

L'INGEGNERIA CIVILE

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO BIMENSILE



Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori ed Editori.

ARCHITETTURA E COSTRUZIONI CIVILI

LA NUOVA BIBLIOTECA NAZIONALE CENTRALE DI FIRENZE.

Da lungo tempo è riconosciuta a Firenze la necessità di una nuova sede per quella Biblioteca Nazionale Centrale; anzi fino dal 1882, quando si divisò il nuovo quartiere di Piazza Vittorio Emanuele, tra i nuovi edifici da costruire, si fece menzione anche di quello della biblioteca. In questi

ultimi anni, fattasi più urgente una soluzione del problema, il Municipio ha espropriato uno stabile di circa 4200 metri quadrati nell'attiguità di quella piazza e conseguentemente furono anche eseguite le demolizioni (1).

(1) Il signor Enrico Bovio, Ingegnere-Allievo nel Corpo R. del Genio Civile, come titolo di saggio per il 2° anno di studio di perfezionamento nell'Architettura, ha studiato un progetto di questa biblioteca da edificare nella zona del riordinamento del centro di Firenze; ed i numerosi ed accurati disegni del progetto erano presentati all'Esposizione di Torino (1898) nel riparto del Ministero dei Lavori Pubblici.

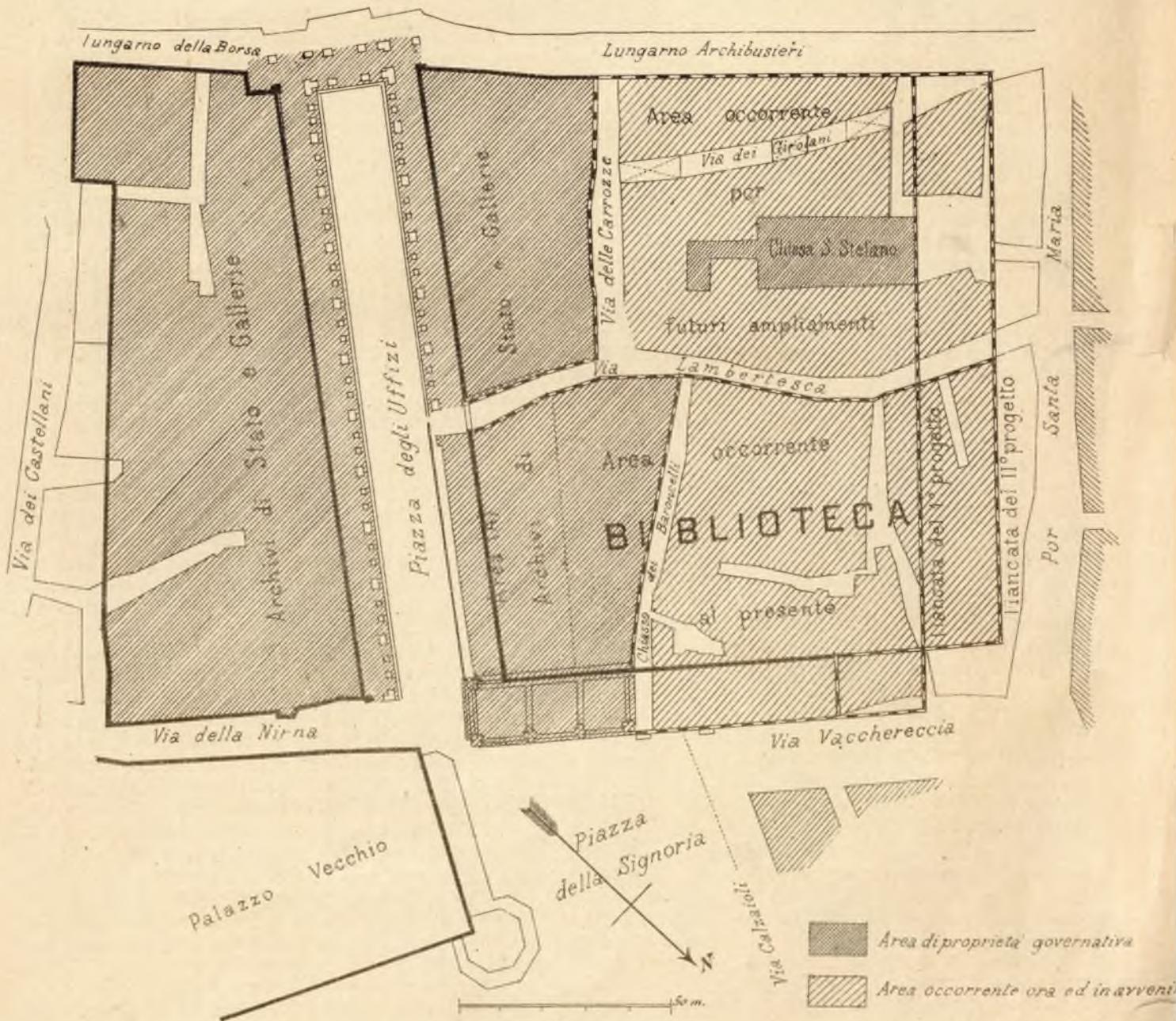


Fig. 1.

Il cominciamento dei lavori per questo nuovo palazzo parve da ultimo così prossimo che nell'ottobre scorso vi fu crisi municipale, si parlò anzi delle dimissioni in massa del Consiglio Comunale perchè parve un istante che il Governo intendesse disconoscere le antiche promesse di stanziamento di concorso. Ora pare siano in corso tra il Comune e lo Stato nuove trattative più armoniose.

Questi ritardi, questi attriti sembra che non siano venuti solamente per nuocere perchè in Firenze si è fatta strada da ultimo l'idea di abbandonare ad altri usi l'area acquistata in piazza Vittorio Emanuele e di espropriare per la biblioteca quel cupo labirinto di straducole e di casupole che si aggrovigliano dietro la Piazza della Signoria, intorno alla Chiesa di Santo Stefano, che si estende fino alla via di Por Santa Maria da una parte del rettangolo, al Lung'Arno Archibusieri dall'altra e viene al Chiasso dei Baroncelli e alla Via delle Carrozze che lo separa dallo stabile degli Archivi di Stato e delle Gallerie degli Uffizi (fig. 1).

Fino dal 1897 l'ingegnere Arnaldo Ginevri ha esposto al pubblico i disegni di due progetti in questo senso; fino d'allora ha dato alle stampe la Relazione del suo progetto; da ultimo ha pure dato alle stampe il sunto di una sua conferenza tenuta in aprile 1898 nella sala degli Impiegati Civili e in quei due documenti è contenuta una miniera di utili riflessioni, di poderose ragioni storiche ed artistiche in favore del suo progetto.

Ben a ragione osserva anzitutto il Ginevri che i 4200 metri espropriati in Piazza Vittorio Emanuele sono insufficienti perchè darebbero di area utile alla libreria ben poco di più di quanto presenta la biblioteca attuale ed offrirebbero nessuna possibilità di successivi espropri per i futuri inevitabili ingrandimenti. Per altra parte poi il viavai, il frastuono della vita commerciale pone la località di Piazza Vittorio Emanuele in condizioni di grande inferiorità con la Piazza della Signoria, sia dal lato della sicurezza come di quello della tranquillità degli studi.

Con le espropriazioni suindicate del progetto Ginevri, oltre che dare luogo ad un notevole allargamento della via Por Santa Maria, arteria di tanta importanza per le comunicazioni oltre Arno, renderebbe disponibili circa 15 mila metri quadrati, dei quali nove, quelli verso la Piazza, occorrerebbero fin d'ora per la nuova sede della biblioteca e per necessari ingrandimenti agli uffici degli attigui Archivi di Stato e delle Gallerie degli Uffizi; ed i sei mila metri rimanenti, quelli verso il Lung'Arno, servirebbero per i futuri incrementi alle sedi di quei tre enti; di più, renderebbe possibile l'isolamento della monumentale chiesa di Santo Stefano che per i suoi pregi d'arte, per le sue memorie storiche e religiose è ben degna di fare mostra anche allo esterno colle severe linee della sua architettura medioevale e di essere compresa nel classico recinto dei monumenti della Piazza della Signoria.

Così annunciato nelle sue generalità, del progetto del Ginevri non vi è chi non possa augurare l'esecuzione. Anche la spesa di qualche milione che richiederebbe per nuove espropriazioni, sarebbe accettabilissima, perchè verrebbe a determinare una buona sistemazione stradale e un salutarissimo sventramento in un quartiere che è veramente il centro di Firenze.

Il punto più grave in discussione del progetto Ginevri è quello del prolungamento che egli propone della Loggia dei Lanzi con nuove arcate, nel senso di completare con esse il lato della Piazza della Signoria, fiancheggiare la via Vacchereccia e portarsi fino all'angolo collo allargamento della via Por Santa Maria,

Qualcuno vede in ciò quasi una irriverenza, una profanazione della monumentale Loggia dell'Orgagna; ma può

invece considerarsi come l'esecuzione di una disposizione testamentaria dell'insigne architetto stesso, perchè egli medesimo ha disposto una pila-spalla sull'angolo verso il Palazzo Vecchio e la pila semplice del lato opposto ha tutti i segnali di una intenzionalità di prosecuzione delle arcate. L'idea poi del prolungamento della Loggia è tanto antica che vive accreditatissima la tradizione che l'abbia suggerita anche Michelangelo. Adunque nessuna ragione d'arte o di storia si oppone a questo prolungamento e le ragioni di opportunità, di convenienza e di uso vi sono tutte, imperocchè il chiudere la piazza con la monumentale ariosità delle arcate dell'Orgagna permette di evitare lo scoglio, la stonatura che forse nascerebbe quando un nuovo edificio con nuove idee d'arte moderna venisse a fare capolino su questa piazza dove tutto respira l'aria della grandezza dei secoli passati.

Quanto all'uso nessuno disconosce quel superbo passaggio coperto che diventerebbe la Loggia prolungata quando funzionasse come il grande atrio di ingresso della biblioteca, degli archivi e delle gallerie e per di più colla costruzione del tratto mancante di portici sulla piazza degli Uffizi venisse a collegarsi e a mettersi in diretta comunicazione con tutto il coperto dei portici della piazza stessa degli Uffizi. Quest'uso non impedirebbe che continuasse la Loggia ad essere il sacrario dei capolavori della scoltura come lo è presentemente; anzi vi sono in Firenze ben altri lavori di scoltura che attenderebbero un opportuno collocamento e, primo tra tutti, il Davide di Michelangelo che, come giustamente ha detto il Boito, vuole essere liberato dalla prigionia dell'attuale tribuna che « non porge aria bastevole al respiro di quell'ampio » torace e della quale il suo corpo robusto e svelto vorrebbe « sfondare le pareti e crollare la volta ». Indipendentemente poi dai capolavori della scoltura antica, forse che l'arte moderna non ha prodotto, non dà affidamento di produrre nuove opere degne di entrare in quella eccelsa dimora che sarebbe questa Loggia quando venisse allungata? E che se i secoli passati hanno saputo lasciare tanti segnali di sé su quella piazza, vogliamo fare il torto al secolo nostro di porre le colonne d'Ercole, di chiudere la strada a quanto vi recherà i secoli futuri? Or decisamente, per questo concetto del prolungamento della Loggia si è fatto più all'arte che al progetto Ginevri un torto che non si meritano!

Dove invece il Ginevri erra, a mio modo di vedere, è nel progettare delle sale di primo piano sulle nuove arcate della Loggia. Questo capolavoro dell'Orgagna va prolungato rigorosamente nelle sue linee; e piuttosto di impastarlo con ibridismo di idee nostre va lasciato come si trova. Sia però detto ad onore del vero che il Ginevri stesso, a disegno compiuto, si è accorto del suo errore ed ha tosto presentato un altro progetto nel quale non ci sono più le sale di primo piano; e la brillante linea del ballatoio e degli stemmi dell'Orgagna prosegue orizzontalmente nella sua calma classicità. Il Ginevri poi avrebbe fatto meglio ancora a non interrompere verso la metà con una sopraelevazione di attico sull'arcata che cade in asse con la via Calzaioli, perchè in nessun paese del mondo, tanto meno a Firenze, dovrebbero gli architetti farsi schiavi della coreografia di una simmetria geometrica e convenzionale ad ogni costo.

