

TORINO — ROUX e VIARENGO, Editori — TORINO

GALILEO FERRARIS

## ELETTROTECNICA

I volume di oltre 450 pagine con molte figure.

È forse questa la più importante opera scientifica che si sia pubblicata in questi ultimi anni, e per gli studiosi di elettrotecnica e di applicazioni elettriche riveste il carattere di un avvenimento importantissimo. In queste lezioni infatti essi troveranno raccolto il tesoro di cognizioni e di studi fatti dall'alta mente del celebre scienziato, e da esse acquisteranno le più ampie nozioni di elettrotecnica e le cognizioni necessarie per comprendere tutte le opere riguardanti applicazioni elettriche che loro possa occorrere di consultare.

(Dalla rivista *L'Elettrica*).

✦ Prezzo: Lire 15 ✦

Ing. G. MARTORELLI

## Le macchine a vapore marine

I volume di circa 800 pagine illustrate da 500 disegni e da 88 tavole.

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA — 2ª EDIZIONE

Bella cosa davvero che s'è pochi anni di distanza un'opera, che in commercio vale venti lire, abbia una seconda edizione. — Il caso onora l'autore e anche il paese; ne dichiara il valore dell'opera dimostra anche come le macchine marine incominciano a studiare a casa nostra.

Prima dell'opera del Martorelli mancavamo di un trattato sulle macchine, composto in italiano, e gli studiosi ricorrevano all'opera del Sennet, che Nabore Soltau, compagno del Martorelli, aveva tradotto dall'originale inglese per ordine del Re, allora ministro.

JACK LA BOLINA.

30 Lire — 1 vol. in-4 gr. — Lire 20

Ing. G. RUSSO

## Architettura Navale

I grosso volume, con oltre 500 disegni e tavole.

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA

Quest'opera si aggiungerà a quella del Martorelli per addimstrare quali progressi abbiano fatte gli studi di ingegneria navale presso di noi. Il valore scientifico del testo, la quantità straordinaria delle figure ottimamente disegnate e riprodotte rendono quest'opera di una importanza e di una utilità eccezionali per coloro che si occupano di studi e di costruzioni navali.

✦ Sarà pubblicato entro l'anno 1903 ✦

FASCICOLO 10.

Ottobre 1903.

ANNO III.

# LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON UN BOLLETTINO DEGLI ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO  
E DELLE SCUOLE INDUSTRIALI DEL REGNO

Pubblicazione mensile illustrata

### I. Memorie.

IL NUOVO METODO DEL KAPP . . . . . Dott. G. GUERZINI  
CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI . . . . . Ing. L. BERTUOLO

### II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

DI ALCUNI STUDI ED ESPERIMENTI SULLE CALDAIE A VAPORE  
— ESPERIENZE COMPARATIVE SUI COMBUSTIBILI PER AUTOMOBILI.

NOTIZIE INDUSTRIALI — CHIMICA — ELETTRICITÀ — IDROCARBURI — METALLURGIA  
E LE ARTI MINIERALI

### III. L'insegnamento industriale.

LO SVILUPPO INDUSTRIALE E L'INSEGNAMENTO TECNICO IN INGHILTERRA.

### IV. Rassegna bibliografica.

### V. Bollettini.

Notizie — Cronaca.

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE  
presso il Museo Industriale Italiano  
Via Dossena 2 — Torino

AMMINISTRAZIONE  
presso gli Editori Roux e Viarengo  
Piazza Sallustiana — Torino.

P. Matem. 13<sup>2</sup>



## LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA  
E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

Esce in Torino ogni mese

in fascicoli di 64 pagine ciascuna, con tavole staccate e figure intercalate nel testo

### CONDIZIONI D'ABBONAMENTO

Per l'Italia . . . . . L. 12

Per l'Estero . . . . . 15

Un numero separato L. 1,95.

LA RIVISTA TECNICA inserisce annunci di indole industriale  
indirizzarsi all'Amministrazione per conoscere le condizioni e le modalità.

### COMITATO DI DIREZIONE

FROLA AVV. SECONDO, Senatore del regno, presidente del R. Museo Industriale Italiano.

FABRIZIA ING. FELICI, direttore e professore ordinario emerito della R. Scuola Navale superiore di Genova, membro della Giunta direttiva del R. Museo.

PROBERTO ING. COLONNELLO FEDERICO, direttore dello Stabilimento elettrotelegrafico Ansaldo e Consiglio Ligure, membro della Giunta direttiva del Museo.

MAFFIOTTI ING. GIOV. BATTISTA, direttore del R. Museo Industriale Italiano.

BONINI ING. CARLO FEDERICO, segretario.

Collaborarono negli anni 1901 e 1902

ING. ALESS. G. — ING. AMBRO. M. — ING. ANTON. G. — ING. ANTON. R. — PROF. BEN. R. — PROF. ING. BONIVENTO L. — PROF. ING. BONDURIA A. — PROF. ING. BOTTIGLIA A. — PROF. N. BIANCHI — ING. CAPOCCI M. — ING. CARLON S. — ING. COCCO F. — ING. FERRARI M. — ING. FERRARI A. — ING. GALLON A. — ING. M. GIUSTA — PROF. GIARDI G. — PROF. LEONARDI L. — ING. MARRAS F. — ING. MARCHI P. — ING. MAYER L. — MAYER E. — ING. MARIANI L. — ING. ROSSI A. G. — ING. SERRA M. — PROF. SIRASCO P. — DOTT. TURI A. — PROF. VACCARO G. — ING. VERBOTTI I.

LA RIVISTA TECNICA rende conto di tutte le opere italiane e straniere che le pervengono, sia dagli autori, che dagli editori ed accetta il cambio con le raccolte ed i giornali scientifici e tecnologici. Si prega di indirizzare tutto quanto riguarda la redazione ed i giornali in cambio alla direzione del giornale, via Ospedale, 32.

TORINO — ROUX e VIAREGO, Editori — TORINO

Tenne pubblicata la 6<sup>a</sup> edizione:

ING. G. VOTTERO

## Manuale del fuochista e macchinista

AD USO

della scuola tecnico operaia di S. Carlo e degli allievi conduttori di caldaie e motori a vapore

Trattato con 80 tavole d'argento, ristampato e ristretto nel 1912

1<sup>o</sup> vol. in-12<sup>o</sup> con 16 tavole e 61 figure L. 8.

PROPRIETÀ LETTERARIA.

MÀSSONI & MORONI

TORINO — MILANO — SCHIO

FORNITORI DEI RR. ARSENALI

946

## Cinghie per trasmissioni

marca "Massoni Moroni".

Speciali per dynamo — Insuperabili per grandi trasmissioni

Guarnizioni per corde di filature da lana e da cotone

### ONORIFICENZE

1888 — Medaglia d'argento del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti; —  
1892 — Medaglia d'argento all'Esposizione Italo-Americana di Genova; — 1895 — Me-  
daglia d'argento con diploma: Concorso premi al sortito industriale del R. Ministero;  
— 1898 — Gran diploma d'onore: Esposizione nazionale di Torino; — 1906 — Medaglia  
speciale del R. Ministero per l'exportazione; — 1906 — Medaglia d'oro: Esposizione  
internazionale di elettricità di Como.

Ingegneri, Studi tecnici, Industriali richieggano preventivi allo

## Stabilimento Tipografico ROUX e VIAREGO

Piazza Solferino, 20 — TORINO — Piazza Solferino, 20

per tutti gli stampati che loro possono occorrere.

Questo grande stabilimento ha una speciale sezione dedicata ai lavori tipografici per tecnici, industriali, commercianti, banche, istituti ed eseguisce qualsiasi stampato a cominciare dalle Intestazioni di lettere e buste, Fatture, Memorandum, Circolari, Indirizzi, Azioni, Chèques, Registri, ecc. fino ai Cataloghi, Memoriali, Volumi.

Inoltre dispone di numeroso personale specialista e di abbondantissimo materiale tipografico, può eseguire con sollecitudine impareggiabile anche i più voluminosi cataloghi, memoriali, studi per gli Uffici tecnici e per le Case industriali.

Le macchine più perfezionate per la stampa delle incisioni.

Speciale accuratezza nel lavoro — Prezzi mitissimi

*Praticca Industriale del 7 novembre 1899*

Reg. Atti, vol. 114, n. 139.

per "Perfectionnements apportés aux poulies en bois".

Il titolare e proprietario signor Robert MACHOLD, a Mahr-Ostera, ha  
ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

*Per informazioni e trattative rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione  
e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eng. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 5, Torino.*

"Système de garniture pneumatique  
pour roues de véhicules de tous genres".

*Praticca industriale del 31 dicembre 1901*

Vol. 146, n. 242

La titolare e proprietaria Società CUBBY e C., a Fontaine-le-Duc  
Francia, ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

*Per informazioni e trattative rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione  
e Marchi di fabbrica - Ing. Cav. Eng. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 5, Torino.*

**SOCIETÀ NAZIONALE**  
DELLE  
**Officine di Savigliano**

(Iscritta con sede in Savigliano - Capitale versata L. 2.500.000)

Direzione in **TORINO**, via XX Settembre, 40  
Officine in **SAVIGLIANO** ed in **TORINO**

**Costruzioni metalliche, meccaniche ed elettriche**

— 246 —

Materiale mobile e fisso per Ferrovie e Tramvie.  
Ponti in ferro e fondazioni ad aria compressa.  
Tettoie. — Ferrovie a dentiera e funicolari.  
Gasometri, Gru, Argani e Montacarichi.  
Ferrovie portatili, Binario, Vagonetti, Piattaforme  
e Scambi.

**DINAMO** generatrici e motori elettrici a cor-  
rente alternata e continua. — Trasformatori.  
Trasporti di forza motrice a distanza.  
Illuminazione elettrica.  
Ferrovie e Tramvie elettriche.  
Argani, Gru, Macchine utensili, Pompe centri-  
fughe, ecc., con trasmissione elettrica.

# Michael Huber

Fabbrica Colori per  
Arti Grafiche •→

CASA MADRE A MONACO DI BAVIERA  
FONDATA NEL 1790

*Filiali proprie con deposito in Italia*

TORINO — FIRENZE

ROMA — NAPOLI — PALERMO — BARI

*Sede centrale per l'Italia:*

MILANO

Viale Porta Genova — N. 12

Direttore: A. BAELZ

La Rivista Tecnica è stampata con inchostri della Casa Michael Huber di Milano.

## LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA  
E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

### IL NUOVO METODO DEL KAPP

per diminuire la caduta di potenziale  
nelle rotaie delle ferrovie e tramvie elettriche

#### 1. — Inconvenienti dell'uso del binario come conduttore.

È noto come nelle condutture per la trazione elettrica possano ammettersi delle forti cadute ohmiche di potenziale, senza che ciò disturbi il funzionamento dei motori. Se le condutture sono isolate, le cadute di potenziale non hanno altro inconveniente che delle perdite di energia, ma se una delle condutture è, come quasi sempre avviene, costituita dal binario e quindi in comunicazione col suolo, possono aversi vari inconvenienti ben conosciuti, ma che non sarà male di riassumere brevemente. I principali di essi sono di tre specie, cioè:

1. — Derivazioni di corrente attraverso masse metalliche situate nel suolo (canapi elettrici rivestiti di piombo, tubi dell'acqua e del gas) e conseguente erosione nei punti funzionanti permanentemente o temporaneamente da anodi. L'azione è assai più debole nel caso della corrente alternata, ma non scompare del tutto (1).

2. — Derivazioni di corrente nei fili telefonici e telegrafici attraverso le piastre di terra, quando queste sono collocate in vicinanza

(1) Per l'azione della corrente alternata vedi le esperienze di Trotter: « Electrician », 1902, pag. 458.

di tratti di rotaie, che abbiano tra loro una differenza di potenziale rilevante. L'inconveniente è sensibile soprattutto nei telefoni a causa della grande rapidità con cui varia la corrente. Da esperienze del dott. Behn-Eschenburg (1) risulta che, per la corrente continua, delle tante oscillazioni di corrente che si producono, le più perturbative sono quelle provenienti dai commutatori a lamelle dei motori. Si comprende che queste oscillazioni più regolari delle altre (difetti di contatto) debbono disturbare maggiormente l'audizione telefonica, tanto più avendo esse una periodicità che s'avvicina a quella dei suoni medi della scala musicale (2). Per la corrente alternata manca nei modelli di motore sinora in uso il commutatore a lamelle e quindi la causa principale di perturbazione; la corrente, essendo alternata, oscilla bensì di per sé, ma la sua frequenza è assai al di sotto di quella corrispondente ai suoni della voce umana.

3. — Differenze di potenziale, che possono manifestarsi in qualche punto tra la rotaia ed il suolo. Queste differenze di potenziale, benché difficilmente possano raggiungere una elevatezza tale da costituire un pericolo per l'uomo, possono però benissimo essere pericolose per gli animali e specialmente per i cavalli, la cui estrema sensibilità alla scossa elettrica è nota. Del resto, pur non riuscendo mortali, le scosse possono far sì che i cavalli s'imbizzarriscono, e produrre così indirettamente gravi conseguenze. Per quest'ultima specie d'inconvenienti è più svantaggiosa la corrente alternata a causa della sua azione fisiologica più intensa.

Trascuro di parlare delle perturbazioni che le correnti derivate nel suolo producono negli apparecchi magnetici di precisione degli istituti scientifici, ecc., perchè si tratta di casi troppo speciali.

Per impedire che questi inconvenienti si verifichino in modo sensibile, conviene far sì che tra un punto e l'altro del binario non esista una differenza di potenziale superiore ad un certo limite, mentre l'isolamento delle rotaie, se pure fosse praticamente attuabile, ridurrebbe bensì agli inconvenienti indicati sotto i numeri 1 e 2, ma aumenterebbe il pericolo per gli uomini e gli animali.

(1) Vedi « Elektr. Zeitschrift », 1896, pag. 448.

(2) Per esempio un motore con 60 lamelle e 435 giri al minuto darebbe lo stesso numero di vibrazioni del corista normale [la.].

## 2. — Corrente continua.

Un metodo che raggiunge assai bene lo scopo di diminuire le differenze di potenziale nelle rotaie, nel caso della corrente continua, è quello proposto nel 1895 dal Kapp (1) ed in più luoghi applicato con successo. Esso consiste nel congiungere vari punti convenientemente scelti del binario colla centrale a mezzo di canapi, inserendo tra l'estremità di ciascun canapo e la sbarra raccogliitrice del polo negativo una piccola dinamo detta con parola inglese « booster », la quale compensa la caduta di potenziale nel canapo; queste dinamo compensatrici sono eccitate dalla corrente che scorre nei canapi alimentatori del filo di trolley, sicché la f. e. m. ch'esse sviluppano si regola automaticamente a seconda della quantità di corrente che viene consumata e quindi della caduta di potenziale nei canapi collegati alla rotaia. Il sistema ha avuto larga applicazione, specialmente nei paesi britannici, tra altri a Bristol, Dublino, Glasgow; in questo ultimo impianto il regolaggio è così preciso che, tra un punto e l'altro di alimentazione delle rotaie, la differenza non oltrepassa un volt. Però il sistema è costoso e non sempre vi è bisogno di impedire così rigorosamente le più piccole variazioni di potenziale. Se si considera ad esempio il caso che la rete si riduca ad una o più lunghe linee allontananti notevolmente dalla centrale, i canapi di alimentazione delle rotaie verrebbero ad avere lunghezze tali, che ragioni economiche ne vietano l'applicazione e, d'altro canto, tali linee, in gran parte esterne dell'abitato, possono ammettere delle differenze di potenziale nel binario assai maggiori che non le reti tranviarie urbane. Ciò ha indotto il Kapp a modificare il suo sistema, sopprimendo i lunghi canapi d'alimentazione ed applicando le dinamo compensatrici direttamente alle rotaie (2).

Il nuovo sistema del Kapp consiste nell'interrompere in località opportune la continuità elettrica del binario e nel congiungere le due parti coll'intermedio di una dinamo eccitata in serie. Praticamente, siccome il veicolo o l'aggregato di veicoli formanti un treno ha una certa lunghezza, le interruzioni del binario in ciascuna località deb-

(1) Vedi « Elektr. Zeitschrift », 1896, pag. 443.

(2) Vedi « Elektr. Zeitschrift », 1902, pag. 19.

bono essere due A, A' (Fig. 1), tra cui è un tratto morto di binario C di una lunghezza alquanto maggiore della distanza tra le sale estreme. Questo tratto C il Kapp propone di collegarlo alle due parti B A, A' B' del binario per mezzo di resistenze R, R', e ciò affinché un veicolo possa rimettersi in moto, nel caso che resti fermo proprio sul tratto morto del binario. Le due parti B A, A' B' sono unite attraverso alla dinamo in serie D, la quale è mossa da un motore M posto in derivazione tra il filo di trolley e la rotaia. Si comprende subito che, se il binario di una linea è diviso in tronchi isolati a partire da un punto d'alimentazione, e se dinanzi a ciascun tronco

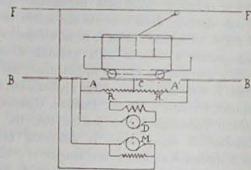


Fig. 1.

vi è una dinamo che innalza il potenziale di quanto è caduto nel tronco medesimo, non si potrà avere tra due punti qualsiasi del binario una differenza di potenziale maggiore della caduta massima in ciascun tronco.

