche, la vernice coll'essenza è da preferirsi, mentre le altre vernici più dure, seguendo i movimenti della tela, si screpolerebbero facilmente.

L'essenza di trementina, come già si disse, si ricava distillando i prodotti che colano dall'incisione praticata in diverse specie di piante conifere, come per es. il Pinus sylvestris, il Pinus maritima, il Pinus australis

e lo Strobus.

Sonvi diverse specie di trementina, che in commercio vengono denominate di Chio, di Venezia, della Svizzera, di Strasburgo, di Bordeaux, di Bajona, d'America, ecc.

La trementina comune, che è generalmente adoperata, è un liquido limpido ed incoloro, molto fluido ed avente un odore acre, non troppo aggradevole. La sua densità, secondo Saussure, è di 0,86 a 22° C. Entra in ebollizione a 156°,8. Si scioglie nell'alcool nella proporzione di 13,5 per 100 d'alcool.

In commercio l'essenza non è mai chimicamente pura,

per renderla tale bisogna distillarla.

Per riconoscere le impurità dell'essenza di trementina

si procede nel seguente modo.

Si versa un po' di essenza di trementina in una bottiglia piena d'acqua fino al principio del collo; poi si dànno due o tre scosse alla bottiglia, tappandola col pollice. Se l'essenza è pura essa si separa in piccoli globuli chiari e limpidi, che poco dopo riprendono il loro primo posto e volume. Se per contro l'essenza è mescolata coll'alcool, questo si ripartisce in parti minute su tutta la massa dell'acqua e la rende d'aspetto latteo: mentre il volume dell'essenza che galleggia sull'acqua non è più lo stesso.

Per riconoscere poi se l'essenza fu per avventura sofisticata con qualche olio di minor valore, si impregna un pezzo di carta, da una faccia, con l'essenza da esaminarsi, mettendo la carta dinanzi al fuoco; se l'essenza è pura, essa si volatilizza completamente senza lasciare alcuna traccia di sè sulla carta, per cui vi si può scrivere senza difficoltà. Se per contro l'essenza contiene dell'olio, la carta rimane trasparente e non è possibile scrivervi sopra.

Si può anche fare quest'altra prova. Si mescoli un'oncia di alcool con qualche goccia dell'essenza da esaminare. Se l'essenza è pura l'alcool la scioglie; se invece essa è mescolata con olio grasso, l'essenza passa nell'alcool, ma l'olio grasso precipita completamente al fondo del vaso.

#### Preparazione delle vernici coll'essenza.

Queste vernici si preparano facilmente tanto a freddo che a caldo, a bagno-maria od al bagno di sabbia.

Il metodo di fabbricazione ed i mezzi per ottenerla sono analoghi a quelli già indicati per le vernici all'alcool.

Le resine tenere, come la Dammar, si sciolgono nella essenza a temperatura relativamente alta, forse perchè tali resine hanno molta acqua e questa deve essere completamente eliminata, altrimenti la sua presenza danneggierebbe il prodotto.

Per le resine dure è necessario prepararle separatamente per renderle atte a sciogliersi nella trementina, come già si è visto per le altre qualità di vernici.

Però questo metodo, obbligando sempre a mettere la resina al fuoco, la rende più scura e quindi anche le vernici riescono poco chiare.

Ecco ora alcune formule per far delle vernici all'essenza.

## 1. Vernice per stemperare i colori.

#### a) Formola di Wattin:

Mastice in lacrime	parti in peso	144
Trementina	» »	288
Essenza di trementina	» »	1000

Notisi che i colori prima di essere stemperati con questa vernice, devono essere stati già macinati o coll'olio di lino o coll'essenza di trementina,

b) Formola di Tripier:		
Colofonia parti in p	eso	1000
Description of the state of the		00-150
c) Formola olandese:		00-1500
Galipot in lacrime parti in p	0890	100
Faganga di tnamantina		150-225
2. Vernici per quadri.		100=22
a) Essenza di trementina . parti in p	eso	1000
Trementina di Venezia . »	>>	370
b) Formola di Tingry:		
Mastice purificato e lavato, parti in	peso	334
Trementina di Venezia . »	>	42
Canfora polverizzata »	»	14
Vetro bianco pesto »	»	139
Essenza di trementina di-		
stillata »	>>	1000
3. Vernice per istrumenti di	fisice	a.
a) Formola di Thompson:		
Copale pallida pestata fina, parti in	peso	125
Essenza di lavanda »	>>	250
Essenza di trementina . »	*	750
b) Formola di Tripier:		
Copale Dammar parti in	peso	500
Canfora »	>>	40
Essenza di trementina . »	»	2000
4. Vernice per iscrizioni e litograf	ie co	lorate.
Formola di Wattin:		
Mastice in lacrime parti in	peso	143
Trementina »	>>	69
Essenza di trementina . »	»	1000

Moltissime altre ricette si hanno per la fabbricazione delle vernici coll'essenza; non crediamo però necessario riportarle qui, tanto più perchè esse hanno un valore più o meno relativo e possono cambiare a seconda del metodo di fabbricazione, della resina di cui si dispone e dell'uso cui si destina la vernice.

Per maggiori informazioni si rimanda il lettore ai seguenti libri:

Creuzburg, Lehrbuch der Lackierkunst, Weimar 1884. — Winckler, Lack-und Firnissfabrication, Leipzig 1876. — Andès, Die Trockenende Oele, Braunschweig 1882. — Selmi, Enciclopedia di chimica, Torino 1883. — Spons, Encyclopaedia of the industrial Arts, London. — Esslinger, Die Fabrikation des Wachstuches — Violette, Guide pratique de la fabrication des vernis, Paris, T. Hetzel et C. — Wattin, L'art du peintre, doreur et vernisseur, Paris 1772. — Tripier Deveaux, Traité théorique et pratique sur l'art de faire les vernis, Paris 1840. — George Holphen, Couleurs et vernis, Paris 1895.

STANISLAO FADDA.