Ma lasciamo a parte quelle che sarebbero le modalità di esecuzione del progetto Ginevri che, in un argomento di tanta importanza, non saranno mai abbastanza ponderate, esaminate e discusse, vagliate, approfondite; rimane pur sempre al Ginevri il merito di avere lanciato una grande idea originale e feconda di grandi cose — di avere dato alla pubblica discussione il suo progetto e le sue idee.

I fiorentini antichi e nemmeno i moderni hanno a loro carico nessuno di quei grandi errori edilizi che si lamentano

a carico di altre italiche capitali e ne anderanno, lo speriamo, immuni, perchè è proprio del popolo toscano di appassionarsi quando è in questione una grande idealità da raggiungere; perchè vi sono artisti come il Ginevri che non solo studiano i grandi problemi, ma il risultato dei loro studi mettono in pubblico, e sottopongono al soffio vivificante della pubblica discussione.

Uno, due ed anche più anni, occupati nella discussione generale del problema e nella ricerca della migliore soluzione; uno, due ed anche più milioni consacrati nella maggior spesa di progetto non sono mai di troppo, perchè in questo argomento si agitano troppo alti interessi morali e materiali del Comune e dello Stato; perchè non è un' enfasi il dire che il mondo ci guarda, quando tocchiamo l'edilizia di quei centri che sono il Campidoglio, il Foro di Roma, la Piazza di San Marco di Venezia, la Piazza di Santa Maria del Fiore, la Piazza della Signoria di Firenze.

Torino, 15 gennaio 1899.

C. C.

TRAZIONE ELETTRICA SU FERROVIE E TRAMVIE

SU ALCUNE DISPOSIZIONI DI SICUREZZA NEGLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA.

L'estendersi incessante delle reti tramviarie richiama già da qualche tempo l'attenzione dei tecnici all'impiego degli alti potenziali sulle condutture di servizio. Un esempio concreto di questo sistema, che diventerà certo inevitabile nella trazione ferroviaria, ce lo presenta la casa *Brown e Boveri*, la quale sta costruendo in Svizzera le due linee di *Zermatt-Gornergratt* e di *Thun-Burgedorf* con una tensione di servizio di 750 volts.

Senza dubbio gli alti potenziali costituiscono per la trazione un vantaggio così notevole, che il loro impiego non deve essere in verun modo ostacolato; non bisogna però dimenticare che alla questione delle elevate tensioni, è strettamente legata l'altra, non meno importante, della sicurezza pubblica. Il problema diventa quindi complesso per questo lato.

Fino ad ora, e non si sa come, nei numerosi impianti di tramvie si è sempre ritenuto innocuo il potenziale ordinario di 500 ÷ 600 volts, cosicchè non si sono mai riscontrate preoccupazioni serie per tutto ciò che poteva riguardare la sicurezza pubblica. Ma in realtà sembra che le cose procedano diversamente, e sebbene sia molto difficile stabilire un *limite* al pericolo, pure al di là di 250 volts si può ritenere cessata la certezza d'incolumità. Così almeno il *Verein* di Berlino, le cui recenti (1) prescrizioni di sicurezza hanno avuto in Germania sanzione ufficiale.

È notevole però il constatare che mentre da un lato si abbassa la tensione di sicurezza, altri, e tra questi il *Kapp*, segretario generale del *Verein*, propugnano decisamente l'uso degli alti potenziali per la trazione.

Osserva giustamente il *Kapp* che il limitare la tensione normale a 500 volts è pericoloso, perchè può generare la falsa idea della sicurezza, la quale è più dannosa che utile. E in realtà in questioni simili è meglio essere assoluti (2); giova di più la certezza del pericolo che non una sicurezza relativa.

Silvanus Thompson è della medesima idea. Egli aggiunge che è puramente arbitrario il limite di 500 volts, essendosi verificati dei casi di fulminazione anche a 300 v.; tutto si riduce quindi a rendere sicura una linea di trolley, così a 500 come a 1500 volts, il che è una pura questione di tecnica accurata.

Così il *Weber* di Zurigo ed altri ancora.

Dati questi concetti fondamentali, si comprende che il problema della sicurezza deve esser preso in seriissima considerazione.

Le linee aeree di tramvie per essere nude, a piccola distanza dal suolo, nel mezzo delle strade più frequentate ed esposte a tutte le vicende atmosferiche, si trovano in condizioni di funzionamento affatto speciali e possono dar luogo a cause diverse di pericolo. Tra queste, due specialmente ci sembrano degne di esame: 1) le fughe o difetti d'isolamento; 2) e la rottura dei fili.

Le fughe, che non sono infrequenti nelle linee aeree a ritorno di rotaia, sono dovute in generale agli agenti atmosferici, in particolar modo alle piogge, le quali producono facilmente derivazioni o corti circuiti tra il filo di servizio e la terra attraverso i sostegni (filo trasversale, pali, rosoni). Qui si possono verificare due casi: se la resistenza della derivazione è piccola, cosicchè ci sia un vero corto-circuito tra la linea e le rotaie, l'intensità della corrente di fuga è così grande che in brevi istanti o fonde la valvola di sicurezza alla centrale o cade l'interruttore automatico di massima; e il pericolo di contatto non dura che pochi secondi. Ma se la resistenza del suolo è notevole, può darsi che l'intensità non sia sufficiente a far scattare l'interruttore o a fondere la valvola ed allora il sostegno, ricevendo presso a poco il potenziale della linea, presenta pericoli seriissimi.

Fatti analoghi possono succedere nel caso di una rottura di fili. Infatti: o il conduttore, cadendo, tocca il suolo o le rotaie, oppure rimane sospeso; se il corto circuito è disruptivo, l'interruttore scattando toglie in breve tempo il potenziale, ma se la derivazione è resistente, oppure se il contatto non ha luogo, l'estremità ad alta tensione costituisce un grave pericolo.

Tanto i difetti d'isolamento quanto le rotture dei fili producono in un impianto di trazione dei guai seri, poichè cagionano arresti di servizio ed irregolarità nell'andamento generale, non essendo poi sovente nè semplice, nè rapida la ricerca e la riparazione di un guasto. Si capiscono quindi le varie disposizioni suggerite per poter analizzare in special modo le condizioni d'isolamento di un impianto; quantunque esse siano di un'efficacia molto relativa.

1) Il metodo più semplice è quello dato da un galvanometro in serie rappresentato schematicamente nella fig. 2. La linea è supposta alimentata da 4 feeders F_1, F_2, F_3, F_4 a cui corrispondono gli automatici a_1, a_2, a_3, a_4 . Il galvanometro G , che funge da ampermetro, da un lato è connesso al polo (+) delle di-

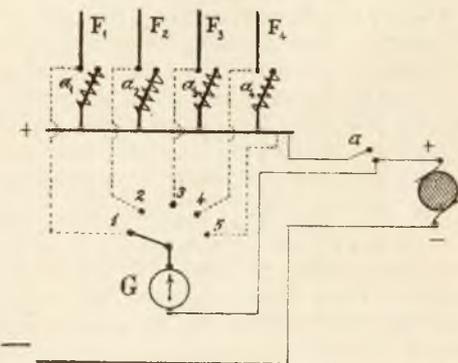


Fig. 2.

namo, dall'altra alla sbarra di alimentazione e a ciascuno dei 4 feeders per mezzo di un interruttore a più vie. Tenendo aperti tutti gli automatici si può misurare, a servizio fermo, la corrente che circola separatamente in ciascuna rete, per effetto delle fughe; chiudendone due o più e tenendo aperto a , si può effettuare la stessa misura su più reti o sulla totalità delle condutture partenti dalla sbarra di alimentazione (contatto 5). Ciò presuppone però che ciascun feeder abbia

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, Heft 29, 30, 43. 1898.

(2) *L'Electricista*. Giugno, 1898.

per suo conto una rete staccata dalle altre, e che il potenziale della dinamo si mantenga costante durante tutte le misure.

Il galvanometro potrà essere graduato in modo da dare direttamente l'isolamento delle reti per una tensione prestabilita.

2) Con una disposizione perfettamente analoga, adoperando in luogo di un galvanometro qualunque un voltmetro di grande resistenza, si può effettuare una misura assai migliore specialmente se il potenziale non può tenersi assolutamente costante. La disposizione non comporta che il contatto O in più (fig. 3).

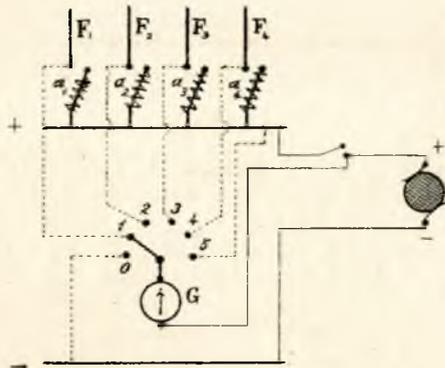


Fig. 3.

Tenendo, ancora a servizio fermo, gli interruttori aperti, in una prima misura si ponga il voltmetro al contatto O; si avrà il potenziale della dinamo. Si passi subitaneamente ad uno degli altri contatti; si avrà un'altra lettura, in generale differente da zero e dipendente dalle fughe. Detta E la prima lettura, e la seconda, ρ la resistenza del voltmetro e W l'isolamento della rete provata, si trova con facilità:

$$W = \frac{E - e}{e} \rho.$$

L'inconveniente di questi due metodi è manifesto; essi non possono essere adoperati quando il servizio è in attività e d'altra parte non servono che da semplici indicatori.

3) Stobrawa (1) per poter esaminare un difetto d'isolamento anche durante il servizio ricorre ad un mezzo ottico semplice che, sebbene basato sopra un principio già noto, si presenta originale nella sua applicazione.

La fig. 4 ne dà lo schema:

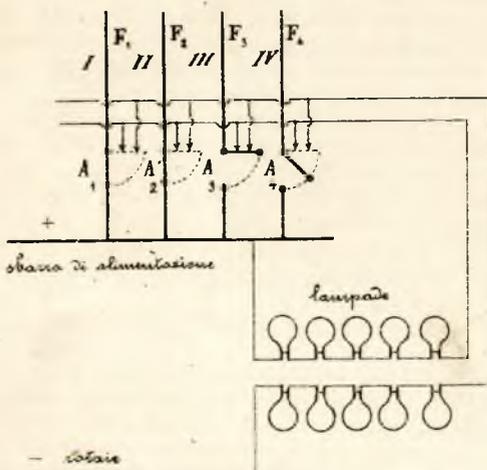


Fig. 4.

Supponiamo che in una delle reti, la III, si produca un corto circuito e si voglia stabilire se esso dipende da difetto d'isolazione o dal funzionamento di qualche vettura.

Basterà elevare l'interruttore principale A_3 , con che si interrompe momentaneamente il servizio, e mettere in circuito la serie di 10 lampade. In condizioni normali queste si accenderanno debolmente, ma colla stessa intensità; se invece nella linea III si è prodotta una fuga, il gruppo superiore darà luce assai più intensa dell'altro. Si esige tuttavia che durante l'interruzione tutte le vetture di linea mantengano a zero il regolatore.

4) Recentemente (1) il Kallmann, che si è in special modo occupato dell'isolamento degli impianti, ha fatto conoscere un metodo nuovo di misura basato sopra un principio semplicissimo. Un ampermetro differenziale è percorso separatamente dal conduttore positivo che parte dall'officina e dal conduttore negativo che vi ritorna; se non esiste in linea alcuna fuga, le intensità essendo uguali, non si ha deviazione alcuna dello strumento, ma se un difetto si verifica, la differente intensità sarà subito notata dall'ampermetro. Il metodo però è di difficile applicazione negli impianti a ritorno di rotaia.