Il problema si riduce alla determinazione di questi tronchi. Essi si semplificano assai, se alla distribuzione del potenziale variabile nei tempi successivi sostituiamo una distribuzione media rispetto al tempo. Ossia, se  $P_t$  è il valore del potenziale in un certo punto al tempo  $t$ , avremo la media  $P_m$  in un certo tempo  $T$  dalla formula:

$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T P_t dt$$

e questo valore vogliamo assumere come potenziale del punto nella determinazione dei tronchi. Ora noi possiamo chiederci: è lecito così? Certo per gli inconvenienti segnati sotto i numeri 2 e 3, e special-

mente per questi ultimi, i valori istantanei, si possono differire notevolmente dai medi, sono quelli che entrano in azione, trattandosi di inconvenienti sensibili, anche se dovuti ad azioni di breve durata. Invece per la corrosione delle masse metalliche si ha un'azione lenta, il cui risultato è una somma delle azioni elementari nei tempi successivi: si comprende quindi che, per tal riguardo, la formazione di una media possa dare dei risultati vicini al vero. Che ciò però non sia matematicamente esatto lo si vede subito, se si pensa che la media aritmetica fa la somma algebrica delle quantità positive e negative; ora, se per un certo tempo una corrente va da un punto della rotaia ad un punto di un tubo metallico, e poi per un tempo eguale la stessa corrente va dal tubo alla rotaia, si hanno due termini che algebricamente si elidono, mentre le azioni elettrolitiche non si compensano. Perché adunque la media aritmetica desse sotto questo aspetto dei risultati esatti, bisognerebbe che, qualunque fosse sulla rotaia la distribuzione istantanea del potenziale, questo però conservasse sempre in ogni punto lo stesso segno rispetto al suolo. Se ciò non è possibile in modo rigorosamente esatto, ci si può però in pratica avvicinare a questa condizione, allorché la distribuzione del consumo di corrente (1) non varia molto da istante ad istante.

Vi è però ancora un altro motivo, che fa dubitare della legittimità di sostituire la distribuzione media del potenziale alla vera, ed è la questione se realmente la corrente e l'azione elettrolitica siano in ogni istante proporzionali alla differenza di potenziale tra i due punti funzionanti da elettrodi, il che non sarebbe punto giustificato dalle leggi dell'elettrolisi. Recenti esperienze dell'ing. Claude (2) farebbero ritenere che la proporzionalità tra differenza di potenziale e correnti nel suolo sia, entro certi limiti, sufficientemente esatta; ma la corrente non agirebbe tutta elettroliticamente, e quindi non vi sarebbe proporzionalità tra la differenza di potenziale e l'azione elettrolitica.

(1) La necessità di concisione mi fa usare l'espressione assai impropria consumo di corrente per indicare una quantità di corrente, che, in un determinato punto della linea, è derivata tra i conduttori per fornire un certo lavoro; sarebbe forse stato preferibile di dire derivazione di corrente, ma mi ne ha trattenuto il timore di confusione colle derivazioni di corrente attraverso il suolo di cui si parla in questo scritto.

(2) Vedi la Relazione al Congresso di Parigi del 1900 « Rapports et procès-verbaux », pag. 154.

Amessa la sostituzione del valore medio ai valori istantanei del potenziale, vediamo com'essa possa ottenersi.

La media della differenza di potenziale tra due punti P e Q (Fig. 2) del binario è data da

$$V_m = \frac{1}{T} \int_a^T V_x dt,$$

dove  $V_x$  è la differenza di potenziale istantanea tra P e Q; ora, se  $I_x$  è il valore istantaneo della corrente nel punto X alla distanza  $x$  da P nella direzione P Q ed  $r_x$  la resistenza per unità di lunghezza del binario nello stesso punto, si ha

$$V_x = \int_a^{PQ} I_x r_x dx.$$

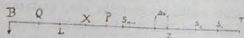


Fig. 2.

Sostituendo in  $V_m$  ed invertendo l'ordine delle integrazioni, si ottiene

$$V_m = \int_a^{PQ} r_x \left\{ \frac{1}{T} \int_a^T I_x dt \right\} dx.$$

Ora, se si pone

$$I_{m,x} = \frac{1}{T} \int_a^T I_x dt,$$

questo è il valor medio della corrente nel punto X e si ha

$$V_m = \int_a^{PQ} r_x I_{m,x} dx,$$

ossia la differenza media di potenziale tra P e Q è quella che si avrebbe se in ogni punto dell'intervallo l'intensità della corrente avesse il valor medio. Il problema è quindi condotto a determinare la distribuzione delle intensità medie di corrente nella rotaia. Queste intensità medie dipendono alla loro volta dai valori istantanei della corrente. Ora la determinazione esatta della corrente dei vari punti della rotaia per un determinato istante è un problema assai complesso, poichè non basta conoscere la posizione dei singoli veicoli e

la quantità di corrente che ciascuno consuma, ma occorre altresì conoscere quali derivazioni di corrente si abbiano attraverso il suolo. Ora, supposte anche note le leggi di tali derivazioni e supposto risolto il non facile problema analitico di calcolare in base ad esse il valore della corrente in ciascun punto, i risultati ottenuti avrebbero ben poca utilità pratica, dovendo essi per necessità contenere dei parametri incogniti dipendenti dalle condizioni variabilissime del suolo. Di più, siccome la determinazione della corrente è diretta allo scopo di ottenere le cadute ohmiche di potenziale e queste debbono servirci di base per stabilire la compensazione, quando poi sia introdotta questa, si altera la distribuzione del potenziale e quindi cambiano le correnti derivate nel suolo. Ci si trova quindi di fronte ad una specie di circolo vizioso, dal quale possiamo uscire soltanto se, seguendo l'idea del Kapp (1), ci contentiamo di considerare un regime teorico in cui nessun passaggio di corrente ha luogo tra la rotaia e il suolo. Può sembrare che ciò sia una petizione di principio, perchè i nostri sforzi sono appunto diretti ad attenuare tali correnti derivate che noi ora supponiamo inesistenti; l'artificio però si giustifica, quando si pensi che il supporre isolata la rotaia dal suolo porta certamente ad avere in ogni caso delle cadute ohmiche di potenziale maggiori di quelle che potranno aversi in realtà, perchè il contatto col suolo ha senza dubbio un'azione livellatrice dei potenziali differenti. Una riserva dobbiamo fare per le differenze di potenziale originate dalle dinamo compensatrici, ma su questo punto torneremo più avanti e, se da esso facciamo astrazione, possiamo affermare che, riuscendosi nel caso teorico della rotaia isolata a ridurre al disotto di un certo limite le differenze di potenziale, queste saranno ancor minori nel caso pratico. Ciò giustifica l'artificio di considerare il regime teorico anzidetto invece di quello vero. Noi, dunque, esclusi i passaggi di corrente fra la rotaia ed il suolo, supponiamo che in ogni punto delle rotaie la corrente sia quella che risulta dal 1° teorema di Kirchhoff, date le singole correnti che provengono dai veicoli posti sulla linea.

Noi ci limitiamo qui ed in seguito a considerare il caso di una linea BF senza ramificazioni (Fig. 2) alimentata da un estremo B, che è il caso cui meglio si applica il sistema che abbiamo preso in esame. Allora per un determinato punto X ammettiamo che la cor-

(1) Vedi loc. cit.

rente che vi passa sia data esattamente da  $\sum i$ , dove  $i$  rappresenta la corrente consumata dai singoli veicoli e la somma s'intende estesa a quei veicoli che si trovano nel tratto  $PX$ , ossia in punti più lontani di  $X$  dal punto d'alimentazione  $B$  della rotaia; questi punti li diremo per brevità di locuzione punti *esterni* ad  $X$ ; *interni* diremo gli altri più vicini di  $X$  al punto  $B$ . Del valore  $\sum i$  dobbiamo prendere la media nel tempo  $T$ :

$$I_m = \frac{1}{T} \int_0^T \left( \sum i \right) dt.$$

La somma di correnti  $i$ , in luogo di farla per tutto il tratto  $PX$ , possiamo farla per singoli tratti di lunghezza  $\Delta x$ , di ascisse estreme  $z$  e  $z + \Delta x$ , a partire da  $P$  verso  $X$  e poi sommare i risultati; così si ha:

$$I_m = \sum_{PX} \frac{1}{T} \int_0^T \left( \sum i \right) dt.$$

Se si fan tendere a zero i tratti  $\Delta x$ , anche i valori degli integrali tenderanno a zero, ma può ammettersi che

$$\frac{1}{T} \int_0^T \left( \sum i \right) dt$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta x}$$

tenda in un punto  $Z$  di ascissa  $z$  verso un limite determinato  $y_z$ , che può dirsi, nel modo com'è ottenuto, consumo medio di corrente per unità di lunghezza di rotaia nel punto  $Z$ , o, più concisamente, consumo specifico medio di corrente nel punto  $Z$ . Al limite sarà

$$I_m = \int_0^{PX} y_z dz.$$

Se, come in pratica avviene, tutti i punti di  $PX$  o di singoli tratti  $PS_1, S_1S_2, S_2S_3, \dots, S_{n-1}X$  di esso si trovano nelle identiche condizioni, in essi il consumo specifico medio  $y_z$  mantiene lo stesso valore; se questo valore è rispettivamente  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , nei tratti anzidetti, allora si ha

$$I_m = PS_1 \cdot y_1 + S_1S_2 \cdot y_2 + \dots + S_{n-1}X \cdot y_n.$$

In pratica sarà sufficiente in molti casi di assumere come costante in un tratto di linea il consumo specifico medio, anche ove esso non

lo sia rigorosamente, prendendo una media delle medie; questa è una questione da esaminarsi caso per caso.

Supposto costante per un tratto  $PQ$  (Fig. 2) il consumo specifico medio  $y$  e la resistenza  $r$  della rotaia, in questa la distribuzione del potenziale medio è rappresentata da una parabola, poiché, detta  $V_m$  la differenza media di potenziale tra  $P$  ed un punto  $L$  a distanza  $l$  da  $P$ , si ha

$$V_m = r \int_0^l I_m dx = r \int_0^l (xy + J_m) dx.$$

dove  $J_m$  rappresenta il valore medio della corrente nel punto estremo esterno  $P$  del tratto. Integrando si ha

$$V_m = \frac{ry}{2} l^2 + rJ_m l.$$

che, se si prende la  $l$  come ascissa e la  $V_m$  come ordinata, è l'equazione di una parabola di asse parallelo all'asse delle ordinate. Se con  $i_{m,PQ}$  indichiamo il consumo medio di corrente in tutto il tratto  $PQ$ , possiamo scrivere

$$V_m = \frac{i_{m,PQ}}{2} r l^2 + J_m r l,$$

e la caduta media di potenziale tra  $P$  e  $Q$  è data da

$$V_{m,PQ} = \left( \frac{i_{m,PQ}}{2} + J_m \right) r \cdot PQ.$$

Ciò semplifica molto i calcoli.

Se il metodo del Kapp vuole applicarsi anche per ovviare agli inconvenienti segnati sotto i numeri 2 e 3, invece dei valori medi bisogna considerare quelli istantanei variabili (1). Nella divisione in tronchi si terrà conto non della caduta media di potenziale, ma bensì di quella massima; questa non deve superare la differenza massima di potenziale che si può ammettere tra due punti qualunque della rotaia. Notiamo bene che questo limite massimo per le differenze istantanee di potenziale, essendo determinato soltanto dalla condizione di evitare gli inconvenienti segnati sotto i numeri 2 e 3, non è necessario che coincida col limite massimo per le differenze medie di potenziale, limite stabilito col criterio affatto diverso di ridurre ad

(1) Il Kapp, proponendo il suo nuovo metodo, si è occupato esclusivamente di attenuare l'azione elettrolitica della corrente (Vedi loc. cit.).



entità trascurabile l'erosione delle masse metalliche nel suolo; in generale anzi il limite massimo per le differenze istantanee di potenziale potrà essere fissato assai più elevato dell'altro per le differenze medie.

Premesso ciò, noi dobbiamo ancora vedere come funzioni la compensazione per i valori istantanei, ed anzitutto occorre che addentriamo uno sguardo nel meccanismo di questa compensazione. La linea è divisa in tronchi e ciascun tronco è preceduto all'estremo interno da un dinamo compensatrice, intorno alla quale noi ci siamo più sopra limitati a dire in modo generico, che essa deve innalzare il potenziale di quanto è caduto ohmicamente nel tronco adiacente esterno. Naturalmente non vi è bisogno di tale compensazione nel primo tronco interno della linea. Se fosse possibile di mantenere ad ogni istante la f. e. m. E della dinamo di compensazione eguale alla caduta ohmica di potenziale V nel tronco, si avrebbe una compensazione perfetta; ma ciò non è possibile in modo semplice e pratico; si è quindi condotti a contentarsi di una compensazione approssimata, la quale è calcolata sui valori medi, ed è questa la ragione per cui abbiamo considerato tali valori. Il funzionamento della dinamo deve dunque essere tale che la f. e. m. media di essa sia eguale alla caduta ohmica media di potenziale nel tronco esterno. Per ottenere ciò il Kapp progetta, come abbiamo visto, una dinamo eccitata in serie. Ammessa la proporzionalità esatta tra la f. e. m. E della dinamo e la corrente eccitatrice I, si può porre

$$E = kI,$$

dove k è una costante che possiamo dire *costante o rapporto di compensazione*. Facendo la media si ha ancora, detti  $E_m$ ,  $I_m$  i valori medi di E ed I,

Poniamo ora

$$E_m = kI_m,$$

$$V_m = \lambda r I_m,$$

essendo  $V_m$  la caduta ohmica media di potenziale nel tronco;  $\lambda r$  può dirsi la *resistenza fittizia* e  $\lambda$  la *lunghezza fittizia* del tronco, essa resistenza e lunghezza di un tronco che, percorso totalmente dalla corrente media  $I_m$ , dà la caduta media di potenziale  $V_m$ . Se si fa

$$k = \lambda r,$$

evidentemente si ha la compensazione dei valori medi della f. e. m. e della caduta ohmica di potenziale.

Però questa compensazione può ottenersi anche in altro modo, ossia merce una dinamo che dia una f. e. m. costante eguale a  $V_m$  (1). Algebricamente il risultato è lo stesso in un modo o nell'altro, praticamente invece non è indifferente scegliere un sistema o l'altro. Da ciò che abbiamo detto circa la legittimità di sostituire i valori medi ai veri, risulta che sarà migliore il sistema per quale la differenza  $V - E$ , il cui valore medio è nullo, si conserva, almeno in generale, di valore assoluto più piccolo. Se si tien presente che nella trazione elettrica I e V sono variabilissimi, e se si pensa che I, pur non essendo proporzionale a V, pur ne segue all'ingrosso l'andamento, ci si pronunzierà subito pel sistema della dinamo in serie, dove E varia proporzionalmente ad I. Questo ragionamento, che non ha la pretesa di rigorosità matematica, è sufficientemente persuasivo; però noi possiamo vedere in modo più rigoroso che il sistema della f. e. m. costante sarà in generale assolutamente da scartarsi, quando si tratti di far sì che le differenze istantanee di potenziale non superino mai, sia pure per un tempo brevissimo, un certo limite. Infatti consideriamo la differenza di potenziale tra l'estremo esterno della linea e quello del primo tronco. Se si indica con

$$\mathcal{Q} = \frac{1}{2} V$$

la caduta ohmica di potenziale nella linea escluso il primo tronco e con

$$\mathcal{E} = \frac{1}{2} E$$

la somma delle f. e. m. di tutte le dinamo compensatrici, la differenza di potenziale anzidetta sarà

$$\mathcal{Q} = \mathcal{Q}' - \mathcal{E},$$

è costante,  $\mathcal{Q}'$  invece varia e pel valore medio  $\mathcal{Q}'_m$  si ha

$$\mathcal{Q}'_m - \mathcal{E} = 0$$

(1) Ciò si avrebbe approssimativamente quando l'eccitazione della dinamo fosse in derivazione tra il filo di trolley e la rotaia, fatta ben inteso astrazione dalle oscillazioni della tensione sulla linea, oscillazioni che trascuriamo anche per quanto riguarda i motori accoppiati alle dinamo, la cui velocità immaginiamo costante.

Se ora indichiamo con  $\mathcal{Q}'_{max}$  e  $\mathcal{Q}'_{min}$  i valori massimo e minimo di  $\mathcal{Q}$ ,  $\mathcal{Q}$  oscilla tra

$$\mathcal{Q}'_{max} - \delta \quad \text{e} \quad \mathcal{Q}'_{min} - \delta;$$

ora, se si osserva che per  $\mathcal{Q}'_{min}$ , che potrebbe anche esser negativo, bisogna almeno prendere lo zero, perchè può sempre avvenire che, in un dato istante, la corrente sia nulla in tutto il tratto considerato, si avrà subito che  $\mathcal{Q}$  raggiungerà ed in generale supererà in valore assoluto  $\frac{\mathcal{Q}'_{max}}{2}$ . Avremo adunque, salvo casi speciali, l'impossibilità di

evitare, col sistema a f. e. m. costante di compensazione, delle differenze di potenziale istantanee nocive. Bisogna quindi ricorrere al sistema della f. e. m. proporzionale alla corrente e vedremo che esso può giungersi allo scopo.

La caduta ohmica di potenziale in ciascun tronco non si mantiene proporzionale alla corrente nell'estremo interno, e quindi la dinamo compensatrice dà una sovrالعlevatione di potenziale che differisce di una certa quantità  $v$  dalla caduta ohmica di potenziale nel tronco. Questi errori  $v$  di compensazione si sommano algebricamente nei singoli tronchi, cosicchè l'estremo esterno del primo tronco, invece di essere allo stesso potenziale  $P_r$  dell'estremo esterno della linea, ne differirà di  $\Sigma v$ .

Però non è questa somma algebrica quella che interessa, perchè essa potrebbe anche essere nulla; mentre qualcuno degli estremi esterni dei tronchi intermedi avesse un potenziale  $P$  notevolmente diverso da  $P_r$ . Quello che importa è la differenza tra i valori massimo e minimo del potenziale  $P$  all'estremo esterno dei tronchi; se questa differenza è  $D$ , è evidente che la differenza di potenziale tra due punti qualunque della linea potrà raggiungere al massimo il valore

$$W = D + V_{max},$$

essendo  $V_{max}$  la caduta ohmica massima di potenziale ammessa nei tronchi. Quanto a  $D$ , se noi indichiamo rispettivamente con  $v_{(+)}$  e  $v_{(-)}$  i valori assoluti delle differenze in più e in meno che si possono avere nella compensazione per ciascun tronco, esso sarà tutt'al più eguale alla maggiore delle due quantità

$$\Sigma v_{(+)} \quad , \quad \Sigma v_{(-)}.$$

A primo sguardo non si vede se sia possibile di determinare i tronchi in modo che  $W$  risulti sicuramente inferiore al limite voluto; poichè, se, per diminuire  $V_{max}$  e le  $v$ , accorciamo i tronchi, cresce d'altra parte il loro numero e quindi quello delle  $v$ . Un più attento esame ci mostrerà però che, coll'accorciare i tronchi, le somme  $\Sigma v_{(+)}$  e  $\Sigma v_{(-)}$  possono ridursi inferiori a qualsiasi quantità assegnata e quindi lo stesso potrà farsi di  $W$ .

Se in un tronco di lunghezza  $l$  il consumo di corrente è  $i$  ed  $l$  la corrente proveniente dal tronco esterno, la corrente all'estremo interno è  $I + i$  e la dinamo dà una f. e. m.

$$E = \lambda r (I + i);$$

invece la caduta ohmica di potenziale potrà variare tra

$$V = lrI \quad \text{e} \quad V = lr(I + i),$$

valori che corrispondono ai due casi estremi in cui tutto il consumo  $i$  è concentrato all'estremità interna o esterna del tronco. La differenza  $v$  può quindi oscillare tra i valori

$$\begin{aligned} v &= \lambda r (I + i) - lrI & \text{e} & \quad v = \lambda r (I + i) - lr (I + i) \\ &= lri - (l - \lambda) r (I + i) & & \quad = -(l - \lambda) r (I + i). \end{aligned}$$

Il secondo di questi valori è negativo (1); il primo può essere positivo o negativo; se è negativo, è minore in valore assoluto dell'altro; se è positivo, esso ha per limite superiore  $lri$ , ossia

$$v_{(+)} \leq lri.$$

Facendo la somma, si avrà

$$\Sigma v_{(+)} \leq [l] \cdot r \cdot \Sigma i,$$

dove con  $[l]$  abbiamo indicato un valore medio delle  $l$ . Si vede quindi che  $\Sigma v_{(+)}$  diminuisce col diminuire della lunghezza dei tronchi, perchè  $\Sigma i$  è una quantità finita positiva, rappresentando il consumo totale di corrente sulla linea, escluso il primo tronco (2).

(1) Considereremo più innanzi i casi in cui la corrente possa avere dei valori negativi ed in cui si abbia  $\lambda > l$ .

(2) Il primo tronco della linea trovati in condizioni speciali, non avendosi per esso compensazione; quindi è sempre necessario di considerarlo a parte. Anche nello spezzamento della linea in tronchi esso ha influenza diversa. Stabilite infatti

Si può quindi fare in modo che  $\Sigma v_{(+)}$  risulti inferiore a quella quantità che si vuole. Quanto alle  $v_{(-)}$ , se noi poniamo

$$V = \Sigma r (I + i),$$

dove

$$\lambda \leq \Sigma \leq l,$$

si ha

$$v_{(-)} = (\Sigma - \lambda) r (I + i),$$

ovvero

$$v_{(-)} = \left(1 - \frac{\lambda}{\Sigma}\right) V;$$

sarà dunque

$$v_{(-)} \leq \left(1 - \frac{\lambda}{l}\right) V,$$

e

$$\Sigma v_{(-)} \leq \left(1 - \frac{\lambda}{l}\right) \mu \Sigma V,$$

dove  $\left[\frac{\lambda}{l}\right]_{\mu}$  rappresenta un valore medio dei rapporti  $\frac{\lambda}{l}$  relativi ai diversi tronchi;  $\Sigma V$  è la caduta ohmica totale di potenziale escluso il primo tronco. Basta ora constatare che  $\frac{\lambda}{l}$  tende all'unità coll'accrescere i tronchi, perchè nei risultati che  $\Sigma v_{(-)}$  può rendersi inferiore a qualsiasi quantità assegnata.

Che  $\frac{\lambda}{l}$  tenda all'unità col diminuire la lunghezza  $l$  dei tronchi, risulta subito, se si parte dall'ipotesi, evidentemente suffragata dalle condizioni pratiche, che la corrente media  $I_m$  vari con legge continua

pei tronchi delle cadute medie e massime di potenziale, essi possono immediatamente fissarsi; ciò fatto però, occorre vedere quali differenze istantanee di potenziale introducano nei tronchi successivi al primo gli errori di compensazione. Le considerazioni che stiamo svolgendo ci fanno vedere che queste differenze possono rendersi sufficientemente piccole diminuendo la lunghezza dei tronchi; ciò però non richiede che si tocchi il primo tronco, quantunque in pratica vi sia la convenienza di accorcere anch'esso, a causa del termine  $V_{\text{assorb.}}$  ch'entra nell'espressione di  $W$  e che può anche rappresentare una caduta ohmica di potenziale nel primo tronco. Questa differenza di condizione del primo tronco fa sì che, in tutte le considerazioni già fatte e da farsi, bisogna tenerlo in una posizione separata e più semplicemente farne astrazione. Volendosi ottenere una uniformità di ragionamenti e di calcoli, si potrebbe forse ricorrere ad immaginare una compensazione fittizia all'estremo interno del primo tronco analoga alle altre, compensazione non richiesta in pratica, ma che nulla altererebbe nelle considerazioni astratte.

lungo la linea. Infatti si ha, detta  $I_m$  la corrente media all'incirca del tronco

$$\lambda = \frac{\int_0^l I_m dx}{I_m};$$

ora si può porre

$$\int_0^l I_m dx = I_m l,$$

dove  $I_m$  è un valore medio di  $I_m$  tra  $x=0$  ed  $x=l$ , onde

$$\frac{\lambda}{l} = \frac{I_m}{I_m}.$$

Ma per la legge di continuità

$$\lim_{l \rightarrow 0} \frac{I_m}{I_m} = 1,$$

e quindi anche

$$\lim_{l \rightarrow 0} \frac{\lambda}{l} = 1.$$

Sin qui abbiamo tacitamente supposto che tutte le correnti di consumo avessero la direzione dal polo positivo al negativo; alcune però potrebbero avere la direzione opposta, frenandosi i veicoli col far lavorare i motori da generatori. Consideriamo a parte tali correnti negative di consumo e così pure le cadute ohmiche di potenziale e le f. e. m. di compensazione che ne risultano. Per queste grandezze possono ripetersi gli stessi ragionamenti, perchè solo il senso è cambiato; però gli eccessi  $v_{(+)}$  di compensazione che eventualmente ne risultassero, vanno sommati colle deficienze  $v_{(-)}$  di compensazione risultanti dalle correnti positive di consumo e similmente le deficienze  $v_{(-)}$  cogli eccessi  $v_{(+)}$ . Si ha così come limiti per  $D$

$$\Sigma v_{(+)} + \Sigma v_{(-)}, \quad \Sigma v_{(-)} + \Sigma v_{(+)}$$

e, siccome può farsi in modo che ciascuna  $\Sigma$  risulti inferiore ad una quantità assegnata, lo stesso si avrà per  $D$ .

Infine possiamo togliere ancora un'ultima limitazione. Noi abbiamo supposto  $\lambda \leq l$ , com'era naturale l'ammettere; perchè il porre  $\lambda > l$  equivale a supporre che, in qualche tratto della linea, la media della corrente produttrice lavoro sia inferiore a quella della corrente assorbente lavoro, ossia che la corrente media  $I_m$ , allontanandosi dall'estremo

interno del tronco, dov'essa ha il valore  $I_m$ , invece di diminuire costantemente, cresca in qualche tratto. Infatti si ha

$$\lambda = \frac{\int_a^l I_m dx}{I_m};$$

quindi, se  $\lambda > l$ ,

$$l I_m < \int_a^l I_m dx;$$

ma, perchè ciò sia, bisogna che per un tratto del tronco sia  $L > l$ . L'ipotesi  $\lambda > l$  ci conduce quindi ad ammettere un fatto non naturale, se l'esercizio della linea è uguale nei due sensi; ma, ad ogni modo, noi considereremo anche quest'ipotesi. Prenderemo ancora separatamente le correnti di consumo positive e negative; e cominciando dalle prime, notiamo che in un tronco può aversi soltanto (ed anzi si avrà sempre) un eccesso di compensazione  $v_{(+)}$ ; questo sarà al massimo, detta come sopra  $I$  la corrente all'estremo esterno ed il consumo totale positivo del tronco,

$$v_{(+)} = r(I + i)\lambda - rII,$$

che possiamo anche scrivere

$$v_{(+)} = rII \left( \frac{\lambda}{l} - 1 \right) + lri \frac{\lambda}{l}.$$

E, siccome si avrà, detta  $V$  la caduta ohmica di potenziale del tronco,

$$V \cong rII,$$

così

$$v_{(+)} \leq \left( \frac{\lambda}{l} - 1 \right) V + lri \frac{\lambda}{l}.$$

Siccome si ha sempre

$$\lim_{l \rightarrow 0} \frac{\lambda}{l} = 1,$$

così si vede subito che possono prendersi i tronchi sufficientemente brevi in modo che  $\Sigma v_{(+)}$  risulti minore di un limite assegnato. Lo stesso si dica per la  $\Sigma v_{(-)}$ , che risulta dai consumi negativi di corrente.

Risulta da ciò che abbiamo detto, come esista la possibilità di determinare i tronchi in modo che, anche per valori istantanei della

corrente e del potenziale nella rotaria, non si abbiano differenze di potenziale tali da dar luogo agli inconvenienti segnati sotto i numeri 2 e 3. Che poi praticamente convenga di applicare tali suddivisioni, le quali potrebbero risultare assai piccole, è un'altra questione che solo dati di fatto possono far giudicare. Certo che, se il pericolo di erosione di masse metalliche non è in prima linea od anzi può essere totalmente trascurato, com'è il caso per le linee extra-urbane, non è conveniente per la determinazione dei tronchi e per la compensazione vincolarsi ai valori medi, mentre più opportuno è di fare in modo che, col minimo numero possibile di tronchi, la caduta ohmica di potenziale non superi mai in ciascun tronco un certo limite, ed il rapporto di compensazione sia tale, che le differenze in più e in meno nella compensazione non diano luogo in nessun caso a differenze di potenziale  $W$  nella linea oltrepassanti un certo limite. Il problema è complesso e, per la sua natura stessa, non si adatta ad una trattazione generale. Notiamo anzi che la soluzione di esso dipende essenzialmente dalle condizioni dell'esercizio e che quindi, col mutare di queste, può riuscire inopportuno un ordinamento che prima rispondeva allo scopo. Senz'entrare in dettagli, notiamo che la soluzione più semplice e quella che ha il vantaggio di potersi adattare a tutti i casi è di scegliere il rapporto di compensazione eguale in valore alla resistenza ohmica del tronco, ossia, mantenendo le notazioni precedenti,

$$k = lr.$$

In tal caso, pei consumi positivi  $i$  di corrente, le  $v_{(-)}$  sono nulle e per la  $\Sigma v_{(+)}$  si ha come massimo valore lo stesso limite superiore che abbiamo ottenuto più innanzi  $[I]_{\mu} r \Sigma i$  e analogamente per la  $\Sigma v_{(-)}$  risultante dai consumi negativi di corrente. Cosicché è sempre possibile, tenendo conto del massimo consumo di corrente prevedibile, di fare in modo che  $D$ , e in conseguenza  $W$ , non superino in nessun caso un limite prestabilito (1). Un esempio mostrerà come ciò non sia difficile, nè occorra per ciò diminuire estremamente la lunghezza dei tronchi.

(1) Ci si potrebbe porre il problema, partendo da una compensazione calcolata in tal modo, di far sì che, anche per valori medi, non si avessero differenze di potenziale oltre un certo limite. Evidentemente per valori medi si ha in un tronco di

Sia una linea BF (fig. 3) alimentata da B verso F e sia il movimento tale, che da B a B<sub>1</sub> possa trovarsi solo un veicolo in ciascuna dei due sensi e così pure tra B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub>, . . . B<sub>p-1</sub> ed F; in ciascuna delle sezioni BB<sub>1</sub>, BB<sub>1</sub>B<sub>2</sub>, . . . B<sub>p-1</sub>F sia un certo numero di tronchi isolati eguali, ognuno dei quali è calcolato in modo che, quando an-

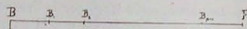


Fig. 3.

bedue i veicoli sono all'estremo esterno e consumano il massimo di corrente, la caduta ohmica di potenziale è  $V_{max}$  e viene esattamente compensata dalla dinamo. Se le correnti di consumo sono sempre positive, possono aversi in ciascun tronco soltanto delle eccedenze nella compensazione, il cui valore massimo è  $2iR$ , detta  $2i$  la corrente mas-

sima consumata da una coppia di veicoli ed  $R$  la resistenza del tronco; esso corrisponde al caso in cui ambedue i veicoli si trovino all'estremo interno del tronco; gli altri tronchi della stessa sezione non danno luogo allora ad eccedenze di compensazione. La stessa eccedenza si ha come somma di due eccedenze, se i due veicoli, consumando la stessa corrente, si trovano alle estremità interne di due tronchi della sezione. Supponiamo che si abbia la stessa corrente massima di consumo  $i$  per tutti i veicoli ed in tutti i punti della linea; supponiamo ancora che  $V_{max}$ , oltre che nei tronchi di una stessa sezione, sia ancora eguale per tronchi di sezione diversa, ossia per tutti i tronchi della linea; allora, detti  $R_1, R_2, \dots, R_p$  i diversi valori della resistenza ohmica dei tronchi nelle varie sezioni della linea, sarà nei tronchi della sezione  $B_{s-1}B_s$

$$2iR_s = V_{max}$$

per quelli della  $B_{s-2}B_{s-1}$

$$4iR_{s-1} = V_{max}$$

per quelli della  $B_sB_{s+1}$

$$2(p-1)iR_s = V_{max}$$

e per quelli della  $BB_1$

$$2piR_1 = V_{max}$$

positivo o negativo, secondo che  $\lambda < 1$  o  $\lambda > 1$ ; ossia, se indichiamo con  $V_n$ , data dalla formula

$$v = r(l - \lambda)(I_n + i_n)$$

$$V_n = ir(I_n + i_n)$$

la caduta ohmica media di potenziale nel tronco,

$$v = \left(\frac{l}{r} - 1\right) V_n$$

$$\lambda v = \left(\left[\frac{l}{r}\right]_n - 1\right) V_n$$

quantità che può rendersi inferiore in valore assoluto a qualsiasi grandezza voluta, perché, col diminuire di  $l$ ,  $\frac{l}{r}$  tende ad 1.