Come si vede, nessuna di queste disposizioni può giovare alla sicurezza. Esse non danno che semplici indicazioni e non possono in generale essere utilizzate che quando il guasto sia già stato avvertito per altra via. Inoltre non provvedono in alcun modo ad eliminare un pericolo, anche se questo si è reso manifesto. L'unico mezzo adottato per por riparo agli inconvenienti gravi dei difetti di isolamento e della caduta di fili è il frazionamento della linea in sezioni con interruttori a mano.

La disposizione è indicata schematicamente nella figura 5.

Dal punto di alimentazione F fino all'estremo, la linea è divisa in sezioni di uguale lunghezza (in media 500 ÷ 1000 metri) e ciascuna sezione è collegata alle adiacenti per mezzo di interruttori collocati in cassette fisse ai pali o ai muri e manovrabili a mano. Quando si verifica un guasto in una sezione, questa si può isolare completamente dalla restante parte della linea, eliminando così qualsiasi pericolo.

Ognuno comprende però che una manovra a mano è poco consigliabile quando si tratta d'un pericolo immediato, tanto più poi se il guasto, come per esempio un difetto d'isolamento, non si manifesta direttamente. Nasce quindi spontanea l'idea di un comando automatico degli interruttori di sezione, il quale possa eliminare il pericolo nel momento stesso in cui si verifica.

Disposizioni di tal natura, che diverranno inevitabili colle alte tensioni, non si sono finora introdotte negli impianti di trazione, perchè anzitutto non se ne è mai sentito il bisogno immediato, e poi perchè in realtà la soluzione del problema si presenta notevolmente complicata, quando si voglia trattare il caso generale.

Chi scrive, in una breve comunicazione fatta all'*Elektrotechnische Zeitschrift* (7 luglio 1898) ha mostrato come in molti impianti lo scopo possa essere raggiunto in una maniera abbastanza pratica ed efficace, almeno per il caso che riguarda la caduta dei fili.

Il principio è semplice. In una linea divisa in sezioni ed alimentata da un solo feeder si sostituiscono gli interruttori a mano con altrettanti automatici e si colleghino questi in derivazione rispetto alla linea, secondo lo schema rappresentato dalla figura 6.

Tanto le bobine degli automatici, quanto i conduttori di collegamento da bobina a bobina si suppongano di grande resistenza rispetto al filo di servizio. Nelle condizioni normali di funzionamento, attesa la grande resistenza delle derivazioni, queste non saranno percorse che da una corrente affatto trascurabile e gli interruttori rimarranno inattivi. Ma se un filo viene a rompersi, ad esempio nella sezione m_2, m_3 , senza creare un corto circuito tra la linea e le rotaie, allora tutta la corrente necessaria alle vetture che si trovano a valle dell'interruttore a_2 sarà obbligata a passare alla derivazione a_2, a_3 , il che produrrà la caduta dell'interruttore a_2 . Sono quindi le vet-

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1898. Heft 19.

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 13 October 1898.

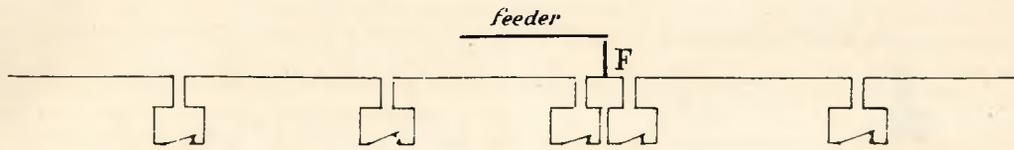


Fig. 5.

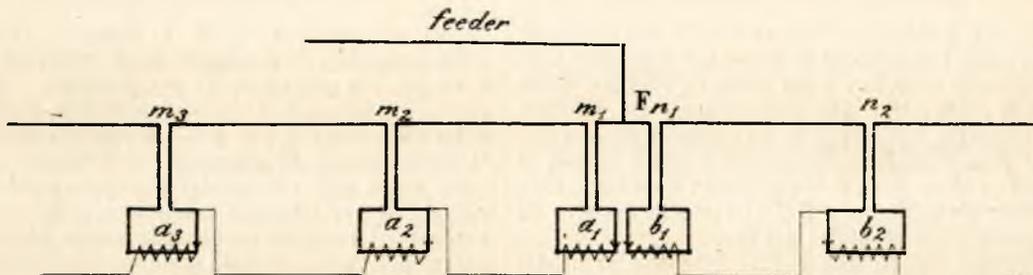


Fig. 6.

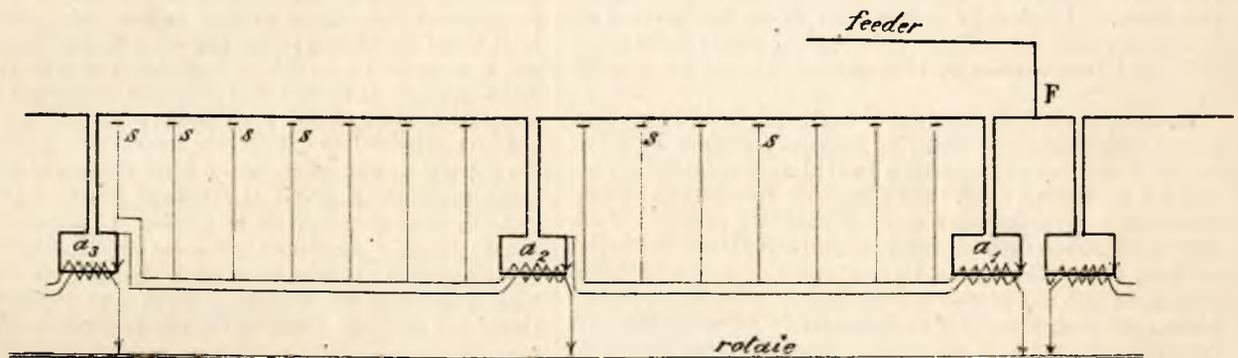


Fig. 7.

ture stesse in servizio che provvedono alla sicurezza della linea facendo scattare l'interruttore a monte di un guasto; ambedue le estremità pericolose di una sezione spezzata rimangono in tal modo prive di tensione.

Condizione necessaria e sufficiente perchè la disposizione funzioni al momento del guasto, è che nell'istante medesimo si verichi una chiamata di corrente a valle del guasto stesso, cioè che si trovino in linea vetture nei punti più lontani dal feeder; basterebbe anzi una sola vettura in marcia nella sezione estrema. Per quanto sia mediocre il traffico d'una linea, questa condizione si può dire sempre soddisfatta con certezza.

E' da notare che tanto la sezione $m_1 n_1$ quanto le sezioni più lontane dal feeder non sono protette dalla disposizione; ma ciò non porta alcun inconveniente. Infatti la sezione $m_1 n_1$ si può fare piccola quanto si vuole (in generale essa è di qualche decimetro) e le sezioni estreme sono in massima situate in località dove la caduta di un filo non può portare gravi danni.

Dato il principio esposto, ci sembra che con una leggera modificazione il metodo si possa prestare a proteggere la linea non solo dalle rotture di fili, ma anche dai difetti d'isolamento dei sostegni.

La disposizione, completata in questo senso, è rappresentata schematicamente nella figura 7.

a_1, a_2, \dots sono gli interruttori automatici provvisti in questo caso di doppia bobina, ed S, S, \dots sono i sostegni della linea che in condizioni normali devono presentare lo stesso potenziale delle rotaie. Le prime bobine degli automatici sono collegate tra di loro nel modo precedentemente descritto per provvedere alla caduta dei fili, le seconde mettono in comunicazione diretta colle rotaie tutti i sostegni di una sezione a

valle di ciascun interuttore. Il funzionamento è evidente: Se avviene una rottura di filo tutto procede come sopra; se si verifica un difetto d'isolamento in uno qualunque dei punti S , cosicchè il sostegno possa ricevere il potenziale di linea, si stabilisce senz'altro un corto circuito tra il punto S e le rotaie, attraverso l'interruttore a_2 , il quale entrando in funzione, stacca dal feeder tutta la linea a valle di a_2 .

Naturalmente lo scatto dell'automatco può essere sempre regolato in modo da entrare in attività per una qualsivoglia intensità di corrente, indipendentemente da quella che può attraversare le prime bobine; ciò dipende dal numero di spire dei due avvolgimenti di uno stesso interuttore che rimangono sempre separati ed isolati tra loro.

Non sarà poi difficile collocare nei vari sostegni un indicatore qualunque del passaggio di corrente per poter con tutta facilità localizzare un difetto.

Il metodo si presta quindi completamente per togliere qualsiasi pericolo di contatto dovuto a caduta di fili o a difetti d'isolamento; l'unica condizione di applicabilità è sempre la presenza di reti aeree staccate e alimentate da un unico feeder secondo il tipo della figura 8.

Come è noto, questo tipo d'impianto è il più frequente e il più pratico.

Un altro problema serio di sicurezza, quando si vogliono adottare le alte tensioni, riguarda l'isolamento delle vetture e le fughe che si possono in esse verificare. Un difetto qualsiasi può con grande facilità trasmettere il potenziale di linea alle parti in ferro della cassa per mezzo del trolley e dei suoi sostegni e presentare gravi pericoli per i passeggeri. E' indubitato che in tempi di pioggia un isolamento perfetto delle vetture è estremamente difficile.

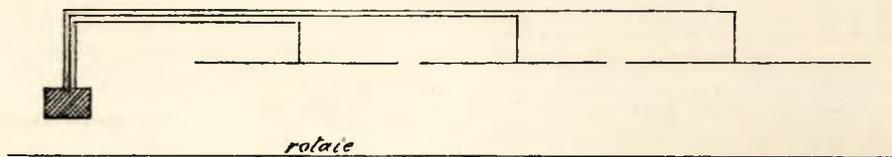


Fig. 8.

Qui l'eliminare il pericolo automaticamente è una questione assai più complessa, inquantochè lo scopo non può esser raggiunto che staccando il trolley dalla linea di servizio. Però ci sembra che si possa provvedere per via indiretta, a mezzo ad esempio di sonerie d'allarme, la cui inserzione si comprende da sé. Queste sonerie entrando in attività appena il difetto comincia a verificarsi, metteranno in guardia il personale e potranno all'uopo suggerire il rimedio decisivo di staccare l'apparecchio di contatto dal filo.

Gli inconvenienti dovuti alle cadute dei fili e ai difetti d'isolamento danno luogo ad alte considerazioni di sicurezza, specialmente riguardo alle ferrovie.

A proposito di una nota questione sulla utilizzazione delle forze idrauliche per la trazione ferroviaria, si è discusso recentemente a lungo sulla convenienza di un filo aereo o di una terza rotaia. Ci sembra che, vista dal punto della sicurezza del funzionamento, la questione assuma un aspetto diverso.

Qualunque sia il sistema che si voglia adottare in un impianto, una conduttura elettrica scoperta è sempre un'installazione delicatissima, soggetta a tutti gli inconvenienti accennati e a molti altri ancora (ad esempio le fulminazioni atmosferiche), che spesso non è neppure possibile evitare. Se un arresto di servizio per un guasto qualunque di linea è ammissibile in un esercizio tramviario, che è per sé stesso molto irregolare, ciò non si può permettere in un servizio ferroviario, per ragioni facili a comprendersi. Se, accadendo, ad esempio, un difetto d'isolamento, cosa tutt'altro che rara, una linea ferroviaria dovesse rimanere interrotta fino a riparazione completa, la regolarità del movimento diventerebbe una vera utopia. Per queste ragioni probabilmente in una linea sicura si renderà necessario tanto il filo aereo quanto la terza rotaia, o per lo meno due condutture di alimentazione, di cui una di esercizio e l'altro di riserva. Solo allora il movimento potrà dirsi regolarmente sicuro.

Del resto, ci affrettiamo a dirlo, questa non è che una delle molte difficoltà tecniche che presenta la trazione ferroviaria; problema certamente solubile, ma non ancora completamente indagato in tutti i suoi particolari.