Se il consumo medio di corrente, come in generale avverrà, è ovunque positivo, si può, facendo astrazione da  $\lambda$ , osservare che  $v$  può avere solo un valore positivo ed è certamente inferiore ad  $i_n l r$ , valore che si otterrebbe se tutto il consumo di corrente fosse raccolto all'estremo interno, quindi

$$\lambda v < [i] r i_n$$

Se poi in ciascun tronco il consumo medio specifico di corrente è costante,  $\lambda$  loro si ha, com'è facile vedere

$$v = \frac{1}{2} I_n l r$$

e quindi

$$\lambda v = \frac{1}{2} [I] r i_n$$

simila consumata da una coppia di veicoli ed  $R$  la resistenza del tronco; esso corrisponde al caso in cui ambedue i veicoli si trovino all'estremo interno del tronco; gli altri tronchi della stessa sezione non danno luogo allora ad eccedenze di compensazione. La stessa eccedenza si ha come somma di due eccedenze, se i due veicoli, consumando la stessa corrente, si trovano alle estremità interne di due tronchi della sezione. Supponiamo che si abbia la stessa corrente massima di consumo  $i$  per tutti i veicoli ed in tutti i punti della linea; supponiamo ancora che  $V_{max}$ , oltre che nei tronchi di una stessa sezione, sia ancora eguale per tronchi di sezione diversa, ossia per tutti i tronchi della linea; allora, detti  $R_1, R_2, \dots, R_p$  i diversi valori della resistenza ohmica dei tronchi nelle varie sezioni della linea, sarà nei tronchi della sezione  $B_{s-1}B_s$

$$2iR_s = V_{max}$$

per quelli della  $B_{s-2}B_{s-1}$

$$4iR_{s-1} = V_{max}$$

per quelli della  $B_sB_{s+1}$

$$2(p-1)iR_s = V_{max}$$

e per quelli della  $BB_1$

$$2piR_1 = V_{max}$$

Se si suppone ora di avere in ciascuna sezione la massima eccedenza di compensazione  $2iR$ , ( $s=1, 2, \dots, p$ ), l'eccedenza massima di compensazione in tutta la linea sarà

$$D = V_{max} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{p}\right)$$

La quantità tra parentesi è la somma  $S_p$  dei primi  $p$  termini della serie armonica e cresce indefinitamente col crescere di  $p$ , ma cresce assai lentamente, il che vuol dire che, per quanto lunga sia la linea e grande il numero  $p$  delle coppie di veicoli che possono trovarsi su di essa, il termine che moltiplica  $V_{max}$  è sempre relativamente piccolo. Infatti, se si pone

$$p = 2^k$$

è noto che

$$S_p < k \quad (1)$$

(1) Questo limite superiore  $k$  è assai maggiore del vero valore di  $S_p$ , per avere un limite superiore più vicino al valor vero, si può ricorrere all'altra disuguaglianza

$$S_p < O + \log(p+1),$$

dove  $O$  è la costante di Eulero e Mascheroni, ch'è uguale a 0,5772..

Si può quindi far in modo che, anche nel caso più sfavorevole, la differenza di potenziale massima tra due punti della linea non superi quel limite ch'è imposto dalla condizione d'evitare gli inconvenienti segnati ai numeri 2 e 3.

Da ciò che siam venuti esponendo risulta adunque che il nuovo metodo del Kapp può applicarsi con vantaggio, oltre che per evitare agli inconvenienti segnati sotto il n. 1, anche per ovviare a quelli segnati sotto i numeri 2 e 3, almeno sinché l'esercizio delle linee non presenti irregolarità troppo forti.

Sinora però nei nostri ragionamenti abbiamo supposto che non passasse corrente dalla rotaia al suolo e viceversa. Ciò avverrebbe realmente se la compensazione fosse distribuita per tutti i punti della rotaia, nello stesso modo com'è distribuita la caduta ohmica di pote-

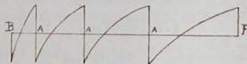


Fig. 4.

zia. Siccome invece il potenziale avrà un andamento del tipo della fig. 4, ossia variabile gradatamente da punto A a punto A e con salti bruschi in questi punti, così avverrà sempre, per quanto limitata, un passaggio di corrente attraverso il suolo da punto a punto del binario. Questo passaggio avrà, come s'è notato più innanzi, l'utile effetto di diminuire le cadute ohmiche di potenziale, però avrà anche un effetto perturbativo sulla compensazione, poichè, mentre da un lato abbasserà la caduta ohmica di potenziale da compensarsi, innalzerà dall'altro la f. e. m. di compensazione. Quest'ultima azione sarà tanto più sentita, in quanto che intorno ai punti A si avrà evidentemente la massima circolazione di corrente attraverso il suolo, perchè in essi vengono a trovarsi vicinissimi dei punti a potenziale notevolmente diverso. La corrente circolante in tal modo tra i morsetti di una dinamo compensatrice attraverso il suolo può dirsi una corrente parassita, che si somma a quella di lavoro della rotaia ed innalza la f. e. m. con danno della compensazione; oltre di che essa rappresenta uno spreco di energia. La circolazione di questa corrente parassita è favorita evidentemente dalla comunicazione che il Kapp stabilisce per mezzo delle

resistenze R (fig. 1), e, sotto questo punto di vista, sembrerebbe forse conveniente di sopprimere il collegamento permanente del tratto C coi due tronchi, salvo a poter stabilire eventualmente la comunicazione con l'uno o con l'altro dei tronchi, a seconda della direzione della corsa, qualora per combinazione un veicolo restasse fermo sul tratto morto C del binario. Anzi la comunicazione temporanea dovrebbe essere stabilita per mezzo di un interruttore K (fig. 5), che

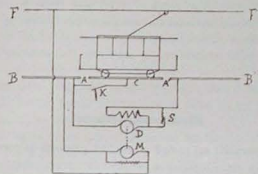


Fig. 5.

si riaprisse automaticamente appena abbandonato a se stesso. In pratica potranno poi escogitarsi artifizii diversi per attenuare, sinchè è possibile, le correnti parassite.

L'errore di compensazione che risulta dal passaggio di corrente attraverso il suolo, non è possibile di calcolarlo teoricamente, ma può correggersi praticamente, almeno in via approssimata, ponendo un shunt S (fig. 5) all'eccitazione in serie della dinamo compensatrice e regolandolo empiricamente. Questa disposizione, oltre al semplificare la costruzione delle dinamo compensatrici, sarebbe anche un'utile precauzione nel caso che avessero a mutarsi le condizioni dell'esercizio.

(Continua)

Dott. O. GUARISEI.

## CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

(Continuazione vedi pag. 525).

## CAPO IV

## Elettromagnetismo.

70. — Generalità sui campi magnetici prodotti da correnti elettriche. — Un circuito filiforme percorso da corrente elettrica produce intorno a sé un campo magnetico. L'esperienza prova che in vicinanza del conduttore la direzione del campo magnetico tende a diventare normale al piano condotto per il punto considerato e l'elemento più vicino del conduttore.

Onde consegue che nessuna linea di forza prenderà origine dal conduttore; e non essendovi nel campo alcuna massa magnetica le linee di forza saranno tutte chiuse. E difatti, lo studio dei campi elettromagnetici con gli spettri, prova che le linee di forza attraversano il circuito in un senso, e girandovi intorno vengono a richiudersi su se stesse.

La direzione del campo per rispetto a quella della corrente, almeno in prossimità del conduttore, si può stabilire con le regole date da Ampère e da Maxwell.

La regola di Ampère dice: *Un osservatore disteso sul conduttore in modo che la corrente entri per i piedi ed esca per la testa vede il campo girare dalla sua destra alla sua sinistra.*

La regola di Maxwell dice: *Un cavaturaccioli a vite destrorsa, disposto col suo asse sulla corrente, viene fatto girare in modo che esso avvitandosi si avvanzi nel senso della corrente; il verso della rotazione del cavaturaccioli è quello del campo magnetico.*

Altra regola: *Si disponga il cavaturaccioli con l'asse normale al piano condotto per il punto considerato e tangente al circuito nel punto più prossimo, e si faccia girare la maniglia in modo che la sua parte più vicina alla corrente si muova nel senso di essa, allora il verso secondo cui avanza l'asse del cavaturaccioli è il verso della forza magnetica.*

Le superficie di livello si generano con la condizione di essere in tutti i punti normali alla forza; a causa della direzione che ha il campo in prossimità del conduttore segue immediatamente che le superficie di livello andranno ad arrestarsi contro il conduttore filiforme, che pertanto sarà una linea di intersezione delle superficie di livello.

In nessun altro punto del campo potranno esservi intersezioni di superficie di livello, poichè nello spazio la forza ha un valore unico per ogni punto, ed una distribuzione continua.

Poichè si tratta di un campo magnetico, noi faremo la ipotesi semplicissima, che a produrlo intervenga lo stesso mezzo che è sede dei campi magnetici finora studiati, che quindi la trasmissione degli sforzi in detto campo si faccia secondo il principio delle pressioni e tensioni, la cui applicazione e sviluppo forma oggetto di questo scritto.

Ciò premesso, noi potremo subito applicare il teorema del n. 12, supponendo che il mezzo ove si produce il campo sia l'aria, e sia esteso indefinitamente, conservando per  $k$  un valore costante; siccome in nessun punto vi ha massa magnetica, ne dedurremo che il campo ha andamento solenoidale, ossia che il flusso totale di forza uscente da un volume, delimitato da una superficie comunque tracciata nello spazio, sarà nullo. Ciò si accorda col fatto di essere le linee di forza linee chiuse.

Questa proprietà suggerisce un paragone per rappresentare il campo magnetico dovuto ad un circuito elettrico. Supponiamo un liquido incompressibile in moto nello spazio esteso indefinitamente, in modo da costituire un flusso che attraversa in un senso il circuito, e poi si ripieghi intorno al circuito per guisa che questo costituisca una linea di vortice. Le velocità di questo fluido, in cui si suppone non avven-  
vengano distacchi, sono paragonabili alla forza nei vari punti del campo.

Del pari applicando il teorema del n. 13 potremo dire che il prodotto  $F_1$ , della intensità di campo per la distanza di due superficie di

livello consecutive, è costante. Da questa proprietà si possono subito dedurre conseguenze importantissime. Consideriamo un circuito chiuso piano o sghembo (fig. 51) [in figura si è supposto normale al foglio], e supponiamo condotte le varie superficie di livello, che saranno limitate al contorno del circuito. Se tracciamo una linea chiusa qualunque che non si concateni col circuito, potremo dire analogamente a quanto si fece al n. 13, che il lavoro fatto sulla unità di massa che percorre per intero la linea, è nullo, perchè si parte da una superficie di livello e si ritorna alla stessa, tagliando le superficie che si incontrano un numero pari di volte.

Se invece la linea chiusa è concatenata col circuito, e la si percorre

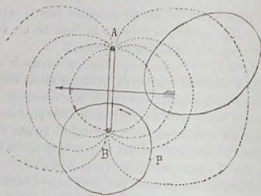


Fig. 51.

completamente a partire da un punto P, facendo un giro completo, per esempio, nel verso del campo allora si farà un lavoro positivo, che resta costante qualunque sia la curva chiusa tracciata concatenata col circuito, (secondo l'osserv. 1<sup>a</sup> del n. 13); percorrendo invece la curva in senso contrario si farà un ugual lavoro, ma negativo.

Se la curva si conduce in modo da fare più giri concatenati col circuito, di cui alcuni per un verso, e altri per verso contrario, il lavoro fatto percorrendo l'intera curva, sarà dato dal valore costante suddetto, moltiplicato per la somma algebrica del numero di giri concatenati con la corrente.

Potremo ancora dimostrare che nel campo magnetico ora studiato, fin che non vi sono masse magnetiche, non vi possono essere altre superficie di livello all'intorno di quelle più sopra considerate inter-

secantis sul circuito da cui sono limitate. Infatti se vi fossero altre superficie di livello, queste sarebbero chiuse oppure falde estese indefinitamente. Ma siccome le linee di forza sono chiuse, ne segue che ogni linea di forza che entra nel volume limitato da tale superficie, ne deve pure uscire, e siccome il flusso di forza è solenoidale, in tale percorso interno alla superficie l'integrale della forza è diverso da zero, e ciò è contrario alla ipotesi che le superficie sopra considerate siano di livello.

Ogni linea di forza dovrà essere concatenata col circuito; infatti è chiusa, e a causa della solenoidalità della forza, l'integrale lungo una di esse è diverso da zero, ciò che richiede la loro concatenazione col circuito.

Poichè  $k$  è costante, lo spostamento è in tutto il campo proporzionale alla forza, ed ha un andamento simile.

*Osservazione.* — La proprietà fondamentale stabilita in questo paragrafo riflettente il lavoro secondo una linea chiusa tracciata nel campo, vale anche quando  $k$  non sia costante, e quando nel campo siano delle masse magnetiche; ma questo punto sarà trattato in seguito.

71. — Campo dovuto a una corrente rettilinea indefinita. Legge di Biot e Savart. — Per legge di simmetria le superficie di livello saranno tanti piani, che si arrestano alla corrente e si estendono inde-

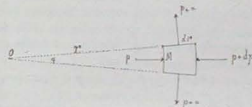


Fig. 52.

finitamente dall'altra parte; le linee di forza saranno tanti cerchi situati in piani normali alla corrente, ed in punti posti a uguale distanza dalla corrente il campo avrà uguale intensità.

Vediamo ora quale sarà la legge con cui il campo varia in funzione della distanza dalla corrente, e perciò scriviamo la equazione di equilibrio per un piccolo prisma, ottenuto segnando un tubo di forza avente una sezione rettangolare di lati  $h$  parallele alla corrente e  $dr$  normale alla corrente e posto alla distanza  $r$  dalla medesima, con due piani di livello facenti fra loro l'angolo  $\varphi$ , elementare (fig. 52).



Detta  $p$  la pressione o tensione del campo nel punto considerato, avremo proiettando sulla bisettrice dell'angolo  $\varphi$

$$p r \varphi h - (p + dp)(r + dr) \varphi h - (p + a) dr \varphi h = 0$$

e facendo le riduzioni e tenendo conto che  $a$  è infinitesimo, avremo:

$$r dp + 2p dr = 0 \\ \frac{dp}{p} = -\frac{2 dr}{r}$$

$$\text{cost} - \log p = 2 \log r, r = \log, r^2$$

$$\text{cost} = \log p + \log r^2 = \log p r^2$$

e infine,

$$p r^2 = \frac{F^2}{8\pi k} r^2 = \text{cost}$$

$$r F = \text{cost.}$$

Alla stessa conclusione si poteva giungere anche considerando ad esempio in un piano normale all'asse della corrente la linea chiusa ABCD (fig. 53), non concatenata con la corrente, limitata da due porzioni di cerchi di forza e da due normali facenti fra loro l'angolo  $\varphi$ .

L'integrale della forza lungo tale linea dovendo essere nullo sarà:

$$\varphi r_1 F_1 = \varphi r_2 F_2$$

ossia,

$$r F = \text{costante.}$$

Fig. 53.

La costante dovrà essere proporzionale alla intensità di corrente, cioè alle quantità di elettricità positiva e negativa che percorrono il circuito nella unità di tempo, quindi, detta  $h$  una costante, l'intensità di corrente, sarà:

$$F = h \frac{i}{r}$$

Questa è la nota legge sperimentalmente dimostrata da Biot e Savari, e che porta il loro nome. La intensità del campo magnetico prodotto da una corrente rettilinea indefinita è proporzionale alla

intensità della corrente e inversamente proporzionale alla distanza del punto considerato dalla corrente.

Una importante osservazione si deve fare sulla costante  $h$ , cioè che essa è indipendente dalla natura del mezzo ove si produce il campo magnetico. Supponiamo infatti che intorno alla corrente rettilinea siano collocati due mezzi indefiniti P, Q separati da un piano indefinito A B normale alla corrente (fig. 54). Per ragione di simmetria delle tensioni, le superficie di livello saranno ancora piani che si tagliano secondo  $mn$ , e le linee di forza saranno ancora cerchi normali e concentrici alla corrente; ciò perchè le tensioni e pressioni (le quali dipendono bensì dalla inclinazione, ma non dal verso della forza), devono costituire un sistema simmetrico, rispetto a un piano qualunque condotto per la corrente.

Se ora consideriamo a ugual distanza dalla corrente due linee di forza limitate dai medesimi piani diametrali, poste l'una nel mezzo P e l'altra nel mezzo Q, per il teorema del n. 41, il lavoro della forza lungo il circuito CDEF deve essere nullo; ne segue che la forza su CD è uguale alla forza su EF, e quindi  $h$  avrà uguale valore per i due mezzi.

Se AB va all'infinito da una parte, per es., in alto il campo si riduce ad avere solo il mezzo Q, se va all'infinito in basso si riduce al solo mezzo P, i campi sono quindi uguali fra loro.

Il lavoro sull'unità di massa che si muove da A ad M posto su due superficie di livello ad angolo  $\varphi$  seguendo una curva qualunque (vedi fig. 53), sarà uguale a quello fatto lungo A B oppure CD ossia

$$L_1 = h i \varphi.$$

Se prendiamo per unità di corrente rettilinea indefinita quella il di cui campo, per l'angolo  $\varphi = 1$ , determina il lavoro 2 sulla unità di massa, allora sarà  $h = 2$ , e sarà

$$L_1 = 2 i \varphi.$$

Per un giro completo intorno al circuito il lavoro fatto sarà

$$L = 4 \pi i,$$

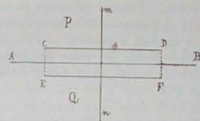


Fig. 54.

e l'espressione della forza diviene

$$F = 2 \frac{i}{r}$$

che è la formola comunemente adoperata per le correnti rettilinee.

72. — **Campo in prossimità di un conduttore filiforme per il caso di un circuito qualunque.** — Possiamo dimostrare che per un circuito qualunque filiforme il campo in prossimità del circuito, e cioè a distanza infinitesima di 1° ordine, diventa sensibilmente uguale a quello che si ha per un circuito rettilineo. Infatti il campo ha in generale un valor finito a distanza finita dal circuito, ciò che vuol dire che gli elementi del circuito, la cui lunghezza è infinitesima di 1° ordine, influiscono sul campo producendovi un effetto dello stesso ordine di grandezza, fin che il punto che si considera è a distanza finita dai detti elementi di corrente. Invece in prossimità del circuito il campo prende dei valori grandissimi perchè le linee di forza s'avvicinano sempre più al circuito divenendo la loro lunghezza infinitesima di 1° ordine, e poichè il lavoro lungo una linea chiusa è costante e finito, la forza dovrà diventare infinitamente grande. Ora però l'effetto complessivo, in produzione di forza, degli elementi del circuito posti a distanza finita è finito, è evidente che questo valore del campo infinitamente grande, dipenderà per la massima parte dall'elemento prossimo del circuito.

Ora se si suppone che il circuito non faccia angoli vivi, cioè sia disposto secondo una curva continua il campo dovuto a un elemento di circuito, in immediata prossimità dello stesso, dovrà essere simmetrico, e quindi fin che la forza si mantiene infinitamente grande il campo sarà sensibilmente simile a quello che si ha in prossimità di una corrente rettilinea indefinita.

Poichè si è dimostrato che per le correnti continue indefinite il campo resta invariato, qualunque sia il mezzo indefinite in cui si produce, avremo ancora la conseguenza, che qualunque sia la forma del circuito e il mezzo in cui si produce, a parità di intensità di corrente l'integrale della forza lungo una linea chiusa concatenata resta costante, e lasciando per ora indeterminata l'unità di misura delle correnti, tale integrale sarà

$$I = 4 \pi h i$$

essendo  $h$  costante, qualunque sia la forma del circuito e la natura del mezzo in cui si produce il campo magnetico.

73. — **Teoria della lamina magnetica semplice.** — Supponiamo un magnete ideale, formato in un mezzo esteso indefinitamente ove  $k$  è costante, e costituito da tanti magneti elementari disposti su una superficie in modo continuo, con l'asse magnetico normale alla superficie stessa, e sempre rivolto per lo stesso verso. Un magnete ideale così costituito dicesi *lamina magnetica*. *Potenza magnetica* della lamina in un punto è il momento magnetico riferito alla unità di superficie, per cui, detta  $\mathcal{P}$  la potenza, il momento magnetico di una calamita elementare di base  $dS$  sarà  $\mathcal{P}dS$ .

Una lamina magnetica ideale si dice poi semplice quando la potenza magnetica è costante in tutti i suoi punti; noi ci limiteremo a considerare questo caso.

Ciò premesso, il potenziale dell'elemento  $dS$  di lamina nel punto P

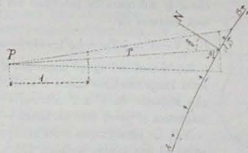


Fig. 55.

(vedi fig. 55), tenendo le notazioni della figura, e secondo il n° 53, sarà data da:

$$v = \frac{k \mathcal{P} dS \cos \theta}{r^2}$$

e poichè  $\frac{dS \cos \theta}{r^2} = d\omega$ , angolo solido sotto cui dal punto P si vede la superficie Nord della porzione di lamina magnetica, sarà ancora

$$v = k \mathcal{P} d\omega.$$

Se diciamo  $\omega$  l'angolo solido sotto cui da P si vede la superficie Nord della intera lamina AB il potenziale totale, V, sarà dato da

$$V = k \mathcal{P} \omega.$$

Nel calcolare l'angolo solido  $\omega$  bisogna distinguere le porzioni della lamina dalle quali da P si vede la parte Nord, da quelle di cui si

vede la parte Sud, prendendo i primi angoli solidi come positivi e secondi come negativi.

Si osserverà che il potenziale prodotto da una lamina magnetica semplice, dipende dalla potenza e dal contorno della lamina, ma non dalla forma speciale di essa.

Le linee di forza del campo prodotto dalla lamina partiranno dalla superficie Nord e andranno a finire sulla superficie Sud.

Calcoliamo ora il lavoro fatto dalla unità di massa, che parte da un punto P della superficie Nord e va fino a un punto P' della superficie Sud vicinissimo a P (fig. 56).

Si può ritenere che, se da P si vede la faccia Nord sotto un angolo  $\omega$ , da P' si vedrà sotto l'angolo  $-(4\pi - \omega)$  quindi il lavoro fatto lungo tutto il percorso POP' che è la differenza dei potenziali nei punti P e P' sarà espresso da

$$L = V - V' = k \mathcal{P} \omega - k \mathcal{P}'[-(4\pi - \omega)] = 4\pi k \mathcal{P}$$

Poiché però nel campo magnetico il lavoro della forza lungo una linea chiusa è nullo, ne consegue che andando da P' a P attraverso alla lamina magnetica si dovrà fare un lavoro  $-4\pi k \mathcal{P}$ .

NB. Le conseguenze sopra sviluppate si riferiscono ad una lamina semplice ideale, ove cioè il si suppone costante nella lamina ed in tutto il mezzo.

Invece che una superficie geometrica la lamina magnetica può assumere la forma di uno strato o specchio compreso fra due superficie infinitamente vicine e cariche di masse magnetiche uguali e contrarie nei punti normalmente corrispondenti, e nulla si ha da variare ai risultati precedenti.

74. — **Equivalenza fra un circuito elettrico chiuso e una lamina magnetica semplice avente per contorno il circuito.** — Consideriamo un circuito conduttore chiuso, percorso da corrente elettrica. Il circuito elettrico è la causa prima della produzione del campo magnetico nel mezzo indefinitamente esteso, circostante; escludendo le azioni a distanza si deve ritenere che la deformazione del mezzo in cui consiste il campo si propaga da strato a strato a partire dal



Fig. 56.

conduttore mediante le tensioni e pressioni del mezzo; l'intensità del campo è collegata con queste tensioni e pressioni secondo la nota legge stabilita al n° 6,  $p = \frac{F^2}{8\pi k}$ .

Ma noi possiamo ancora supporre il campo generato altrimenti.

Per un punto P qualunque dello spazio (fig. 57) si conduca la superficie di livello, che si arresterà al contorno A B, e si suppongano applicate da una parte e dall'altra della superficie due densità  $\epsilon$  e  $-\epsilon$  uguali allo spostamento nel punto P, ossia  $\frac{F}{4\pi k}$ ; si applica la

densità positiva dalla parte ove si trova il volume (delimitato da A P B) per cui lo spostamento riesce uscente e la densità negativa

dalla parte della superficie che guarda il volume, per cui lo spostamento è entrante. Suppongo fatta la applicazione delle densità superficiali per tutta la superficie A P B; nel punto P e in tutti i punti della detta superficie, supposto tolto il circuito, si avrà riprodotto il campo per effetto della densità  $\epsilon$  e  $-\epsilon$  che producono la forza  $4\pi k \epsilon = F$  nello spazio intermedio. Supponiamo tracciate le infinite superficie di livello del campo; il campo nel punto P non sarà per nulla modificato se su tutte queste superficie si distribuiscono delle densità magnetiche  $\epsilon$  e  $-\epsilon$  colla stessa legge seguita per A P B. Il campo in P si potrà considerare prodotto da tutte queste masse magnetiche superficiali.

Ora si considerino due superficie di livello consecutive C, D e si considerino fra loro accoppiate le masse che si trovano sulle superficie interne al volume A B C D. È facile vedere che queste masse superficiali costituiranno una lamina magnetica semplice, avente il circuito A B per contorno, e per direttrice la superficie di livello mediana fra C e D. Infatti lo spostamento, come la forza, essendo in tutti i punti normale alla superficie C e D e per di più solenooidale, essendo la densità superficiale  $\epsilon = \frac{F}{4\pi k}$ , si avrà che su due porzioni elementari  $ab$  e  $cd$  normalmente corrispondenti delle superficie C e D, si

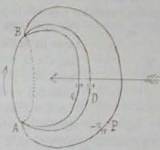


Fig. 57.

avranno quantità di magnetismo uguali e contrarie  $dS = \epsilon dl$  (fig. 58) e quindi l'elemento di volume  $abcd$  sarà un magnete elementare completo con l'asse perpendicolare alla superficie di linea mediana fra C e D. Il momento magnetico della calamita elementare di base  $dS$  e lunghezza  $l$  sarà

$$\epsilon dS \cdot l = \frac{F}{4\pi k} dSl.$$

e la sua potenza magnetica

$$\frac{F}{4\pi k} l.$$

Ora per il teorema del n° 13 il prodotto  $Fl$  fra due superficie al livello è costante e quindi la potenza magnetica della lamina è costante.

Per avere ora l'intero campo si dovrà fare la risultante di tutte le lamine magnetiche come CD, tutte limitate al contorno AB e riempienti tutto lo spazio indefinito; per i potenziali basterà fare la somma dei potenziali dovuti alle lamine componenti.

Sia  $\omega$  l'angolo solido secondo cui da P si vede il circuito, il potenziale in P dovuto a uno specchio elementare sarà

$$v = k \varphi \omega = k \frac{Fl}{4\pi k} \omega = \frac{Fl}{4\pi} \omega$$

Fig. 58. e il potenziale dovuto al complesso di tutti i specchi che hanno  $\omega$  comune, sarà

$$V = \Sigma v = \frac{1}{4\pi} \int Fl \omega$$

Fig. 58.  $\int Fl$  deve essere esteso a una linea chiusa concatenata col circuito per un giro completo ed è quindi costante, lo indicheremo con  $C$ , onde sarà infine

$$V = \frac{1}{4\pi} C \omega.$$

E assendosi da sé eliminate dalle formule si vede che il risultato cui siamo pervenuti è indipendente dalla natura del mezzo supposto infinite finitamente esteso ove si produce il campo; e difatti già abbiamo veduto al n. 72 che  $C = 4\pi h i$ , essendo  $h$  una costante qualunque sia il

forma del circuito e la natura del mezzo ove si produce il campo magnetico.

Potremo così enunciare i risultati ai quali siamo pervenuti: Il campo magnetico dovuto a un circuito elettrico posto in un mezzo indefinitamente esteso è equivalente a quello di una lamina magnetica avente il medesimo contorno, e per potenza magnetica il valore C del lavoro fatto dall'unità di massa descrivendo una linea chiusa intorno al circuito, diviso per  $4\pi$ . Il valore del potenziale e della forza del campo non dipendono dalla costante  $h$  ossia dalla natura del mezzo.

Potremo ancora scrivere

$$V = h i \omega,$$

essendo  $h$  costante, ma preferiamo di dimostrare direttamente questa formula.

75. — Relazione fra il campo e l'intensità di corrente. Unità elettromagnetica di corrente. — Si può ritenere come un postulato il seguente enunciato: Nel campo dovuto a un circuito elettrico posto in un mezzo esteso indefinitamente l'intensità del campo, ed anche il potenziale in un punto, variano proporzionalmente alla intensità della corrente, cioè alla quantità di elettricità positiva e negativa che percorrono il circuito nella unità di tempo.

Nella formula

$$V = \frac{1}{4\pi} C \omega$$

dovremo dunque supporre C proporzionale alla intensità di corrente che diremo  $i$  e scrivere

$$\frac{1}{4\pi} C = h i,$$

e la formula diviene

$$V = h i \omega.$$

ove  $h$  è una costante per un dato circuito.

Si può però dimostrare che variando comunque la forma del circuito  $h$  non varia. Così dico che nel circuito ABCD, fig. 59, posso sostituire al ramo CBD il ramo CED senza che  $h$  vari. Infatti quando si considera il circuito ACED si può considerare aggiunto

il conduttore CBD, supponendolo percorso da due correnti uguali a  $i$  ma contrarie fra loro, e ciò non modificherà per nulla il campo. Questo si potrà allora considerare come la risultante dei campi prodotti dai due circuiti ABCD e CEDE, quindi il lavoro lungo la linea chiusa s concatenata col solo ABCD sarà uguale a quello che si ha in presenza del solo circuito ABCD, poichè il lavoro dovuto alla componente del campo del circuito CEDE è nullo, non essendo s concatenata con tale circuito, onde  $h$  non avrà mutato

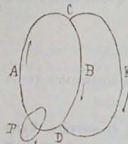


Fig. 59.

valore sostituendo un ramo di circuito all'altro. Dico per di più che la  $h$  non varia con la natura del mezzo ove si produce il campo magnetico. Infatti supponendo due circuiti posti in mezzi differenti, indefinitamente estesi per ogni caso, e percorsi da correnti di uguale intensità, posso supporre che entrambi si trasformino in circuiti rettilinei indefiniti, e ciò senza che  $h$  vari. Ora per tali correnti rettilinee abbiamo già visto che, qualunque sia la natura del mezzo,

il campo e quindi  $h$  non variano, purchè percorsi da correnti di uguale intensità (vedi n° 71).  
Potremo enunciare nel seguente modo il risultato ottenuto: *Il campo magnetico dovuto a un circuito elettrico posto in un mezzo indefinitamente esteso, equivale a quello di una lamina magnetica semplice acente il medesimo contorno e una potenza magnetica proporzionale alla intensità della corrente. Questo campo non varia cambiando la natura del mezzo, purchè indefinitamente esteso, in cui si produce.*

Se scegliamo ora l'unità di corrente in modo che nella formula  $V = h i \omega$  diventi  $h = 1$  allora la formula diventa

$$V = i \omega$$

e si potrà così enunciare:

*Il campo magnetico dovuto a un circuito elettrico posto in un mezzo indefinitamente esteso e di natura qualunque, equivale a quello prodotto al suo esterno nel mezzo aere  $k = 1$  (aria), da una lamina magnetica di potenza uguale alla intensità di corrente ed acente il circuito per contorno.*

L'unità di misura di corrente definita dalla  $h = 1$  dicei elettromagnetica e noi la potremo definire dalla seguente proprietà: Se l'unità di massa percorre una curva chiusa intorno a un circuito percorso dalla unità di corrente attorno una variazione di  $\omega$  uguale a  $4\pi$  (vedi n° 72), quindi un lavoro uguale a  $4\pi$ .

Quindi: *Unità elettromagnetica di corrente è quella per cui il lavoro per ogni curva chiusa concatenata è uguale a  $4\pi$ .*

Si vede pure che questa unità di misura coincide con quella di cui si è fatto cenno parlando delle correnti rettilinee (vedi n° 71), perchè anche colà l'unità di corrente dà per un giro completo il lavoro  $4\pi$ .

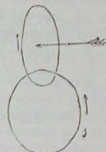


Fig. 60.

76. — *Espressione generale del potenziale nel caso di circuito qualunque.* — Nella formula  $V = \omega i$  trovata al n° precedente,  $\omega$  rappresenta l'angolo solido sotto cui si vede il contorno dal punto considerato, e secondo la convenzione già fatta per le lamine magnetiche si deve prendere positivo se prospetta alla faccia Nord della lamina ideale equivalente, e negativo se prospetta alla faccia Sud.