Centrale Trams elettrici Livorno, 3 dicembre 1898.

Ing. G. B. FOLCO.

MECCANICA APPLICATA

BREVE STUDIO

SULLE

CONDIZIONI PER LA PIÙ FACILE GUIDABILITÀ DI UNA BICICLETTA

del Ten.-Colonnello G. BERTINI

I. — IDEA PRELIMINARE DEI CONCETTI E DEI TEMI CHE SI TRATTANO IN QUESTO STUDIO.

1. — Tra i vari pregi che una buona bicicletta deve presentare, avvi pur quello di poter essere guidata colla massima facilità possibile: con pochissima azione, per conseguenza, sul timone; con un timone, per esempio, a braccia molto corte; oppure con una mano sola sempre che si possa; e nel migliore dei casi, anche con nessuna.

L'ottenere o no, questa facile guidabilità o dirigibilità, dipende, come si vedrà appresso, da diversi particolari di

costruzione, quali sarebbero: la maggiore o minor lunghezza della bicicletta, la postazione del timone, un po' più avanti o un po' più indietro; la sua maggiore o minor inclinazione alla verticale, l'altezza (sebbene in piccolissima parte) della macchina; e per qualche leggerissima influenza, se si vuole ancora, la grossezza del cerchione.

Lo scopo a cui si tenderebbe con questo breve studio sarebbe la ricerca delle condizioni, e dei conseguenti particolari di costruzione che una buona bicicletta dovrebbe avere, per essere guidata colla massima facilità: condizioni e particolarità che renderebbero inoltre la bicicletta e chi sta sopra, meno esposti alle cadute laterali.

2. — Tutti coloro che montano la bicicletta, sanno come prendersela per meglio guidare la loro macchina; ma non tutti sanno dire senza prima provarla, se una macchina sarà più o meno facile ad essere guidata; e non tutti i costruttori conoscono la misura dell'influenza che potrà esercitare una data conformazione piuttosto che un'altra.

Certe relazioni di condizione dovrebbero esistere tra le varie parti di una bicicletta, e certe regole del pari, da poterle conoscere *a priori* il maggiore effetto utile: ma siccome di tutto ciò poco se ne conosce in pubblico, e meno ancora ve ne è di dimostrato nelle odierne illustrazioni ciclistiche, si è creduto far cosa utile per meno addentrati nella meccanica del ciclismo, l'espone in succinto i piccoli risultati avuti dalle ricerche fatte in proposito.

3. — La macchina più facile a guidarsi, come si può argomentare *a priori*, dovrebbe esser quella che senza alcun aiuto delle mani permetta un'andatura la più lenta, e le volate più strette: e a questo intento sono dirette le ricerche qui accennate.

Una bicicletta che raggiunga questo ideale, non potrà essere probabilmente una bicicletta da corsa; ma se si arriverà a comporla, sarà molto utile per la pluralità dei ciclisti, la cui maggioranza non è di corridori, ma di gente che se ne serve per comodità di trasporto, per diletto, o per igiene.

Le biciclette di maggior valore in commercio, si plasmano tuttora su quelle con cui sono stati vinti i primi premi alle corse; ma tra queste e le biciclette usuali, corre un divario come tra i cavalli puro sangue, e quelli da passeggio: ciò che è buono per l'uno non lo è per l'altro, e viceversa. La bicicletta da corsa obbliga il ciclista a coricarsi sulla sua macchina, e il medico igienista condanna fortemente questa incurvatura della schiena. Nella costruzione dell'una non si pensa che alla leggerezza e alla scorsevolezza, poco importando che la nessuna elasticità pesti le ossa, o che la macchina si infranga al primo urto. Nella bicicletta da diporto, invece, ci vuol dolcezza, pieghevolezza, comodità, elasticità, facilità di maneggio, di guidabilità, di conservazione e di riparazione. Al distacco tra questi due generi, bisognerà dunque un giorno o l'altro arrivare. Se un dato tipo di bicicletta possa essere adatto alla corsa, è facile il conoscerlo, sperimentandolo nelle corse; ottenutone una buona riuscita, quel tipo vien sanzionato e preso a modello, come si è fatto fino ad ora. Ma per la bicicletta da diletto, non vi è norma che faccia distinguere la superiorità di un tipo sopra un altro.

4. — Se la ricerca pertanto che qui si tenta delle condizioni per la più facile guidabilità, potrà essere presa in considerazione, sarà tanto di guadagnato, perchè altri con

maggior lena e maggior capacità risolva appieno la questione; e le diverse idee qui trattate, potranno essere un punto di partenza, se non altro, per arrivare alla soluzione che si desidera.

Per non limitarsi però ad esternare delle opinioni, e per discutere con qualche fondamento i problemi man mano incontrati, si è dovuto ricorrere in questo studio a qualche formola algebrica; ma si è cercato ciò non ostante di rimanere in una sfera del tutto elementare, e alla portata anche di chi non abbia fatto studi tecnici speciali.

II. — INFLUENZA DELLA LUNGHEZZA E DELL'ALTEZZA D'UNA BICICLETTA SULLA SUA GUIDABILITÀ.

5. — A tutti è noto generalmente che in ogni moto curvilineo si sviluppa una forza centrifuga la quale tende a gettare il corpo in moto, dal di dentro della curva per corsa all'infuori; e questa forza centrifuga, si rappresenta in meccanica mediante la formola:

$$f = \frac{p v^2}{g R} \quad (1)$$

nella qual formola le differenti lettere hanno i seguenti significati:

- f = forza centrifuga sviluppata,
- p = peso del corpo in moto,
- g = gravità secondo la latitudine,
- v = velocità del corpo in moto,
- R = raggio della curva descritta dal corpo.

Consideriamo ora una bicicletta montata mentre cammina in curva; e col sussidio delle figure 9 e 10 qui unite stabiliamo che siano:

R = raggio dell'arco di circonferenza descritto dal centro di gravità di tutto il sistema (come nella formola precedente) e che qui, per semplicità, fisseremo in G , un po' al di sopra della ruota posteriore;

$\delta = GZ = MG_1 =$ prolungamento del raggio R di curvatura, fino all'incontro del piano verticale MNZ , innalzato sulla base MN della bicicletta;

b = distanza tra i due punti M ed N di contatto delle due ruote col suolo, detto anche base o passo;

ω = angolo di deviazione della traccia del piano della ruota direttrice, dalla traccia MN del piano mediano contenente la ruota motrice, il telaio e il centro di gravità.

β = angolo di inclinazione di questo stesso piano mediano MGN , alla verticale;

$h = GM =$ distanza del centro di gravità G del sistema, dalla base MN ;

v = velocità del moto, come nella formola enunciata;

g = gravità; secondo il solito;

$p = GP =$ peso complessivo, uomo e macchina;

e infine:

$f = GF =$ forza centrifuga; come prima.

Dal triangolo MNO , si ha:

$$R_2 + \delta_2 = \frac{b}{\sin \omega}$$

Ma per la forza centrifuga, si ha pure:

$$R_2 = \frac{v^2}{g \operatorname{tg} \beta_2}$$

e quindi:

$$R_2 + \delta_2 = \frac{v^2}{g \operatorname{tg} \beta_2} + \delta_2$$

ed equiparando:

$$\frac{b}{\sin \omega} = \frac{v^2}{g \operatorname{tg} \beta_2} + \delta_2,$$

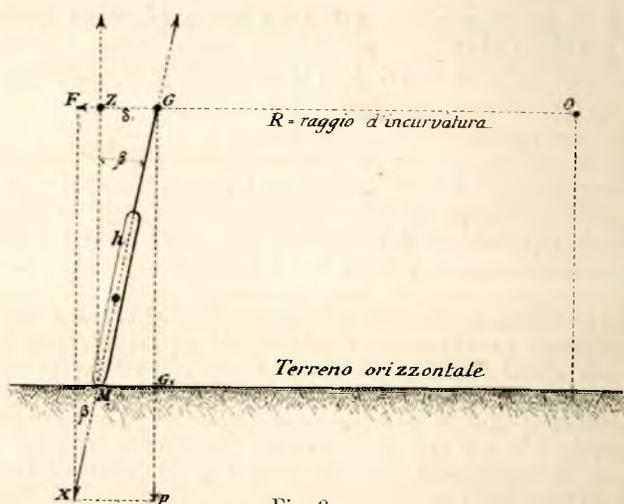


Fig. 9.

Ruota motrice di una bicicletta marciante in curva, e centro di gravità del sistema visti dal di dietro.

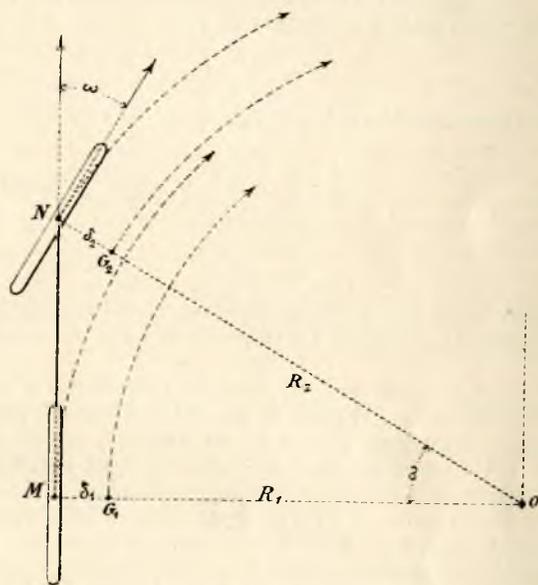


Fig. 10.

Proiezioni e tracce sul terreno orizzontale.

donde:

$$\sin \omega = \frac{b g \operatorname{tg} \beta_2}{v^2 + g \operatorname{tg} \beta_2 \delta_2}$$

Ma:

$$\delta_2 = \frac{\delta_1}{\cos \omega} = \frac{h \sin \beta_1}{\cos \omega}$$

mentrechè:

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{\operatorname{tg} \beta_1}{\cos \omega}$$

e quindi:

$$\sin \omega = \frac{b g \frac{\operatorname{tg} \beta_1}{\cos \omega}}{v^2 + g \frac{\operatorname{tg} \beta_1}{\cos \omega} \times \frac{h \sin \beta_1}{\cos \omega}} = \operatorname{tg} \omega \cos \omega$$

e per ultimo:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{b g \operatorname{tg} \beta_1}{v^2 \cos^2 \omega + g \operatorname{tg} \beta_1 h \sin \beta_1}$$

in correlazione all'esposto nel § 11.

6. — Dal triangolo MNO della figura 10, e da quello MZG della figura 9, si può ricavare quanto segue :

$$\begin{aligned}
 b &= (R + \varepsilon) \operatorname{tg} \omega ; \\
 b &= R \operatorname{tg} \omega + \varepsilon \operatorname{tg} \omega ; \\
 b &= R \operatorname{tg} \omega + h \operatorname{sen} \beta \operatorname{tg} \omega ; \\
 R &= \frac{b}{\operatorname{tg} \omega} - h \operatorname{sen} \beta ;
 \end{aligned}$$

e questa espressione del raggio di curvatura tornerà molto utile quanto prima, come si andrà a vedere.

7. — Affinchè sia conservato l'equilibrio durante il moto curvilineo (astrazione fatta dal pericolo di slittamento) occorre che il centro di gravità del sistema non piombi (come nel moto rettilineo) nè troppo a destra, nè troppo a sinistra della base MN, e che perciò la risultante GX delle due forze GP = p e GF = f passi, nel migliore dei casi, per la base MN. E questa condizione sarà pienamente verificata dalla relazione :

$$GF = FX \operatorname{tg} \beta = GP \operatorname{tg} \beta ,$$

ossia da :

$$f = p \operatorname{tg} \beta .$$

Siccome però la forza centrifuga f è rappresentata in meccanica, come già si è accennato, da :

$$f = \frac{p v^2}{g R} ,$$

si avrà conseguentemente per equiparazione :

$$p \operatorname{tg} \beta = \frac{p v^2}{g R} ,$$

ossia :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v^2}{g R} , \tag{2}$$

espressione questa di molto interesse, perchè contenente le condizioni di equilibrio d'una bicicletta in moto curvilineo.