Siccome per tale lamina la magnetizzazione ha la direzione del campo, come risulta dalla dimostrazione del n° 74, ne risultano evidenti le seguenti regole:  $\omega$  si prenderà positivo per un punto P qualunque quando dalla superficie apparente interna del circuito si vede venire la forza verso il punto P; secondo la convenzione proposta da Silvanus Thomson, in queste superficie apparenti il flusso

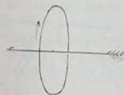


Fig. 61.

di forza che ne esce diretto verso il punto P è rappresentato con punti. Invece  $\omega$  si prenderà negativo quando dal punto P considerato si vede il flusso di forza che attraversa il circuito allontanarsi da P. Secondo la succitata convenzione il flusso di forza si rappresenta con delle croci.

Oppure si avrà ancora questa regola: le aree della superficie apparente del circuito si prendono positive, ossia  $\omega$  positivo quando dal punto P si vedono percorse dalla corrente a sinistrorso, e si prendono

negative se percorse a destrorso (cioè nel senso delle lancette di un orologio).

L'angolo  $\omega$  potrà anche avere più falde e bisognerà fare la somma algebrica delle aree apparenti di ciascuna falda, che corrispondono a differenti falde della lamina magnetica equivalente. Così nel caso dell'area apparente del circuito raffigurata in figura 62, si dovrà contare  $\omega$  positivo e porlo uguale ad  $A+B$ . Nel caso della figura inferiore si dovrà porre  $\omega = A - B$ .

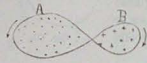


Fig. 62.

Però la formola così interpretata non rappresenta ancora tutti i valori che può prendere il potenziale nel campo prodotto da una corrente perchè questo è una funzione polidroma. Quando l'unità di massa partendo da P si reca in P' lungo la linea P A P' il potenziale diminuisce,  $\omega$  da positivo si annulla e poi diventa negativo e la forza fa un lavoro positivo (vedi fig. 63).

Ora se da P' si ritorna in P lungo la linea P' B B,  $\omega$  si annulla e ritorna al valore primitivo, e quindi il lavoro fatto lungo tutta la curva è nullo. Ma se invece da P' si torna in P lungo il percorso P' D P, in modo che P A P' D sia concatenato col circuito, l'angolo  $\omega$  restando negativo cresce sempre più e prende quando il punto è giunto in P il valore  $-(4\pi - \omega)$ , onde il potenziale lungo tutto il percorso varierà di  $V_2 - V_1 = -4\pi i$ .

Se invece la curva concatenata è percorsa in senso inverso all'andamento del campo allora occorrerà consumare un lavoro somministrato dall'esterno e il potenziale in P crescerà di  $4\pi i$ . Se la curva fa parecchi giri concatenati col circuito allora la variazione di potenziale alla fine di  $n$  giri sarà  $4\pi n i$ , intendendo i giri contati positivi o negativi, secondo il verso in cui sono percorsi.

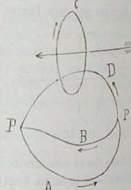


Fig. 63.

Se nel fare un giro chiuso la curva descritta dal corpo si concatena due o più volte col circuito, allora tutti gli  $\omega$  dovuti a ciascuna falda del cono che si concatena variano di  $4\pi$  o di  $-4\pi$ , e quindi in ultima analisi si dovrà sempre calcolare la variazione del potenziale con la  $4\pi n i$  ove  $n$  rappresenta la somma algebrica delle concatenazioni.

77. — Circuitazione della forza nei campi elettromagnetici. — Nei calcoli quello che importa più spesso di determinare è il lavoro fatto sulla unità di massa lungo una curva chiusa comunque concatenata col circuito. Tale lavoro, essendo dato dalla differenza dei potenziali iniziale e finale, sarà per un circuito concatenato una sola volta e percorso nel verso della forza  $4\pi i$  e da  $-4\pi i$  se il circuito è percorso in verso contrario al campo. Ora si sa che la corrente elettrica e le linee di forza del campo magnetico generato, soddisfanno alla regola del cavatracchioli di Maxwell, essendo fra loro concatenati. Una tale concatenazione si dice *destrorsa*, e *sinistrorsa* quella contraria. Considerando ora la direzione del moto di un punto unita su una linea B qualunque concatenata col circuito A, per rispetto alla direzione della corrente, dotremo dire che se tale concatenazione è destrorsa il lavoro fatto lungo un circuito chiuso è  $4\pi i$ , se è sinistrorsa tale lavoro è  $-4\pi i$ , cioè negativo, poichè nel primo caso il moto avviene nel senso del campo, nel secondo caso avviene in verso opposto.

Sia N il numero totale delle concatenazioni della curva col circuito, cioè la somma algebrica delle concatenazioni *destrorse* o positive, e di quelle *sinistrorse* o negative, potremo così esprimere il lavoro dell'unità di massa lungo una curva qualunque

$$\int F, ds = L = 4\pi N i.$$

Se infine a generare il campo si ha più di un circuito allora il lavoro o la circuitazione della forza lungo una linea chiusa comunque concatenata col circuiti sarà espressa da

$$L = 4\pi \Sigma N i.$$

(Continua).

LUIGI BERTOLDI ing.

## RASSEGNE TECNICHE E NOTIZIE INDUSTRIALI

## DI ALCUNI STUDI ED ESPERIMENTI SULLE CALDAIE A VAPORE

Lo sviluppo preso in questi ultimi tempi dai motori a gas ed a petrolio e la tendenza di essi a sostituirsi ai motori a vapore negli impianti industriali fissi ed in quelli di trazione, hanno fatta convergere l'attenzione degli studiosi sopra la vecchia caldaia a vapore, per vedere se nella costruzione di essa e nella disposizione delle sue parti non fosse possibile apportare modificazioni che ne rendessero più economico l'uso, e renderla tale in modo da poter competere con i più moderni congegni termotecnici, i quali se ne danno ancora la pratica garanzia di un andamento sicuro come quello delle macchine a vapore, presentano però l'inevitabile vantaggio di una grande economia.

I miglioramenti che si cerca di poter ottenere nei generatori a vapore, allo scopo di aumentarne il rendimento, possono dividersi in diverse categorie: quelli che tendono a migliorare e completare la utilizzazione del combustibile e dei prodotti della combustione; quelli che cercano di ottenere invece una maggiore produzione del vapore, migliorando la circolazione dell'acqua nelle caldaie; quelli infine che hanno per scopo di impedire le perdite di carico nella pressione nelle varie parti della caldaia e nelle diminzioni di vapore. Presentare un quadro completo di tutti questi studi e di tutte queste ricerche, sarebbe cosa troppo ardua e tale che uscirebbe dai limiti di un semplice articolo di rivista, mi limiterò soltanto a riferire i più importanti risultati di alcune delle più recenti esperienze.

Per quanto si riferisce alla prima categoria di innovazioni sono noti gli studi che da tempo si fanno per migliorare il sistema delle griglie del focolare, nel duplice intento di porgere un più conveniente sostegno del combustibile, con una contemporanea migliore distribuzione di esso, e di assicurare il contatto con l'ossigeno dell'aria nelle condizioni più buone possibili, e quelli

per rendere continuo ed automatico il caricamento del combustibile stesso al fine di evitare l'afflusso repentino di correnti di aria fredda sulle parti riscaldate della caldaia ed il ripetersi di periodi nei quali la combustione avviene volta a volta con eccesso di combustibile e con eccesso di aria comburente.

Basterà a tal uopo ricordare la griglia a catena *Babcock & Wilcox*, già nota favorevolmente fino dall'anno 1900, della quale si sono già fatte tante applicazioni e che recentemente (Brevetto inglese 5632 del 1903) ha ancora subito nuove modificazioni e perfezionamenti; la griglia *Coffin* (Brevetto americano 734671), divisa in due parti eguali che alternativamente possono muoversi attorno ad un perno, e nella quale si può a volontà con la stessa leva imprimere un movimento oscillatorio a queste due parti, oppure alle singole sbarre che le costituiscono; la griglia *Normand* (Brevetto inglese 3386 del 1903), pare simile alla precedente e nella quale pure metà per metà si può ottenere uno scarramento facile e sicuro per mezzo di bielle e manovelle; la griglia *Hillon* ad aria soffiata, a stecche di persiana, inclinate in senso opposto in maniera che i getti di aria debbano incontrarsi e mescolarsi senza andare direttamente a battere sulle lamiere o sui tubi. Nelle esperienze comparative eseguite con questo tipo di griglia e con una griglia ordinaria si sono ottenuti nelle caldaie *Belleville* del laboratorio di meccanica del *Conservatoire des arts et métiers* nel luglio di questo anno i seguenti risultati:

Data dell'esperimento . . .	19 giugno	22 luglio	21 luglio	3 agosto
Qualità del combustibile . . .	ordinario (1° scelta)	ordinario (1° scelta)	ordinario (2° scelta)	ordinario (2° scelta)
Apparecchio provato . . .	griglia ordinaria Belleville	griglia Palma si scatta lateralmente	griglia Felde si scatta lateralmente	griglia ordinaria a catena Belleville
Durata dell'esperimento . . .	7 ore	7 ore	7 ore	7 ore
Peso totale del combustibile bruciato . . . . .	776 kg	633,9 kg	692,5 kg	766 kg
Consumo reale di p. v. di combust. . . . .	—	7,25	13,3	10,8
Peso totale dell'acqua vaporizzata, dedotta il vapore consumato dagli insufflatori . . .	4.313 kg	4.684 kg	3.999 kg	5.035 kg
Vapore consumato dagli insufflatori riportato a 0° ed a 100° . . . . .	—	155,4	176,31	—
Vapore consumato dagli insufflatori espresso in % rispetto al vapore totale prodotto dalla caldaia . . . . .	—	3,3	4,2	—
Vaporizzazione a 0° ed a 100° per kg di combustibile bruciato (dedotti gli insufflatori) 56 . . . . .	—	7,2	6,5	6,6
Pressione media . . . . .	9,2 kg	9,25 kg	8,75 kg	8,25 kg

Altri esperimenti (1) furono fatti sulla caldaia sperimentale tipo *Babcock*

(1) *Engineering Record*, 25 luglio, 1903.

e Wilcox della Università dello Stato dell'Ohio (S. U. A.), con economizzatore Green e riscaldatore di aria, con aria soffiata ed aspirata per mezzo di un ventilatore Sturtevant. La caldaia aveva 56 tubi di  $100 \times 450$  m ed il diametro di 1,07 m di diametro, una superficie riscaldata di  $102 \text{ m}^2$ ; e la forza di 107 cavalli. L'economizzatore di 48 tubi di  $115 \times 2,74$  m aveva una superficie di  $5,295 \text{ m}^2$  ed il riscaldatore d'aria con 351 tubi di  $50 \times 2,44$  m una superficie di  $131 \text{ m}^2$ . Il ventilatore aspirante con la ruota di 1,23 m di diametro era comandato direttamente da una macchina verticale a cilindro, mentre il ventilatore a gotti d'aria forzata aveva una ruota del diametro di 0,915 m ed era comandato mediante cinghia. L'alimentazione era fatta da una pompa Knowles; il vapore veniva essiccato da un separatore Strain e la tuberia e la parte più alta dell'economizzatore erano ricoperti di guarnitura isolante Devonnes a base di magnesia e convenientemente disposta.

La migliore vaporizzazione di  $19,48$  kg per chilogramma di carbone bruciato si ottenne usando l'economizzatore ed il riscaldatore ed abbracciando  $100$  kg di combustibile per  $\text{m}^3$  di griglia e per ora, con un rendimento della caldaia del  $74\%$ . Senza riscaldatore d'aria il rendimento scendeva al  $69\%$ , mentre l'economizzatore da solo aumentava il rendimento stesso del  $8,5\%$ , circa.

In due altri esperimenti, l'uno con riscaldatore di aria solamente ed una combustione di  $125$  kg per  $\text{m}^3$  di griglia e l'altro con tirante forato senza economizzatore ed una combustione di  $170$  kg per  $\text{m}^3$  di griglia, si ebbero rispettivamente una vaporizzazione di  $7,44$  kg e  $7,27$  kg per chilogramma di combustibile, dimostrando così il poco effetto ottenuto con il riscaldamento preventivo dell'aria.

Il consumo di combustibile, che con un tiraggio di  $5$  mm era di  $1,27$  kg per  $\text{m}^3$  di griglia e per ora, passava a  $200$  kg quando il tiraggio montava a  $14$  mm, facendo salire la potenza della caldaia dell' $11\%$ , sopra nominale. Le pareti della caldaia impiegarono  $76$  ore a saturarsi di calore; le perdite per irradiazione variarono dal  $12$  al  $18\%$ ; quelle del carbone non bruciato dall' $1$  al  $4\%$ ; quelle del carbone trascinato meccanicamente dai gas combusti dal  $6,2$  al  $12\%$ ; le perdite per eccesso d'aria oscillarono dal  $2$  al  $7\%$ ; quelle per combustione imperfetta dal  $0,8$  al  $4\%$ .

Altri esperimenti (1) comparativi in caldaie a tubi di acqua furono eseguiti dall'ing. A. Bement adoperando 3 caldaie tipo Heine ed una Babcock e Wilcox, di principi delle quali sono riprodotti nella tabella seguente:

	A	N. 1	N. 2	N. 3
Superficie riscaldata bagnata dall'acqua . . .	$\text{m}^2$ 372	400	446	446
Id. id. in contatto col vapore . . .	$\text{m}^2$ 25			
Potenza nominale cav-vap. . . . .	400	434	480	480

(1) *Engineering News*, 11 giugno 1903.

	A	N. 1	N. 2	N. 3
Superficie effettiva cav-vap. . . . .	443	432	564	580
Superficie della griglia . . . . .	$\text{m}^2$ 6	7	7	7
Lunghezza del contatto dei gas caldi coi tubi . . .	m 6,30	3,90	4	4,80
Temperatura del gas all'uscita . . . . .	$^{\circ}\text{C}$ 250	245	318	313
Temperatura del vapore . . . . .	$^{\circ}\text{C}$ 178	192	193	192
CO, nei gas combusti . . . . .	$\%$ 9,22	7,93	10,7	10,3

La caldaia A del tipo Babcock e Wilcox ha 12 file verticali di tubi e 16 orizzontali; i gas lasciando il focolare lambiscono i tubi della prima fila, si ripiegano due volte attraverso al rimanente fascio tubulare e finalmente si avviano al camino. Le altre caldaie sono del tipo Heine; il n. 1 ha 15 file verticali e 19 orizzontali di tubi; il n. 2 17 file verticali e 19 orizzontali e il n. 3 è identico al n. 2.

Nelle caldaie n. 1 e n. 2 i gas abbandonando il focolare si dirigono verso il fondo, si ripiegano poi verso l'avanti, per tornare di nuovo dall'avanti verso il fondo e di là dirigersi al camino; nella caldaia n. 3 i gas lambiscono il fascio tubulare una volta di più che nelle precedenti.

Tutte le caldaie hanno la griglia a catena del tipo Babcock e Wilcox e nelle caldaie Heine i tubi della prima fila in basso sono completamente ricoperti con mattoni refrattari di forma speciale fino all'altare e solamente per metà dall'altare fino alla distanza di  $1,20$  m dal medesimo.

Il rendimento totale fu, se si comprendono insieme la caldaia ed il focolare, per le caldaie A e n. 1 rispettivamente del  $57,83$  e del  $59,12\%$ ; per la caldaia soltanto del  $77,59$  e del  $70,12\%$ .

Il rendimento della caldaia A risultò quindi del  $7,57\%$ , superiore di quello della caldaia n. 1; mentre che il rendimento del focolare della caldaia n. 1 fu superiore del  $8,85\%$ , rispetto a quello del focolare della caldaia A; la qual cosa dipende dal fatto che nella caldaia A si perdeva l' $8,86\%$  del calore del combustibile per combustione incompleta.

Nella caldaia n. 1 a causa del rivestimento dei tubi con mattoni refrattari i gas debbono percorrere  $3,60$  m prima di venire in contatto diretto dei tubi della caldaia, e poi ancora un'altra lunghezza di  $1,30$  m, in cui il rivestimento è ridotto soltanto alla metà, di maniera che la combustione si fa quasi completamente, prima che i gas vengano raffreddati dai tubi; ciò invece non avviene nella caldaia A, dove i gas, distillati sui davanti del focolare, passano direttamente sopra i tubi con una combustione incompleta e fumosa, che si può, è vero, dissipare con un eccesso d'aria andando però incontro a perdite ancora più grandi.

Mentre che con una camera di combustione in mattoni refrattari ben disposta si può arrivare ad una combustione completa con un debole eccesso di aria.



L'impiego del rivestimento refrattario ha permesso di ottenere con la caldaia n. 1 e n. 3 un rendimento molto elevato con una combustione completa e di proteggere inoltre efficacemente i tubi delle file più basse.

In pratica le griglie a catena si mostrano insufficienti per molti riguardi, ed in primo luogo per la perdita in combustibile non abbruciate. Anche la dimensione dei pezzi di carbone ha una grande influenza sull'andamento della combustione e può far variare il rendimento della griglia dal 10 all'80%.

Si può in parte porvi rimedio mantenendo lo strato di carbone molto sottile e marciando con un eccesso di aria, che però porta a perdite almeno equivalenti a quelle che si vogliono evitare. L'ingresso dell'aria nella parte posteriore della griglia rappresenta pure una perdita alla quale si può in parte ovviare riducendo con mattoni o meglio con tubi di acqua lo spazio vuoto solamente ad avere la dimensione necessaria per il passaggio delle scorie.

Con le griglie a catena il rendimento aumenta a misura che il tiraggio diminuisce, ma viceversa la potenza aumenta con il tiraggio, per modo che bisognerebbe poter far variare automaticamente il consumo della griglia in relazione al tiraggio, e, nei casi di grande consumo, poterlo attirare contemporaneamente con una aspirazione d'aria al disotto della griglia ed una insufflazione al di sopra.

La perdita per il passaggio attraverso le sbarre si può ritenere che sia dell'1%, circa.

Si cerca pure di ottenere un aumento di rendimento nelle caldaie sostituite al combustibile solido incombusto ed ingombrante un combustibile liquido, il petrolio. Secondo esperimenti fatti nella marina di guerra americana (1), a vaporizzazione eguale, il rendimento per m<sup>2</sup> di superficie riscaldata con l'alimentazione a petrolio è superiore del 5%, circa a quello dei focolari a carbone e permette di aumentare la potenza dalle caldaie dal 15 al 50%. Con il petrolio, secondo il predetto esperimento, si può raggiungere una vaporizzazione equivalente alla combustione di 4.15 kg di carbone per m<sup>2</sup> di griglia e per ora, superiore del 18%, a quella che si può ottenere realmente e corrispondente ad una potenza di 5 cavalli per m<sup>2</sup> di superficie riscaldata.

Con il petrolio il rendimento della caldaia raggiunge il 65%, con una combustione corrispondente ad un consumo di 2.73 kg di carbone per m<sup>2</sup> di griglia e per ora e ad una potenza di 3.5 cav. vap. per m<sup>2</sup> di griglia.

Negli esperimenti eseguiti a Denton il petrolio ha dato un rendimento del 78.5%, con una vaporizzazione di 18 kg per metro quadrato di superficie riscaldata e per ora, mentre invece con l'antracite si era solamente raggiunto il 60%.

(1) *Engineering Magazine*, giugno 1903.

Inoltre nelle grandi installazioni l'impiego del petrolio può far diminuire la mano d'opera del 75%, e si risparmiano ancora tutte le spese e le noie del trasporto delle ceneri.

L'alimentazione a petrolio sopprime inoltre l'inconveniente di dover aprire e chiudere la porta del focolare, con la conseguente introduzione di getti di aria fredda sulle pareti della caldaia e sui tubi, diminuendo così le spese di manutenzione della caldaia; d'altra parte però la temperatura del focolare essendo molto più elevata e la fiamma del petrolio vibrando continuamente, l'usura delle guarnizioni del focolare aumenta quasi del doppio, di maniera che per una caldaia di 200 cav. vap. bisogna contare sopra un aumento di spesa di circa 250 franchi all'anno.

Inoltre la compressione dell'aria necessaria per la polverizzazione del getto di petrolio richiede il consumo di una parte del vapore prodotto, consumo che varia dal 2 al 4%, della quantità totale.

..

Gli studi tendenti ad ottenere una maggior produzione di vapore migliorando e rendendo più rapida ed intensa la circolazione dell'acqua nelle caldaie furono seguiti in Francia specialmente dall'ing. Montpet, il quale nello scorso giugno espose alla *Société des ingénieurs civils de France* i risultati dei suoi studi dividendoli in due parti: la prima relativa alle caldaie a bollitori, semi tubulari e a due corpi sovrapposti; la seconda riferentesi alle caldaie multitubulari.

Gli apparecchi ideati dall'autore essendo tutti smontabili, non presentano nessun ostacolo alle visite interne, ed i risultati ottenuti nelle numerose applicazioni mostrano che la circolazione dell'acqua nelle caldaie permette un aumento sensibile di vaporizzazione e contemporaneamente una economia importante di combustibile.

Inoltre la circolazione attiva dell'acqua mantiene in sospensione i sali scelti nell'acqua di alimentazione, i quali non possono depositarsi che quando si toglie il fuoco alla caldaia, per poi essere rimossi in movimento, quando questa viene riaccesa, di maniera che essi non restano aderenti al metallo e non possono isolare la lamiera dall'acqua. Impedendo la saturazione, col fare delle estrazioni più o meno frequenti di acqua durante l'esercizio, a seconda della velocità di vaporizzazione e della natura dell'acqua, si possono senza altro mantenere le caldaie perfettamente pulite.

Delle esperienze fatte sopra diverse caldaie a bollitori hanno dimostrato che si può raggiungere una vaporizzazione di 22 a 27 kg per m<sup>2</sup> di superficie di riscaldamento, conservando sempre un andamento economico.

Nelle caldaie semi tubulari si è trovato che favorendo la circolazione possono

venire di molto ridotte le dimensioni per modo che, a produzione eguale, esse occupano lo stesso spazio delle caldaie multitubulari con maggior economia, con un più grande volante di calore e con una maggiore facilità di accesso.

Esperimenti di vaporizzazione eseguiti ripetatamente hanno dimostrato, che nelle caldaie semi tubulari a circolazione si poteva ottenere in via normale una vaporizzazione di 16 a 17 kg per m<sup>2</sup> di superficie riscaldata, con il consumo di un chilogramma di carbone di 8000 calorie per ogni 9 kg di acqua vaporizzata; mentre che in eguali caldaie senza circolazione si potevano ottenere soltanto dagli 11 ai 12 kg di vapore per m<sup>2</sup> di superficie riscaldata e 8.500 kg per kg di equal combustibile bruciato.

L'ing. Montpet ha pure applicato la circolazione rapida a caldaie con il focolare amovibile, ottenendo dei risultati che dimostrano come si possa anche in queste caldaie impedire i depositi calcari. Egli ha inoltre studiato i mezzi per impedire i depositi calcari nei tubi delle caldaie Field e quelli per assicurare la circolazione intorno ai focolari delle altre caldaie verticali, ottenendo nelle prime in via normale una vaporizzazione di 25 kg, che può raggiungere i 35 ed anche i 40 kg in caso di bisogno, ed aumentando nel secondo la produzione del vapore in ragione che varia dal 30 al 50%.

Tutti i risultati enunciati sono confermati da oltre 500 applicazioni già fatte ed in esercizio nella industria e dalla decisione della Compagnia di Friedlitz di voler applicare tali apparecchi a tutte le caldaie di sua costruzione.

Per quanto riguarda le caldaie multitubulari l'ing. Montpet descrive i differenti tipi di caldaie, che egli ha ideato basandosi sopra il concetto da una rapida e razionale circolazione rende sempre più economica la vaporizzazione. Egli dimostra che gli inconvenienti dovuti ad una combustione troppo attiva sono dovuti all'insufficiente ritorno d'acqua, e perciò egli raccomanda nella costruzione delle caldaie di adottare tubi a dilatazione libera, fissati a casse di lamiera poste sul davanti e collegate con il serbatoio superiore con condotte di sezione larghissima. Egli descrive un tipo di generatore da lui costruito a due facce simmetriche, con i tubi di un fascio rientranti in quello dell'altro, disposizione che permette di ottenere una superficie di riscaldamento considerabile in uno spazio limitatissimo.

Dice poi che è facile poter determinare per mezzo del calcolo le diverse produzioni di vapore nelle differenti parti di una caldaie e di rendersi conto delle sezioni insufficienti allo sviluppo del vapore od al ritorno dell'acqua. Egli fa risaltare l'importanza di assicurare lo sviluppo di vapore per evitare che i tubi si sovrariscaldino, e dimostra i vantaggi che presentano in questi senso le lamine d'acqua, o casse in lamiera, che possono essere stabilite, a seconda delle vaporizzazioni che si vogliono ottenere, sui collettori delle varie sezioni della caldaie. Cinque caldaie di questo sistema, a tubi di dilatazione

libera, hanno funzionato all'Esposizione del 1900 ed hanno dato, ad aumento normale ed economico, la vaporizzazione da 16 a 17 kg per m<sup>2</sup> di superficie di riscaldamento, vaporizzazione che ha potuto essere portata fino a 29 e 30 kg. Egli riferisce inoltre i risultati di esperimenti di vaporizzazioni, che sono stati fatti dagli ingegneri della marina francese sopra una caldaie di questo tipo, e che hanno dato 36 kg di vapore per m<sup>2</sup> di superficie di riscaldamento e 9.705 kg d'acqua vaporizzata per chilogramma di carbone. Gli esperimenti sulla facilità, con la quale si possono smontare i tubi di questo tipo di caldaie marina, hanno provato che in quaranta minuti è possibile vuotare la caldaie, contenente più di 4000 litri, levare un tubo, rimpiazzarlo con uno nuovo, riempire di nuovo la caldaie, riaccendere il fuoco e rimettere la caldaie in pressione.

(Continua).

#### Esperienze comparative sui combustibili per automobili.

Il laboratorio sperimentale impiantato dall'Automobil-Club di Francia presso Parigi, a Levallois-Perret, rue du Bois, 128, ha recentemente fatto conoscere i risultati delle esperienze comparative istituite sopra una lunga serie di combustibili nella quale sono compresi quelli più ordinariamente in uso negli automobili.

Tutti i combustibili provati erano sperimentati sopra un motore orizzontale Gillet-Forest ad un solo cilindro di 140 mm di diametro e 160 mm di lunghezza.

Questo motore metterà in azione una dinamo il rendimento della quale poteva venir letto in Volta ed in Ampère sopra alcuni strumenti elettrici. Le esperienze erano condotte dall'ing. Lumet addetto al laboratorio stesso, ed erano riferite alla gasolina del laboratorio presa come campione.

Nella tabella riportata i differenti combustibili sono divisi in gruppi a seconda del loro peso specifico.

Adoperando la gasolina con una densità inferiore a 0.700 (71° B.), si consumavano 0.539 litri per cavallo-ora, con gasolina di densità fra 0.700 e 0.715 (71° e 69.5° B.) 0.529 litri, con gasolina al disotto di 69.5° B. di 0.549 litri, con diversi combustibili leggeri 0.598 litri, con mescolanze di alcool 0.606 litri per cavallo-ora.

Per ottenere la medesima forza è quindi necessario consumare circa il 28%, più di alcool che di gasolina.

La forza è presso a poco la medesima per tutti i combustibili provati eccetto uno. La colonna, che dà la forza in cavalli, è stata dedotta con il calcolo dalle due colonne che danno rispettivamente il consumo orario totale ed il consumo per cavallo-ora.

NOME COMMERCIALE DEL COMBUSTIBILE	Peso specifco	Temperat. c.	GG al F	Pesa in tar.	Calore (calorico)	
					comune	maximo
<b>Peso specifico inferiore a 0,700</b>						
Motolina Lepretre . . . . .	0,695	23,5	800 650	10,0 9,75	5,86 5,25	0,546 0,450
Essenza A - Deutsch . . . . .	0,647	22,0	800 650	9,75 9,43	5,13 5,54	0,620 0,585
Vaporina A - Lille et Bonnières	0,686	21,5	800 650	10,0 9,53	5,40 5,13	0,540 0,540
Vaporina B - Lille et Bonnières	0,696	23,0	800 650	10,0 9,05	5,22 4,80	0,502 0,501
<b>Peso specifico fra 0,700 e 0,715</b>						
Vaporina C - Lille et Bonnières	0,714	21,0	800 650	10,0 9,21	5,22 4,71	0,502 0,525
<b>Peso specifico superiore a 0,715</b>						
Motolina n. 2 - Lepretre . . . . .	0,718	21,0	800 650	5,63 9,48	5,22 5,68	0,540 0,509
Motolina n. 3 - Lepretre . . . . .	0,732	22,0	800 650	5,50 9,19	5,54 4,90	0,595 0,582
Essenza B - Deutsch . . . . .	0,735	21,0	800 650	10,0 9,74	5,63 4,90	0,540 0,501
Le Rapide - Cocar . . . . .	0,717	22,0	800 650	10,13 9,86	5,45 4,94	0,540 0,499
Eclair - Cocar . . . . .	0,726	22,0	800 650	9,14 9,08	4,94 4,54	0,545 0,484
<b>Combustibili vari</b>						
Lucilina . . . . .	0,708	23,0	500	7,42	4,90	0,603
Carbarina - Lepretre . . . . .	0,801	22,3	800 650	9,87 9,12	5,31 4,77	0,540 0,532
Motopetrole - Deutsch . . . . .	0,815	25,0	800 650	10,14 9,29	5,32 5,04	0,529 0,485
Luminol - petrole - Cocar . . . . .	0,820	22,0	800 650	10,31 10,0	6,31 5,81	0,613 0,581
<b>Miscelanze alcooliche</b>						
Electro - Lepretre 50 <sup>2</sup> / <sub>5</sub> alcool	0,842	24	800 650	9,25 9,02	6,17 5,73	0,657 0,622
L'Etincelle - Cocar 30 <sup>2</sup> / <sub>5</sub> alcool	0,824	22	800 650	9,88 9,84	8,85 7,90	0,839 0,694
Alcool - Cocar 50 <sup>2</sup> / <sub>5</sub> alcool . . . . .	0,849	22	800 650	10,26 9,57	6,88 6,18	0,845 0,640
Alcool - Volant - Lille et Bonnières 40 <sup>2</sup> / <sub>5</sub> alcool . . . . .	0,774	20	800	10,0	7,04	0,704

## NOTIZIE INDUSTRIALI

## CHIMICA.

**Analisi di antiche scorie trovate nell'isola d'Elba.** — Il signor A. W. Comber di Ramabudrapur, India, membro della Società inglese di chimica, pubblica i risultati di alcune analisi da lui eseguite sopra alcuni avanzi di vecchie scorie trovate nell'isola d'Elba, risultati che crediamo possano interessare i nostri lettori.

I minerali Elbani furono lavorati certamente dai Romani e dagli Etruschi e probabilmente da altri più antichi popoli mediterranei, e queste scorie trovate nell'isola sono senza dubbio i resti di quelle prime operazioni metallurgiche e rivestono per ciò uno speciale interesse.

Il signor Comber fece l'analisi di due campioni di queste scorie; il campione (a) consisteva di un sol pezzo, mentre il campione (b) potè essere estratto da una considerevole quantità di materiale, e quindi può essere ritenuto come il rappresentante più fedele della costituzione generale delle scorie stesse.

	(a)	(b)
Silice . . . . .	16,27	25,95
Ossido ferrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	15,23	15,86
Ossido ferroso (Fe O) . . . . .	56,24	44,67
Ossido d'alluminio . . . . .	5,81	7,31
Ossido di Manganese . . . . .	0,47	0,40
Ossido di calcio . . . . .	2,37	2,00
Ossido di magnesio . . . . .	0,77	0,67
Acido fosforico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	0,156	0,232
Acido solforico (S O <sub>2</sub> ) . . . . .	0,072	0,120
Acido arsenico (As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	—	—
Acqua sopra 100° C. . . . .	1,70	1,80
Acqua a 100° C. . . . .	0,88	0,98
	99,968	99,992

	(a)	(b)
Ferro metallico . . . . .	54.41 %	45.84 %
Fosforo . . . . .	0.068 *	0.102 *
Solfo . . . . .	0.029 *	0.047 *

Il risultato, facendo astrazione dalla forte quantità di ferro contenuta, ma ha bisogno di speciali commenti.

Per quanto riguarda questa apparente grande quantità di ferro, bisogna ricordare, non tenendo conto della forma estremamente primitiva dell'impianto, che i primi lavoratori, operando su piccole quantità di minerale, erano a grado di scegliere perfettamente il loro materiale, utilizzando solamente quei pezzi che all'apparenza dimostravano di contenere il minerale utile ai più alti tenori.

A conferma di questo il signor Comber riferisce i risultati di una analisi da lui pure eseguita su un campione scelto di minerale Elbano, ricco, essiccato a 100° C.

Ferro . . . . .	68.89 %
Fosforo . . . . .	tracce *
Solfo . . . . .	—
Silice . . . . .	tracce *

Ammettendo che il minerale adoperato per la fusione contenesse il 6%, di ferro, si può facilmente vedere che resta un margine sufficiente per la estrazione, ad onta che il metallo rimasto nelle scorie salga a circa la metà, specialmente se si considera la cosa dal punto di vista di quegli artisti metallurgisti, per i quali il tempo non aveva valore, ed il costo di produzione poteva venire calcolato in frazione di denari.

#### ELETTRICITÀ.

**L'elettricità nella piccola industria tessile in Germania.** — Ad Anrath, città della provincia Renana, altra volta fiorente per la sua industria tessile, per la maggior parte esercitata a mano ed a domicilio, ma di recente introdotto l'uso della energia elettrica per muovere i telai.