8. — Si è accennato or ora che per l'equilibrio d'una bicicletta in moto, il centro di gravità del sistema non deve piombare nè troppo a destra, nè troppo a sinistra della base MN. Qualcuno potrebbe dubitare della possibilità di questa latitudine laterale o strapiombo, e ritenere come più giusto che il centro di gravità debba sempre cadere matematicamente sulla base MN; ma una tal precisione non è raggiungibile, nè indispensabile.

In altro studio per oggetto analogo si dimostrerà col calcolo che per l'equilibrio d'una bicicletta in moto non occorre che il centro di gravità del sistema piombi esattamente e continuamente sul tratto rettilineo MN, ma che può cadere, come realmente avviene in pratica, tanto a destra che a sinistra di questa linea di base, e a maggiore o minore distanza della medesima, in dipendenza della velocità del moto. Quando questo centro di gravità piomba continuamente e sentitamente da una parte sola, la bicicletta descrive una curva, e quando piomba successivamente ora da una parte, ora dall'altra, descrive una linea sinuosa, che si avvicina tanto più alla linea retta, quanto maggiore è la velocità.

9. — Se nell'ultima formola ora trovata, N. 2, si introduce il valore precedentemente avutosi di :

$$R = \frac{b}{\operatorname{tg} \beta} - h \operatorname{sen} \beta ,$$

se ne può estrarre la relazione :

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{b g \operatorname{tg} \beta}{v^2 + g \operatorname{tg} \beta h \operatorname{sen} \beta} , \tag{3}$$

espressione quest'altra di grande utilità pratica, essendochè con essa vengono stabiliti e dimostrati i rapporti effettivi e immutabili che esistono tra due particolari di costruzione e tre quantità a disposizione del ciclista manovrante.

Ma l'angolo ω è nel tempo stesso l'angolo di cui si è fatto girare il timone per camminare in curva, e di qui ne risulta

che questo angolo di deviazione del timone si potrà fare in marcia tanto più piccolo, quanto maggiore sarà, prima d'ogni altra cosa, la velocità del moto, quanto più corta sarà la base della bicicletta, quanto più piccolo sarà l'angolo β , e quanto maggiore ancora, se si vuole, l'altezza h del centro di gravità.

10. — Nasce qui l'opportunità di osservare che per primo risultato positivo emergerebbe la convenienza di costruire le biciclette con una base la più corta possibile, e un'altezza grande piuttosto che no, da quel che sembra a prima vista.

Poche ragioni si oppongono alla effettuazione della prima condizione, ma diverse e di molto rilievo contrastano fortemente la seconda, quali sarebbero le cadute più perniciose, la maggior difficoltà di salire e scendere, il maggior peso, il maggior volume, il maggior costo, e simili.

Paragonando poi l'influenza relativa delle due quantità h ed ω , si trova che, mentre la lunghezza della base b ha per qualsiasi velocità un'influenza tutta diretta sulla più facile guidabilità, l'altezza h ha un'influenza limitatissima, e nei casi solo di velocità di andatura piccolissima.

Per giudicare sperimentalmente quanto piccola sia l'influenza dell'altezza h in proporzione di quella della lunghezza b, basta fissare le idee su d'un caso pratico, che potrebbe essere il seguente :

Prendasi, ad esempio, per velocità minima quella di metri 1,00 al minuto secondo, che corrisponde a metri 3600 all'ora, e suppongasi di voler fare una voltata con raggio R = 5,00.

Dalla formola N. 2 si può avere subito :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v^2}{g R} = \frac{(1,00)^2}{g(5,00)} = (0,102) \frac{1,00}{5,00} = 0,0204 ,$$

e conseguentemente :

$$\operatorname{sen} \beta = 0,0204 .$$

Se nella formola poi N. 3 si introducono questi due valori, facendo contemporaneamente :

$$b = h = 1,00 ,$$

si avrà $\operatorname{tg} \omega = 0,1992$.

Diminuendo ora di $\frac{1}{10}$ la lunghezza b della base, si trova $\operatorname{tg} \omega = 0,1793$.

Aumentando invece di $\frac{1}{10}$ l'altezza h, si trova $\operatorname{tg} \omega = 0,1991$.

Come si vede, adunque, la diminuzione di $\frac{1}{10}$ nel raccorciamento della base porta

$$\text{un utile, come } \dots \dots \dots \frac{199}{1992} ,$$

mentrechè l'aumento di $\frac{1}{10}$ nell'altezza

$$\text{porta un vantaggio, come } \dots \dots \dots \frac{1}{1992} ,$$

e questo risultato, del valore di 1,00 in favore dell'altezza, in contrapposto a 199 per la lunghezza, è quello che si ha in uno dei casi i più favorevoli per l'accrescimento dell'altezza.

L'influenza pertanto della maggiore o minore altezza del centro di gravità del sistema si può ritenere affatto trascurabile. Molte ragioni d'altra natura esistendo poi, come si è visto, contro l'accrescimento dell'altezza, tornerà molto più utile il diminuirla sempre che si possa, invece che di accrescerla.

11. — A tutto rigor di termine, il centro di gravità G, che qui per semplicità si è posto al disopra della ruota posteriore, oscilla in pratica tra l'una e l'altra ruota, portandosi più vicino all'anteriore nelle andature celeri, e più vicino alla posteriore nelle andature lenti.

Le variazioni che la formola N. 3 or ora trovata dovrebbe subire quando si volesse adattare per una posizione centrale, si ridurrebbero ad un aumento progressivo della quantità

$h \operatorname{sen} \beta$, fino al massimo di $h \frac{\operatorname{sen} \beta}{\cos \omega}$, con diminuzione conseguente del valore di ω , da $\operatorname{tg} \omega$ fino a $\operatorname{sen} \omega$, come si può vedere nello sviluppo algebrico in fine del paragrafo 5°; e tutto ciò per la successività delle posizioni del centro G, da quella corrispondente ad M, fino a quella corrispondente ad N. La differenza però che si avrebbe (anche da estremo ad estremo) sarebbe molto piccola e quasi trascurabile nelle andature celeri, perchè in queste l'angolo β va sempre più diminuendo, e così pure di conseguenza l'angolo ω .

Quando si volessero considerare altre posizioni intermedie per dedurne una relazione tra ω e β in corrispondenza più o meno della posizione vera del centro di gravità, le conseguenti equazioni di relazione sarebbero alquanto più complicate; e poichè di differenze, per lo scopo che si cerca, non se n'avrebbe alcuna, tanto vale attenersi, per maggior comodo, alla posizione primordiale qui considerata del centro di gravità al disopra della ruota posteriore.

12. — L'esimio ingegnere C. Bourlet (come si può leggere a pag. 47 del suo *Trattato sui bicikli e sulle biciclette*, edito a Parigi nel 1894) trascura del tutto la quantità $h \operatorname{sen} p = S$; e la nostra espressione N. 3, quando si volesse modificare in tal senso, si ridurrebbe a:

$$\operatorname{tang} \omega = \frac{b g \operatorname{tg} \beta}{v^2}$$

molto più semplice, ma alquanto castrata.

Questa formola, ridotta così a minimi termini, e che è appunto quella del Bourlet, presenta la comodità che, con semplice inversione, se ne trae il valore di β sotto la forma:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{v^2}{b g} \operatorname{tg} \omega,$$

mentrechè, quando si voglia invertire per lo stesso scopo la nostra N. 3, si giunge all'espressione un po' complessa:

$$\operatorname{sen} \beta = \frac{b}{2h} \pm \sqrt{\left(\frac{b}{2h}\right)^2 - \frac{v^2}{hg} \operatorname{tg} \omega}, \quad (4)$$

ricorrendo però nel contempo all'artificio di porre:

$$\operatorname{sen}^2 \beta = 0,00,$$

ma con tutto ciò, quest'ultima formola, nella pluralità dei casi, sarà a preferirsi, stante la sua molto maggiore approssimazione al vero.

L'artificio d'altra parte a cui è ricorso il Bourlet, col fare:

$$\operatorname{sen} \beta = 0,00,$$

è molto più radicale del nostro, perchè fa trascurare una quantità molto maggiore, qual sarebbe tutto il termine:

$$g \operatorname{tg} \beta \cdot h \operatorname{sen} \beta.$$

13. — L'espressione o formola N. 3 ha poi un'importanza grandissima pel fatto che con essa resta chiaramente dimostrato quanto convenga, nella costruzione delle biciclette, dar loro una base la più corta possibile, se si vogliono eseguire con maggior facilità le voltate strette, e ottenere nello stesso tempo, mediante minor movimento del timone, una ripresa più pronta della marcia regolare, allorchè per azzardo si sente il pericolo di una caduta laterale. Quando infatti il centro di gravità di tutto il sistema, uomo e macchina, sorte un po' fuori del piano verticale mediano, il ciclista che sente il pericolo della caduta laterale, gira il timone, e con esso la ruota direttrice dalla parte del pericolo, e fa così una voltata da tal parte. La forza centrifuga che immediatamente si sviluppa, lo spinge infuori dall'altra parte; ed egli allora, con altra voltata, o più successive, in senso sempre inverso, ma meno sentito, si mette a posto.

Quanto più corta sarà quindi la bicicletta, tanto minor deviazione si dovrà dare alla ruota direttrice per girare stretto, e tanto minor lavoro si avrà a fare per evitare una caduta.

La minor lunghezza permettibile o compatibile in una bicicletta è dunque una prima condizione per la sua più facile guidabilità.

La maggiore altezza poi del centro di gravità sulla base, per quanto risulti in formola elemento di vantaggio per la guidabilità, l'applicazione fattane ha dimostrato che, stante la sua piccolissima influenza, è affatto trascurabile. Gl'inconvenienti non piccoli per di più che una maggiore altezza porta con sè, come si è visto, la riducono in definitiva a un danno.

14. — Nella manovra qui descritta per sottrarsi al pericolo di una caduta laterale, si è fatto assegnamento unico sulla forza centrifuga, ritenendo trascurabili le altre cause. Qualcuno invece è del parere che quando, per esempio, si gira il timone a sinistra per evitare una caduta da questa parte, ne venga di conseguenza che la linea di base della bicicletta resti trasportata al di là della verticale del centro di gravità già spostata a sinistra; e che per conseguenza la bicicletta si senta chiamata a cadere a destra, perchè il centro di gravità piomberebbe a destra della base spostata a sinistra.

In un articolo intitolato: *Lezione teorico-pratica di bicicletta*, inserito nel foglio 7 ottobre 1897 del giornale *La Bicicletta*, viene emessa per l'appunto la teoria in parola, senza l'appoggio però d'una qualche dimostrazione. Da esperienze, invece, e da calcoli istituiti in proposito, come si farà vedere al § 35, risulterebbe al contrario che quando il centro di gravità del sistema si è già spostato da sè a sinistra tanto da produrre una buona caduta, per quanto si giri il timone a sinistra, la base della bicicletta arriva ben raramente e ben difficilmente ad oltrepassare la verticale del centro di gravità.

E se un consimile modo di spiegare la manovra che tutti fanno, rispondesse completamente al vero, ne conseguirebbe, come deduzione logica, che girando del continuo il timone a destra e a sinistra, diventerebbe possibile il mantenersi in equilibrio da fermi, quando manca la forza centrifuga, risultato questo però che, a dire il vero, non è tanto facile vederlo applicato in pratica.

(Continua).

NOTIZIE

La ferrovia del Sempione. — Riconoscendo che la costruzione di una strada ferrata attraverso il Sempione interessava grandemente le relazioni commerciali tra l'Italia e la Svizzera, i due Governi stipularono, fin dal 25 novembre 1895, un trattato internazionale per la costruzione e l'esercizio di una ferrovia da costruirsi attraverso il massiccio del Sempione, tra le stazioni estreme di Brigue e di Domodossola.

La ferrovia si compone di tre tronchi: ossia della linea d'accesso dal lato nord, dall'attuale stazione di Brigue alla testata nord della grande galleria; di questa galleria compresovi il tratto dalla testa sud all'ingresso della stazione d'Iselle; e della linea d'accesso dal lato sud, dall'ingresso alla stazione d'Iselle fino all'attuale stazione di Domodossola.

Il Governo Svizzero per i due primi tronchi, ed il Governo Italiano per il terzo, hanno accordato alla « Compagnie des Chemins de fer Jura-Simplon » la concessione per la costruzione e l'esercizio della linea a scartamento normale, e secondo le esigenze di una grande ferrovia internazionale.

Il raggio minimo delle curve è fissato a 300 metri; la pendenza massima dal lato nord al 10 per mille, e dal lato sud al 25 per mille.

Nella costruzione della grande galleria il servizio di controllo e di sorveglianza sono devoluti al Consiglio Federale Svizzero, ma il Governo Italiano avrà in ogni tempo il diritto di far visitare i lavori dai proprii delegati tecnici per assicurarsi dell'andamento regolare dei lavori.

Spetta a ciascuno dei due Governi di approvare i progetti di costruzione della linea d'accesso sul proprio territorio e di sorvegliarne l'esecuzione.

I lavori saranno condotti in modo che l'intera ferrovia del Sempione da Brigue a Domodossola possa essere aperta all'esercizio nel termine massimo di otto anni; ma questo termine verrà meglio precisato due anni dopo il principio dei lavori della grande galleria.

Il Consiglio Federale Svizzero si è obbligato a dare la sovvenzione di quattro milioni e mezzo di franchi, ed il Governo Italiano si è ob-

bligato a corrispondere alla Compagnia Jura-Simplon una sovvenzione annua di 66 mila lire a partire dal giorno dell'apertura all'esercizio dell'intera linea e per tutta la durata della concessione, che è di 99 anni.

La Compagnia concessionaria si è inoltre assicurata un'altra sovvenzione di dieci milioni e mezzo di franchi da parte dei Cantoni, Comuni e Corpi morali svizzeri, e di quattro milioni di lire da parte delle Provincie, Comuni e Corporazioni italiane più direttamente interessate a tale ferrovia.

La Società concessionaria non sarà obbligata a costruire il secondo binario se non quando il prodotto lordo del traffico sorpasserà i 40 mila franchi per chilometro all'anno.

Se il secondo binario sarà voluto dal Governo italiano, questi dovrà concorrere nella spesa con una sovvenzione di 10 milioni di lire, pagabili appena ultimati i lavori. Se il secondo binario sarà voluto dalla Confederazione Svizzera, o dall'Impresa concessionaria, il Governo Italiano rimarrà soltanto obbligato alla prosecuzione del secondo binario tra Iselle e Domodossola.

Per la costruzione e l'esercizio della linea d'accesso alla gran galleria, dalla stazione di Domodossola fino, e compresa, alla stazione di Iselle, il Governo Italiano accorda alla Compagnia Jura-Simplon e rispettivamente alla sua Impresa generale, oltre alla sovvenzione annua di lire 3000 al chilometro, calcolata sopra una lunghezza virtuale di 22 chilometri, ossia di lire 66 mila all'anno, l'utilizzazione gratuita delle forze idrauliche, sia come forza motrice, che per l'illuminazione elettrica, come per qualunque uso necessario alla costruzione ed all'esercizio del gran tunnel nel territorio italiano, sempre però conformandosi alle disposizioni della legge in vigore per la concessione delle acque pubbliche ed ai relativi regolamenti. Accorda pure l'esenzione dai diritti d'entrata per gli strumenti, macchine, utensili, e in generale per tutto il materiale che sarà impiegato nei lavori di costruzione e nei relativi impianti come strumento e mezzo di esecuzione, sotto la condizione che, ultimati i lavori, il materiale, che non sarà adoperato per l'esercizio, venga riesportato, oppure che la Compagnia ne paghi i diritti d'entrata corrispondenti. Saranno del pari esenti da diritti d'entrata i materiali da costruzione, le rotaie e loro accessori per la costruzione del binario definitivo sul territorio italiano. Le materie esplodenti e i loro accessori occorrenti nei lavori di costruzione saranno egualmente esenti sia da diritti d'entrata che dall'imposta di fabbricazione; ma a parità di condizioni la Compagnia dovrà preferire l'industria nazionale italiana, cioè quando i prezzi offerti dall'industria italiana non oltrepasseranno quelli offerti dall'industria straniera, aumentati del 5 per cento per la polvere da mina e del 10 per cento per la dinamite.

L'imposta di ricchezza mobile da pagarsi al Governo italiano dall'Impresa generale della Compagnia sul reddito imponibile per la costruzione della prima galleria, è fissata nella somma di lire 84 mila da riscuotersi in sei annualità di 14 mila lire ciascuna, a partire dalla fine del secondo anno dopo l'incominciamento dei lavori. Parimenti per la costruzione della seconda galleria l'imposta è fissata nella somma di lire 21 mila da riscuotersi in cinque annualità eguali a decorrere dalla fine del primo anno dal principio dei lavori della seconda galleria.

Infine l'imposta di ricchezza mobile sul reddito imponibile derivante dall'esercizio della linea sarà valutata in base al prodotto lordo risultante dal conto d'esercizio con una deduzione speciale del 25 per cento del detto prodotto lordo a titolo di compenso per i rischi straordinari e le spese eccezionali d'impianto della linea.

(Dal Trattato internazionale e relative convenzioni).

Galleria del Sempione: Stato dei lavori. — Dall'Imbocco Nord (Brigue) la escavazione a mano e colla dinamite dal 1° agosto al 21 novembre ha dato un progresso totale di metri 190, ossia un avanzamento medio giornaliero di m. 1,68. Nel dicembre colla perforazione meccanica si è ottenuto un avanzamento medio di m. 4,13 al giorno. Si attraversano finora schisti argillosi con noccioli di quarzo, e si è costretti ad armare il cunicolo d'avanzata. L'acqua di infiltrazione (30 litri in media per secondo) ha reso nel passato mese più difficile l'avanzamento; alla fine di dicembre le filtrazioni erano ridotte a 26 litri per secondo.

Dall'Imbocco Sud (Iselle) si lavorò dal 16 agosto fino al 23 dicembre cogli scavi a mano, facendo uso della polvere da mina, ottenendosi un'avanzata in totale di metri 59, ossia in media di m. 0,47 al giorno. A partire dal 23 dicembre, con due perforatrici Brandt a pressione d'acqua e con la dinamite, si è arrivati a fare anche 4 metri al giorno. Fra breve, con quattro ferri agenti contemporaneamente sul medesimo affusto, si arriverà a fare un avanzamento giornaliero di 6 metri. La roccia che si incontra da questo imbocco è il gneiss d'Antigorio, durissimo e compatto, attraversato tratto tratto da strati più teneri di gneiss caolinizzato.

Ecco uno specchio con alcuni dati sugli avanzamenti della galleria di direzione ottenuti nel mese di dicembre e sul numero degli operai addetti al Sempione:

Galleria di direzione		Lato nord Brigue	Lato sud Iselle	Totale
Lunghezza fine novembre		m. 215	52	267
Avanzamento dicembre		» 124	24	148
Totale fine dicembre		» 339	76	415
Numero degli operai		Brigue	Iselle	Totale
Lavori esterni	Giornate	9,982	9,781	19,763
	Media giornaliera	333	327	660
In galleria	Giornate	7,771	3,989	11,760
	Media giornaliera	259	133	392
Totale	Giornate	17,753	13,770	31,523
	Media giornaliera	592	460	1,052

I lavori esterni, sia a Brigue che ad Iselle, sono a buon punto, favoriti da un tempo splendido e punto invernale. Si lavora alacramente dietro la condotta d'acqua che a maggio dovrà mettere in moto le turbine, mentre ora si lavora a vapore. Ad Iselle la condotta forzata passa lungo un tunnel di 300 metri circa sulla riva destra della Diveria. Per condurre presto a termine questa galleria, ai m. 2 × 2, si è aperta circa a mezza lunghezza in questi giorni una finestra.

(Monitore delle Strade Ferrate).

L'aria liquida. — Siamo ormai lontani dall'epoca in cui i fisici consideravano certi gas come *permanenti*, cioè refrattari a passare dallo stato gassoso allo stato liquido. Ed in vero fin dal 5 novembre 1877 il Cailletet riusciva a liquefare il gas acetilene; il 26 dello stesso mese liquefaceva il biossido di azoto, e il 24 dicembre dello stesso anno liquefaceva l'ossigeno e l'ossido di carbonio; infine il 31 dicembre liquefaceva l'aria, l'azoto e perfino l'idrogeno. I gas permanenti avevano dunque fatto il loro tempo!

Queste scoperte scossero vivamente l'attenzione del mondo scientifico, sebbene i mezzi adoperati non permettessero di ottenere che poche goccioline od anche solo una leggiera nube di condensazione, come ad esempio per l'idrogeno. Il Cailletet, il quale otteneva quei risultati comprimendo i gas e raffreddandoli col lasciarli espandere, immaginò pure, per spingere più oltre il raffreddamento, per oltrepassare la *temperatura critica* dell'ossigeno, cioè -113° , di evaporare l'etilene liquido nel vuoto, come già aveva fatto Faraday per il protossido d'azoto.

E con questo metodo il Wroblewski e l'Olszewski produssero nel 1883 quantità apprezzabili di ossigeno, di azoto e di ossido di carbonio, liquidi, essendo pervenuti ad abbassare la temperatura nei loro apparecchi fino a -140° .

Nel 1884 James Dewar della Società Reale di Londra, seguendo la stessa via e perfezionando ancora gli apparecchi, ottenne volumi di gas liquefatti notevolmente più grandi di quelli ottenuti dai suoi predecessori.

Però si trattava sempre di esperienze da gabinetto, e trascorsero più di 10 anni prima che si giungesse a fabbricare industrialmente *l'aria liquida*, cioè per poterne empirie bottiglie e farne applicazioni precise alla chimica ed alla metallurgia. Questo risultato considerevole è dovuto ai lavori originali di un fisico bavarese, il professore Linde di Monaco.

E mentre i suoi predecessori impiegavano tre macchine da freddo per evaporazione, servendosi di liquidi gradatamente più volatili: l'acido carbonico, l'etilene, l'ossigeno, e richiedendosi un impianto troppo costoso, di troppo difficile esercizio perchè se ne potesse consigliare l'impiego nell'industria, il Linde ritornò al principio del raffreddamento mediante la dilatazione del gas, già adoperato dal Cailletet, ma ottenendo l'operazione per così dire continua con artifici assai ingegnosi.

L'apparecchio del Linde è notevole per il fatto che in esso si impiega, ed in modo continuo, l'aria stessa che si vuole liquefare come refrigerante, onde tutto il meccanismo si riduce ad una pompa che comprime l'aria, e ad un refrigerante a serpentino in cui essa si espande colla manovra semplicissima d'un robinetto. E più particolarmente l'aria ad alta pressione arriva nel tubo interno di un serpentino doppio, e dopo essersi quivi dilatata e perciò raffreddata, ne esce dal robinetto per risalire e ritornare alla pompa di compressione per il tubo esterno del serpentino. Così per il raffreddamento prodotto dalla dilatazione la temperatura diventa gradatamente più bassa, fino a che l'aria liquefatta cade nel serbatoio sottostante al serpentino.

Essendo p_1 e p_2 , rispettivamente la pressione dell'aria prima e dopo la sua dilatazione, si sa che secondo la formula di Thomson e Joule, il *raffreddamento* dipende dalla *differenza* $p_1 - p_2$, mentre il *lavoro* di compressione dipende dal rapporto $\frac{p_1}{p_2}$. Conviene dunque avere la differenza molto grande e il rapporto più piccolo possibile. Questo è stato ottenuto da Linde facendo $p_1 = 200$ atm. e $p_2 = 20$ atm. (e non $= 1$ atm. come potrebbe a prima vista parere più ovvio) ossia $p_1 - p_2 = 180$ e $\frac{p_1}{p_2} = 10$ (mentre questo rapporto salirebbe a 200 se l'espansione si facesse fino alla pressione atmosferica).

La macchina di Linde si basa quindi sui tre principii seguenti:

- 1° Raffreddamento per lavoro interno dell'aria che si espande;
- 2° Accumulazione del raffreddamento col principio della corrente, ottenuta in modo perfetto con due serpentine concentriche, nei quali l'aria circola in senso inverso;
- 3° Diminuzione del lavoro di compressione non lasciando che l'aria si espanda fino a raggiungere la pressione atmosferica.

L'aria compressa dalla pompa prima di arrivare al serpentino d'espansione si disseca in un separatore e si raffredda in un serpentino circondato da acqua e sale.

Quest'apparecchio da laboratorio consumava circa 3 cavalli-vapore producendo un litro d'aria liquida all'ora. Ma il Linde attualmente fabbrica macchine da 50 e da 100 cavalli che producono un litro d'aria all'ora per ogni cavallo-vapore.

Dapprincipio si raccoglievano i gas liquefatti, volendo conservarli per un tempo abbastanza lungo alla pressione atmosferica e studiarne le loro proprietà, in un vaso a doppia parete, contenente aria secca nell'intercapedine. Oggidì si trae profitto di una proprietà indicata da Dulong e Petit, cioè che i corpi collocati nel vuoto si raffreddano o si riscaldano 20 o 25 volte più lentamente che nell'aria atmosferica. Si impiegano perciò bottiglie di vetro a doppio involucro, e fra i due involucri si fa il vuoto secco a qualche millesimo di millimetro (vuoto di Crookes). Se non è necessario conservare la trasparenza alla bottiglia, se ne può argentare l'involucro esterno, per diminuire il suo potere assorbente. In una bottiglia costruita in tal modo, l'aria allo stato liquido impiega 4 o 5 ore per evaporarsi.

L'aria liquida è perfettamente trasparente e leggermente tinta in azzurro. Quella ottenuta colla macchina ha sovente un precipitato bianco di acido carbonico solido che viene separato colla filtrazione.

Bolle a — 191°, mentre i suoi due principali componenti, l'ossigeno e l'azoto, bollono a — 194° e — 182°. Si comprende quindi come facendo evaporare l'aria, si possa arricchirla di ossigeno. Ed il Linde afferma di poter in simil modo ottenere 6 m. c. di gas ossigeno all'ora consumando solo 3 cavalli.

I vapori prodotti dalla ebullizione a — 191° sono molto pesanti; essi si spandono perciò attorno al vaso che contiene l'aria liquida formando una specie di nube che si muove sul tavolo.

Facendo cadere gocce d'aria liquida sopra una lastra, esse prendono subito la forma sferica, si agitano e girano rapidamente come le gocce d'acqua sopra una lastra arroventata; avviene cioè in entrambi i casi il fenomeno della calefazione. Per lo stesso motivo immergendo rapidamente la mano nell'aria liquida, o ricevendone un getto sulla palma distesa, la mano rimane protetta da uno strato di vapore che impedisce la produzione di scottature, le quali, se prodotte per inavvertenza, riescono assai pericolose.

L'aria liquida ha naturalmente una grandissima forza di espansione, poichè ritornando allo stato gassoso essa deve occupare un volume 748 volte più grande. Versandone alcune gocce in un tubo di acciaio e tappandone le estremità, dopo poco tempo i due tappi sono lanciati con violenza.

La proprietà dell'aria liquida che evaporandosi arricchisce sempre più di ossigeno è stata impiegata da Linde per ottenere una nuova specie di esplosivo, mescolando polvere di carbone con aria liquida che contenga il 40 o 50 0/0 di ossigeno. Si ha un composto analogo alla dinamite, capace come questa di esplodere mediante un detonatore. Le cartucce così ottenute conservano la loro proprietà esplosiva per 5 a 10 minuti; poscia dessa va gradatamente indebolendosi finchè è completamente distrutta dopo mezz'ora. Vantaggio questo assai prezioso sotto l'aspetto della sicurezza, poichè dopo un certo tempo si è certi che, se anche il detonatore esplodesse accidentalmente, esso non avrebbe più effetto sulla carica. Una difficoltà per il largo impiego di quest'esplosivo è ancora il suo costo troppo elevato; ma si prevede facilmente come possa in avvenire ottenersi a buon mercato, e come si possa fin d'ora utilmente impiegare nelle mine nei trafori delle gallerie di montagna, ove generalmente si hanno a disposizione grandi forze motrici.

(Rivista di Artiglieria e Genio).

BIBLIOGRAFIA

GALILEO FERRARIS. — *Lezioni di Elettrotecnica*, dettate nel R. Museo Industriale Italiano in Torino. — Vol. I: *Fondamenti scientifici dell'Elettrotecnica*. — Un vol. in-8° gr. di pag. 432, con 159 figure nel testo. — Editori Roux, Frassati e C., Torino, 1899.

Per non lasciare disperdere interamente il frutto del vasto e prezioso lavoro scientifico di Galileo Ferraris, compiuto nel creare e nel tenere aggiornata coi progressi rapidissimi la Scuola di Elettrotecnica annessa al R. Museo Industriale di Torino, l'Associazione Elettrotecnica Italiana ha pensato che convenisse di pubblicarne le lezioni,

quali si potevano raccogliere dalle note prese dagli allievi più eletti che seguirono per anni e con amore intenso la limpida estrinsecazione ed il mirabile sviluppo del pensiero scientifico del grande elettricista.

Le sorelle di Galileo Ferraris, assecondando questo desiderio dell'A. E. I., hanno pregato l'ing. Lorenzo Ferraris, che era stato del rimpianto professore allievo distintissimo e in ultimo suo assistente nella Scuola, di assumersi l'incarico di tale pubblicazione, e gli ingegneri F. Pescetto, tenente-colonnello del Genio, e G. B. Maffiotti, i quali ebbero con Galileo Ferraris domestichezza scientifica intima ed affettuosa, di prestare l'aiuto del loro consiglio e della loro esperienza.

Questi posero tutto il loro impegno perchè l'opera, di cui ora è pubblicato il primo volume, rappresentasse esattamente, per quanto era possibile, nella sostanza e nella forma il Corso professato negli ultimi anni da Galileo Ferraris, giovandosi, oltrechè degli appunti raccolti nella Scuola della Memoria di già pubblicata: *Teoria geometrica dei campi vettoriali* (veggasi *Ingegneria Civile*, 1897, pag. 196), e di manoscritti diversi sulle materie insegnate nella scuola, che Galileo Ferraris andava preparando, giusta il piano che egli aveva maturato nella sua mente ed abbozzato in forma di appunti per le sue lezioni.

Nel 1° capitolo, dopo le prime definizioni, relative alle quantità vettoriali, si enunciano e dimostrano i teoremi generali sui vettori, sul campo e sul flusso di un vettore, e sul potenziale delle forze newtoniane.

Nel 2° capitolo, partendo dalle leggi sperimentali dell'equilibrio elettrico, sono studiati in modo completo i campi elettrici in equilibrio, la distribuzione delle masse, i condensatori, la polarizzazione e lo spostamento di un dielettrico; a cui fa seguito l'argomento delle pile, colle leggi di Ohm e di Kirchhoff, di Joule, di Faraday e di Becquerel.

Il 3° capitolo tratta del magnetismo, ossia delle forze e delle masse magnetiche, dei campi magnetici, della distribuzione del magnetismo, dell'induzione magnetica e dell'energia di un campo magnetico.

Il 4° capitolo riguarda l'elettromagnetismo, ossia discorre dei campi magnetici generati da variazioni dello spostamento elettrico, e delle forze elettromotrici prodotte da queste variazioni.

Nel 5° capitolo, che è il più sviluppato, dopo alcune considerazioni fondamentali sulle correnti variabili e sulle extra-correnti, e qualche osservazione sulla natura della corrente elettrica, si tratta molto diffusamente delle correnti alternative, delle loro rappresentazioni grafiche, degli effetti dell'auto-induzione e della capacità nei circuiti percorsi da correnti alternative, e chiude il capitolo un breve paragrafo sulle correnti di scarica dei condensatori.

L'ultimo capitolo è dedicato all'importante argomento della propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche; vi è svolta con molta semplicità la teoria elettromagnetica della luce di Maxwell; si dimostra come questa teoria abbia ricevuto piena e completa conferma nel 1887 dalle esperienze di Hertz, di cui si espongono i principali risultati: si dimostrano come rigorosa conseguenza delle equazioni di Maxwell la equazione del Poynting, e si spiega come l'ipotesi del Poynting non sia che uno, per quanto possa dirsi il più semplice, e forse il più naturale, degli infiniti modi di propagazione dell'energia. Ma conchiudesi intanto dal complesso di tali teorie che le propagazioni più luminose, sia termiche, sia elettromagnetiche, hanno luogo per mezzo dell'ETERE, il quale riempie tutto lo spazio, onde, come già diceva il Lamé, « verrà un giorno nel quale si dovranno spiegare per mezzo dell'etere anche le forze nei corpi elastici ».

Chiude il volume una breve Appendice, colle principali nozioni sulle unità di misure elettriche e magnetiche.

Questo primo volume non contiene che la parte teorica o scientifica del Corso di Elettrotecnica del prof. Galileo Ferraris, la quale si distingue per il rigore scientifico dei ragionamenti, la semplicità dei metodi, l'elevatezza e la modernità dei concetti a cui le sue lezioni erano informate.

Augurandoci che anche il secondo volume, riguardante le applicazioni pratiche, possa vedere prestamente la luce, confidiamo intanto che il volume pubblicato, il quale può stare benissimo da sè, siccome destinato a mettere lo studioso in possesso delle teorie dei fondamenti scientifici dell'elettrotecnica ed a formare il criterio indispensabile a bene giudicare di tutte le applicazioni, sarà bene accolto e studiato con amore. E soprattutto auguriamo che i lettori riescano ad apprezzare nel loro altissimo significato queste ultime parole, che non saranno mai abbastanza ripetute e meditate, e che a noi sembrano destinate ad essere il vero oracolo di Galileo Ferraris: « Le equazioni » di Maxwell e di Hertz costituiscono da sè una teoria meccanica, ma « una teoria meccanica larga, senza una precisa specificazione del meccanismo; qualsiasi interpretazione meccanica di essa non farebbe » che specificare il meccanismo ed avrebbe maggiore probabilità di » allontanarla dal vero che non di avvicinarla ad esso. Una teoria è » tanto più probabile quanto più è astratta. Se essa si traduce in equazioni rispondenti ai fatti direttamente dati dall'esperienza, essa è » quanto oggi si può desiderare. Il progresso sta nel fare che le » equazioni abbraccino domani un più largo numero di fatti sperimentali ».

G. SACHERI.

R. SCUOLA D'APPLICAZIONE PER GLI INGEGNERI IN TORINO.

Classificazione degli Allievi che nell'anno 1898 riportarono il diploma di Ingegnere Civile, di Ingegnere Industriale o di Architetto

secondo il Regolamento approvato con R. Decreto in data 8 ottobre 1876.

N. d'ord. di class.	COGNOME, NOME, PATERNITÀ				TOTALE dei voti	N. d'ord. di class.	COGNOME, NOME, PATERNITÀ				TOTALE dei voti					
	E PATRIA						E PATRIA									
	nelle prove di 2 ^o e 3 ^o anno	nell'esame generale	massimo n. 1200	massimo n. 100			nelle prove di 2 ^o e 3 ^o anno	nell'esame generale	massimo n. 1200	massimo n. 100						
Ingegneri Civili.																
1	Silvestri	Euclide	di Emilio	da Cuneo	1110	100	1210	73	Banaudi	Giovanni	di Francesco	da Rivarossa Can.	757	75	832	
2	Tommasina	Cesare	di Gaetano	da Momo (Novara)	1058	100	1158	74	Crippa	Ettore	di Sante	da Caravaggio (Bergamo)	748	70	818	
3	Mazza	Giuseppe	del fu Domenico	da Piacenza.	1052	95	1147	75	Serughi	Francesco	di Ettore	da Forlì	725	70	795	
4	Bolaffi	Gino	Saul	di Moise	da Pisa.	1030	98	1128	Ingegneri Industriali.							
5	Simonetti	Riccardo	di Domenico	da Cagliari	1035	90	1125	1	Sacerdote	Adolfo	di Salvatore	da Vercelli (Novara)	1180	100	1280	
6	Ferrua	Vittore	di Michele	da Torino	1015	100	1115	2	Ferrabino	Guido	di Giovanni	da Casale Monferr.	1115	95	1210	
7	Roberti	di Castelvero	Edmondo	di Vittorio Emanuele	da Torino	1020	90	1110	3	Bonino	Vittorio	di Giorgio	da S. Damiano d'Asti	1096	95	1191
8	Durante	Gio. Battista	di Bartolomeo	da Genova	1008	90	1098	4	Bertoldo	Ant. Eusebio	di G. B.	da Forno Rivara	1060	95	1155	
9	Melli	Vittore	di Daniele	da Ferrara.	991	95	1086	5	Dardanelli	Vincenzo	di Giorgio	da Mondovì	1048	85	1133	
10	Iannuzzi	Carmine	di Sabino	da Canosa (Bari).	996	88	1084	6	Bianchi	Raffaello	di Gaetano	da Asciano (Siena)	1037	90	1127	
11	Forteleoni	Antonio	di Gio. Maria	da Luras (Sass.)	992	88	1080	7	Dumontel	Gilberto	di Federico	da Torino.	1025	95	1120	
12	Dario	Virgilio	di Giov. da S. Germano	(Aless.)	983	85	1068	8	Pajer-Monriva	Benvenuto	di Luigi	da Gorizia	1005	98	1103	
13	Taricco	Michele	di Antonio	da Cherasco (Cuneo)	965	95	1060	9	Rossini	Eugenio	del fu Felice	da Novara.	998	100	1098	
14	Repetto	Bernardo	di Felice	da Lavagna (Genova)	963	85	1048	10	Giordano	Giuseppe	di Federico	da Cuneo.	990	95	1085	
15	Benazzo	Gio. Battista	del fu Enrico	da Torino.	950	90	1040	11	Baulino	Carlo	di Federico	da Villanova Monferr.	990	94	1084	
16	Christillin	Amato	di Giuseppe	da Issime (Torino)	948	85	1033	12	Pozzi	Edoardo	di Pio	da Olcenengo (Novara)	985	95	1080	
17	Grazzani	Marcello	del fu Dom.	da Ponte Valtellina	953	80	1033	13	Chêsne	Dauphiné	Mario	del fu Augusto	da Firenze	990	90	1080
18	Devoto	Giovanni	di Gerolamo	da Cagliari	946	85	1031	14	Gollo	Giovanni	di Vincenzo	da Cisano sul Neva	1000	78	1078	
19	Buzzetti	Luigi	del fu Mosè	da Morbegno (Sondrio)	923	90	1013	15	Silvi	Vittorio	di Giuseppe	da Torino	996	80	1076	
20	Bianchi	Luigi	di Gerolamo	da Valeggio (Pavia)	930	80	1010	16	Traverso	Giacomo	di Giuseppe	Genova	978	90	1068	
21	Decò	Guglielmo	di Luigi	da Viadana (Mantova)	916	85	1001	17	Quirico	Mario	di Antonio	da Torino.	960	85	1045	
22	Pertoldeo	Andrea	di Pietro	Filom. da Rivignano	920	80	1000	18	Bernardino	Egidio	di Generoso	da Girgenti	963	80	1043	
23	Lenti	Teobaldo	di Achille	da Alessandria.	915	80	995	19	Gerra	Ugo	di Giuseppe	da Parma	947	92	1039	
24	Bossi	Pio	Pietro	del fu Giuseppe	da Casale Litta	898	90	988	20	Bonicatti	Antonio	di Bernardo	da Verona	942	90	1032
25	Roux	Alberto	del fu Emilio	da Castrogiovanni	901	85	986	21	Solari	Enrico	di Pietro	da Genova	950	80	1030	
26	Gloria	Ottavio	del fu Carlo	da Castiglione Torin.	905	75	980	22	Lattes	Riccardo	di Moise	da Torino.	955	75	1030	
27	Vecchi	Giov. di Cesare	da S. Giov. in Persiceto	890	85	975	23	Coppo	Angelo	di Stefano	da Casale Monferrato	936	83	1019		
28	Monasterolo	Benedetto	di Giov. da Virle	(Torino)	895	80	975	24	Segre	Ottavio	del fu Anselmo	da Saluzzo.	936	80	1016	
29	Lojolo	Alberto	di Tommaso	da Genova.	893	80	973	25	Margreth	Claudio	del fu Gio. da Concordia Mod.	928	86	1014		
30	Rodani	Roberto	di Giuseppe	da Nogara (Verona)	882	90	972	26	Pasquali	Nino	di Antonio	da Finale Emilia	930	80	1010	
31	Rossi	Attilio	Angelo	di Eusebio	da Benevento.	888	80	968	27	Gatti	Pietro	di Francesco	da Alessandria.	890	88	978
32	Dieni	Dino	del fu Giuseppe	da Morbegno (Sondrio)	898	70	968	28	Valgoi	Remigio	del fu Leone	da Sondrio.	895	80	975	
33	Magnoni	Giuseppe	di Angelo	da Milano	862	100	962	29	Abelli	Emilio	di Giuseppe	da Torino	893	80	973	
34	Marinari	Giulio	di Rosa	da Firenze.	890	70	960	30	Panizzi	Alberto	di Priamo	da Parma	888	82	970	
35	Garelli	Pio	di Francesco	da Torino.	888	70	958	31	Giorgi	Pier Luigi	di Gaspero	da S. Sofia (Firenze)	880	85	965	
36	Angelini	Aldo	di Enrico	da Portomaggiore (Ferr.)	867	90	957	32	Campanella	Carlo	di Paolo	da Torino	875	88	963	
37	Bellincioni	Giovanni	di Luigi	da Pontedera (Pisa)	880	75	955	33	Fontana	Mario	di Rocco	da Torino.	883	80	963	
38	Studiati	Pietro	del fu Cesare	da Pisa	855	95	950	34	Rosso	Vittorio	di Carlo	Andrea da Pezzana (Nov.)	875	85	960	
39	Chiattono	Gio. Giuseppe	di Carlo	da Alba (Cuneo)	865	85	950	35	Thomes	Edoardo	di Giacomo	da Chiusa di Pesio	870	80	950	
40	Carassi	del Villar	Paolo	di Carlo	da Torino	855	85	940	36	Diena	Clemente	del fu Giacobbe	da Carmagnola	871	75	946
41	Slerca	Felice	di Ferdinando	da Cremona.	860	80	940	37	Sissa	Pietro	di Luigi	da Moglia (Mantova)	860	83	943	
42	Devoti	Luigi	del fu G. B.	da Chiavari (Genova)	861	75	936	38	Roggero	Valfronete	del fu Gioachino	da Sessant	863	80	943	
43	Lajolo	Augusto	del fu Ferdin.	da Piosasco (Tor.)	848	85	933	39	Fiorio	Celestino	del fu Paolo	da Torino	853	85	938	
44	Rizzi	Carlo	Filippo	del fu Giovanni	da Milano.	845	85	930	40	Sceti	Giov. Alberto	di Gius. da Moulins (Francia)	868	70	938	
45	Dulbecco	Leonardo	di Giacomo	da Porto Maurizio	850	80	930	41	Cornetti	Clefi	di Artidoro	da Torrile (Parma)	852	85	937	
46	Palli	Stefano	del fu Natale	da Piasco (Cuneo).	838	90	928	42	Pariani	Alfredo	di Federico	da Arizzano (Novara)	845	85	930	
47	Gramp	Edoardo	del fu Gustavo	da Maracaibo	852	75	927	43	Cavalleri	Giuseppe	di Francesco	da Valenza	855	75	930	
48	Chionio	Roberto	di Ermanno	da Torino	830	90	920	44	Gallo	Francesco	di Giovanni	da Santhià (Novara)	815	82	897	
49	Capsoni	Luigi	di Gerolamo	da Monteale (Aless.)	838	80	918	45	Levi	Alberto	di Achille	da Modena.	812	80	892	
50	Spallacci	Domenico	di Giuseppe	da Palermo	832	85	917	46	Supparo	Emilio	di Antonio	da Calizzano (Genova)	810	80	890	
51	Frassetto	Pompilio	di Antonio	da Sassari	845	70	915	47	Allegro	Lorenzo	di Davide	da Genova	812	78	890	
52	Bearzi	Pietro	di Francesco	da Ampezzo (Udine).	838	72	910	48	Rusca	Giovanni	di Andrea	da Cassano d'Adda	810	75	885	
53	Girelli	Salvino	del fu Franc.	da Sordevolo (Nov.)	824	80	904	49	Arnaud	Cesare	di Emanuele	da Cuneo	807	75	882	
54	Agazzi	Pier Mauro	di Giuseppe	da Bergamo	815	88	903	50	Lombardi	Alberto	del fu Luigi	da Lucca.	805	72	877	
55	Bondi	Nazareno	di Giovanni	da Perugia.	815	88	903	51	Simonetta	Giuseppe	di Giacinto	da Milano	795	80	875	
56	Grotti	Alessan.	di Antonio	da Pietrasanta (Lucca)	823	80	903	52	Allemandi	Romano	di Romano	da Saluzzo	801	70	871	
57	Malinverni	Ettore	di Gius. da Livorno	Vercellese	818	82	900	53	Rosselli	Emanuele	di Angelo	da Pisa	790	80	870	
58	Brussino	Vincenzo	fu Michele	da S. Sebastiano Po	817	80	897	54	sandrini	Ugo	di Gualtiero	da Fiume (Ungheria)	790	75	865	
59	Vallana	Luigi	di Giovanni	da Maggiora (Novara)	827	70	897	55	Filippetti	Pietro	del fu Cesare	da Arona.	770	70	840	
60	Peona	Romolo	di Ignazio	da Ivrea	806	90	896	Architetto.								
61	De Agostini	Agost.	del fu Gio. da Bariano	Berg.	810	83	893	1	Pettorelli	Arturo	di Giovanni	da Piacenza	713	100	813	
62	Tacconi	Regolo	di Carlo	da Acquanegra (Mant.)	812	80	892	OSSERVAZIONI. — Il numero delle prove di profitto, le quali, giusta i regolamenti ora in vigore, ogni allievo deve sostenere oltre all'esame generale, è di 12 sì per gli Ingegneri Civili che per gli Ingegneri Industriali e di 8 per gli Architetti. Il massimo dei punti per ciascuna prova è di 100.								
63	Lisi	Umberto	Aurelio	di Gaetano	da Milazzo	815	75	890	Quando il totale dei voti risultò uguale fra più allievi, si diede la precedenza a quello che ne ottenne maggior numero nell'esame generale.							
64	Testone	Giuseppe	di Giovanni	da Alessandria.	820	70	890	IL DIRETTORE DELLA SCUOLA A. COSSA.								
65	Savio	Antonio	Daniele	di Secondo	da Bioglio	807	80	887	Torino, 31 dicembre 1898.							
66	Gallino	Andrea	Adolfo	di Antonio	da Genova.	800	75	875								
67	Spadoni	Giuseppe	Luigi	di Leonida	da Forlì	792	80	872								
68	Pirinoli	Domenico	del fu Luigi	da Boves (Cuneo)	783	70	853									
69	Magliano	Raffaello	di Giovanni	da Alba	775	75	850									
70	Scapagnini	Alfredo	di Giovanni	da Crema	780	70	850									
71	Scialpi	Antonio	del fu Stefano	da Martina Franca	763	75	838									
72	Grillo	Alerino	del fu Paolo	da Villanova d'Asti	762	75	837									