Questa introduzione non solo ha ridato la vita a molti telai da parecchi anni silenziosi, ma parecchi altri nuovi ne furono impiantati. I motori sono generalmente forniti con grandi facilitazioni al pagamento dalle stesse ditte dalle quali viene dato il lavoro di tessitura, ed in questa maniera l'operaio diventa in poco tempo padrone del proprio motore. Il costo annuo della corrente necessaria per muovere un telaio è calcolato in lire settantacinque con un accrescimento notevole nella capacità produttiva del telaio.

Il lavoro dell'operaio resta per tal modo molto ridotto, senza che, anzi durante il pagamento del motore, resti di molto diminuita la sua mercede, e con un miglioramento effettivo nelle condizioni sanitarie.

**L'elettricità nelle ferrovie suburbane berlinesi.** — L'amministrazione delle Ferrovie prussiane dello Stato ha stabilito di sostituire l'energia elettrica al vapore nella trazione dei treni fra Berlino e Lichterfelde. Ciascun treno dovrà essere composto di due lunghi carri di differente classe, ciascuno con compartimento separato per i fumatori.

Una tale decisione si ritiene che fra breve sarà presa per tutte le linee suburbane a vapore di Berlino.

**Treni elettrici a grande velocità.** — Gli esperimenti per aumentare la velocità dei treni istituiti fra Marienfeld e Zossen, presso Berlino, sembra che abbiano dato buoni risultati, perchè il Reichstag ha votato un altro credito di 350.000 lire per continuarli.

Un treno elettrico negli ultimi esperimenti ha raggiunto la velocità di 211 km all'ora, senza che si avessero a riscontrare pericoli e danni per la sicurezza del materiale e delle persone.

**Trasporto di energia elettrica da St. Maurice a Losanna.**

— Nel recente congresso della « Houille Blanche » il signor Thury ha riferito molti particolari sull'impianto con il quale l'energia elettrica viene trasmessa da St. Maurice a Losanna.

La corrente è generata da molte dinamo a corrente continua accoppiate in serie. La linea di trasmissione è lunga 58 km ed i conduttori sono sostenuti da 1200 sostegni e da 3000 isolatori del tipo a doppia campana; essa è stata costruita per portare 5000 cavalli a potenziale variabile e che può raggiungere i 22.000 Volta. L'isolamento della linea è stato provato con una corrente di 25.000 Volta; le perdite nell'aria asciutta raggiungevano solamente il 0,07 per cento dell'energia trasmessa, e nell'aria umida il 0,09 per cento. I risultati ottenuti sono stati così soddisfacenti, che si sta studiando la possibilità di economizzare un filo, stabilendo il ritorno per la terra.

#### MECCANICA.

**Turbina di 6000 cavalli effettivi.** — Recentemente la ditta Escher Wyss & Co di Zurigo ha costruito per la Shawinigan Water and Power Co di Montreal (Canada) una turbina, che merita di essere ricordata per le sue eccezionali dimensioni.

La turbina è una Francis doppia ad asse orizzontale ed è stata calcolata per una caduta da 38 a 41 m per un rendimento effettivo di 6000 cavalli, con 180 giri al minuto.

Essa ha le seguenti dimensioni principali:

Diametro . . . . .	1800 mm
Larghezza di una direttrice . . . . .	300 mm
Diametro dell'albero in corrispondenza dei supporti . . . . .	330 mm
Diametro del tubo d'introduzione . . . . .	2500 mm
Diametro del tubo di scarico . . . . .	2300 mm

La turbina è chiusa dentro una cassa in lamiera di ferro ripostante sopra un robusto zoccolo di ghisa ed è munita di un servo-motore idraulico automatico di precisione, il regolatore del quale è mosso per mezzo di cinghie dall'albero della turbina ed agisce sulla valvola di regolazione.

Dopo il definitivo impianto della turbina verranno istituite esperienze per determinare con precisione l'effetto utile ed il grado di regolazione della medesima.

#### METALLURGIA ED ARTE MINERARIA.

**Acciaio senza soffiature.** — Per produrre dell'acciaio senza soffiature l'ing. Meslan consiglia di aggiungere al metallo fuso una lega di alluminio e calcio. Questi due metalli sembra possano assorbire combinandosi tutti i gas che si trovano nell'acciaio.

**Ghisa resistente agli acidi.** — Il dottor Oscar Nagel di New-York si è dato a ricercare la composizione della ghisa, che fusa si presenta più resistente all'azione degli acidi. Dalle esperienze è risultato che essa dovrebbe essere assolutamente priva di zolfo e di rame ed aver una composizione che si avvicini ad una delle tre seguenti:

	A	B	C
Silice . . . . .	3.5	1.5	0.7
Manganese . . . . .	0.5	0.4	0.2-0.3
Fosforo . . . . .	0.2	0.2	0.3
Carbonio totale . . . . .	3.8	3.5	3.5

I migliori risultati furono dati da una ghisa composta di due parti di A di una di B e di una di C.

**Depositi di minerali di ferro sulle coste del Mare Mediterraneo.** — Vasti depositi di minerali di ferro furono recentemente scoperti nella parte meridionale Aragonesa della Spagna in Almohaja (provincia di Teruel) a nove miglia da Santa Eulalia, stazione della ferrovia centrale Aragonesa. Il minerale è costituito quasi esclusivamente da ematite contenente il 54.34 % di ferro e l'1.95 % di manganese. Sembra che esistano tre depositi

distinti contenuti in totale 33.000.000 di tonnellate di materiale estraibile, comprese 6.500.000 tonnellate di silicifero, e che il minerale sia di facilissima estrazione calcolandosi il costo in pesetas 1.50 per tonnellata. Il minerale stesso, quindi, non verrebbe a costare più di 6 o 7 pesetas alla tonnellata franco a bordo, tutto compreso. Altri importanti giacimenti di minerali di ferro si sarebbero pure trovati nella regione a sud-ovest della città di Tunisi. Finalmente giacimenti pure importantissimi di minerali di ferro si sarebbero rinvenuti in Grecia nella Eparchia di Lokris. Secondo i calcoli fatti questi ultimi giacimenti potrebbero contenere 33.000.000 di tonnellate di minerale ad un titolo superiore al 50 %, e potrebbero essere coltivati con facilità, in modo da poter dare il minerale ad un prezzo conveniente posto a bordo delle navi.

**Leghe convenienti per determinazioni di temperature.** —

Secondo l'*Engineering and Mining Journal* del 17 ottobre le seguenti leghe avrebbero un punto di fusione ben determinato e potrebbero venire adoperate per determinazioni di temperature.

Una composizione di nove parti di piombo ed una di argento, che fonde a 600° gradi C, una di sei parti di piombo e quattro di argento, che fonde a 600° C, ed infine una di otto parti di argento e due di rame che fonde ad 850° C.

**Selenio nel coke.** — Il prof. I. E. Smith ha trovato il selenio in quantità, che vanno dalle piccole tracce al 0.015 per cento, nel coke proveniente dal distretto minerario del Yorkshire in Inghilterra.

**Rame silicifero.** — Negli Stati Uniti viene prodotta una lega di rame contenente dal 10 al 15 per cento di silice in lingotti, che pesano dalle 15 alle 18 libbre inglesi. Questo metallo viene adoperato nelle ultime operazioni di raffinazione del rame invece dei composti fosforosi di esso, per dare maggior resistenza ai fili ordinari telefonici di rame elettrolitico, per dar il colore ai bronzi di zinco, pure in sostituzione del bronzo fosforeo, e per fare con il bronzo di alluminio delle leghe, le quali per resistenza alla trazione e durezza stanno fra l'ottone e le più dure leghe di bronzo fosforeo.

**Nuovo metodo per ottenere l'alluminio.** — Gustavo Gin di Parigi ha recentemente fatto brevettare un suo nuovo metodo per ricavare l'alluminio dalla bauxite. Egli produce l'alluminio decomponendo un elettrolito composto di una mescolanza fusa di fluoruro di alluminio e di solfuro

di sodio nelle proporzioni di una molecola del primo per tre molecole del secondo.

Il fluoruro di alluminio viene prodotto trattando la bauxite con una soluzione di acido fluoridrico. La decomposizione dell'elettrolito dà un residuo di fluoruro di sodio dal quale con un trattamento all'acido solforico si può rigenerare l'acido fluoridrico necessario alla preparazione del fluoruro di alluminio, ottenendosi del solfato di soda che alla sua volta può essere utilizzato per ricavarne il solfuro di sodio richiesto nel procedimento.

## L'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

### LO SVILUPPO INDUSTRIALE

#### E L'INSEGNAMENTO TECNICO IN INGHILTERRA

Mentre in Italia l'insegnamento tecnico generalmente viene discusso soltanto dalle persone che vi sono addette, e, la maggior parte delle volte, per questioni che chiameremo professionali, in Francia, in Inghilterra, in Germania, nell'America del Nord tutta la stampa scientifica e non scientifica si occupa dell'importante problema, ben sapendo qual gran parte esso abbia nella vita e nello sviluppo economico del paese.

Ed in queste discussioni non si ha timore di porre in luce i difetti e le deficienze, ma si cercano i mezzi ed i metodi per porre ad essi riparo, ricorrendo all'aiuto materiale e morale degli industriali, che sono i primi interessati nella questione, senza aspettare ogni miglioramento dall'azione governativa, e senza piangere e lamentarsi se una scuola, una istituzione è più largamente dotata di un'altra, se una città ha istituti d'istruzione tecnica con maggiori mezzi d'insegnamento della sua vicina.

A noi sorregge soltanto la speranza che l'esempio possa divenire contagioso, ed è perciò che abbiamo mantenuta aperta sulle colonne del nostro giornale una speciale rubrica sull'insegnamento industriale, nella quale questa volta crediamo opportuno riportare le impressioni del prof. H. I. HANNOVER, del Politecnico reale di Copenhagen e direttore del laboratorio governativo, di assaggi sopra lo sviluppo industriale e l'insegnamento tecnico in Inghilterra, impressioni che hanno formato oggetto di una conferenza, tenuta alla Società danese degli ingegneri, il 16 dicembre dello scorso anno.

LA REDAZIONE.

## Introduzione.

L'insignificante progresso dell'industria inglese, comparato a quello della Germania e dell'America, e la decrescente proporzione dei prodotti inglesi sul mercato mondiale hanno richiamato recentemente l'attenzione degli studiosi, i quali ne hanno riposto le cause nell'insufficiente metodo di educazione in generale ed in particolare in quello dell'insegnamento tecnico.

Avendo visitato nello scorso autunno un gran numero di stabilimenti industriali inglesi e molti Istituti e Facoltà universitarie, nei quali si impartisce l'insegnamento tecnico superiore, sono stato pregato dall'Associazione danese degli ingegneri di riferire le mie impressioni su queste visite, ed io di buon grado ho acconsentito, nella speranza che le informazioni e le opinioni contenute nel mio articolo, basate sulle osservazioni fatte nelle visite necessariamente brevi, vengono completate e corrette dalla successiva discussione.

Il mio viaggio incominciò da Newcastle, donde, dopo aver fatta una punta a Middlesbrough mi recai successivamente a Edimburgo, Glasgow, Leeds, Bradford, Manchester, Sheffield, Birmingham, Londra e Cambridge, dalla quale ultima città tornai a Copenhagen. In tutte queste città, eccetto che a Middlesbrough, visitai Istituti d'istruzione tecnica superiore, rivolgendo specialmente la mia attenzione ai laboratori per gli ingegneri.

## Officine e stabilimenti visitati.

Io visitai nel mio viaggio i seguenti stabilimenti industriali, tutti molto importanti, eccetto l'officina meccanica:

- Due ferriere inglesi ed una scozzese;
- Un cantiere navale scozzese con l'annessa fabbrica di macchine;
- Un'officina inglese per la fabbricazione dei ponti in ferro;
- Quattro stabilimenti meccanici inglesi;
- Un'officina meccanica scozzese;
- Una fabbrica di coltelli;
- Una fabbrica di penne;
- Una fabbrica di bottoni;
- Sei stabilimenti inglesi di tessitura;
- Uno stabilimento scozzese di tessitura.

Riassumo in breve l'impressione che ho riportato dalla visita di questi stabilimenti.

Gli impianti delle ferriere erano tutti fatti secondo le moderne esigenze della tecnica, e gli ingegneri, che mi furono di guida nella visita delle prime due, dimostrarono una speciale competenza e conoscenza della materia che in parte però avevano acquistata nelle scuole minerarie tedesche.

L'ingegnere, che mi fu compagno nella terza, aveva invece completata la sua educazione in Inghilterra.

Il cantiere navale non aveva impianti migliori del nostro cantiere di Copenhagen, cioè impianti molto vecchi. La fabbrica di macchine era in parte stata rimodernata, ma non, ad esempio, fino a poter competere con quella di Copenhagen, la quale già da alcuni anni è stata completata con macchinario americano e con nuovi fabbricati.

La fabbrica di ponti era assolutamente molto antiquata. Un nuovo riparto era stato costruito, ma in tutta la grande officina non sono stati capaci di trovare una macchina che io non conoscessi, essendo tutta piena di vecchie macchine, buone a far rottami.

Anche la fonderia era fornita soltanto di vecchie gru a braccia e non aveva macchine per modellare.

Le fabbriche di macchine erano in parte antiquate ed in parte moderne. Una di esse — la British Westinghouse Electric Manufacturing Company limited di Manchester — è la più completa e la più ben disposta fabbrica di macchine che io abbia visto. Essa è una recente derivazione del famoso stabilimento Westinghouse di Pittsburgh, che, dicono, impieghi 40.000 operai. Questa fabbrica è impiantata all'americana e fornita di macchinario eccellente di prima classe, esclusivamente americano.

L'officina meccanica, che io ho visitata nella Scozia, si trovava nelle cessionazioni ordinarie di simili fabbriche, ed in essa erano occupati a fabbricare istrumenti speciali inventati dai proprietari.

Nella fabbrica di coltelli io fui molto impressionato dalla collezione di corna e zanne di elefanti, destinate a diventare manici. In mezzo a molte altre era qui esposta la seconda più grande zanna di elefante che esista, essendo quella raccolta nel Museo di storia naturale di South Kensington, il più grande del mondo. Molto interessante ed imponente il locale di mostra dove erano esposti campioni molto fini di coltelli e articoli di fantasia, come, ad esempio, una tazza di avorio cavata fuori da una delle più grandi zanne che si siano trovate, un temperino con 102 lame, inserite in questi ultimi 102 anni.

Era curioso entrare in questa fabbrica composta di vecchie camere strette e basse, nelle quali i coltelli erano fabbricati come 50 anni fa, ciascuna lama essendo fucinata separatamente a mano. Gli operai dimostravano una pratica eccezionale, e la qualità delle sostanze impiegate era senza dubbio di primo ordine, per cui non è da meravigliarsi se i coltelli che escono di lì non possono competere per il prezzo troppo alto con quelli fabbricati sul continente, e perciò ne sia impossibile l'esportazione.

Nella fabbrica di penne io fui meravigliato di trovare di nuove i metodi di fabbricazione in uso una cinquantina d'anni fa. Il materiale per ogni singola penna era puzionato da un certo numero di presse a stampa mosse a mano. Lo stesso tipo di macchine era in uso per ogni successiva lavorazione. La considerabile esportazione, che questa fabbrica fa dei suoi articoli nel continente, può essere spiegata dal fatto che la maggior parte delle persone as-

suefatte ad adoperare una penna, continuano ad adoperarla anche quando sul mercato vengano introdotti prodotti migliori.

Giova però aggiungere che, senza dubbio, le penne fornite da questa Ditta sono di primissima qualità.

La fabbrica di bottoni era certamente più grande di questa di Copenhagen; ma le macchine non erano certamente migliori, essendovi completa assenza di macchine automatiche.

Alcuni degli uffici manifatturieri, che io ho visitato, erano così bene organizzati ed impiantati, come io non ho mai visto altrove. Ho però visitato una grandissima filatura e tessitura di cotone, che ancora non era provvista di alcuno di quei telai automatici americani, i quali senza che sia necessario arrestare il lavoro, possono essi stessi approvvigionarsi di bobine piene e gettarle via, quando sono consumate. Questi telai automatici possono essere mantenuti in azione con così poca sorveglianza, che una ragazza può attendere a dieci di essi, mentre con gli altri ordinarî non può bastare a più di quattro.

È evidente che si avrà sempre profitto a spendere molto nell'impiego di queste macchine, con le quali vengono ridotte moltissimo le spese correnti pei salari.

Ho poi visitato una fabbrica di velluto in Manchester, dove ho appreso che, in generale, la fabbricazione del velluto non si completa in un solo stabilimento. La stoffa tessuta in una fabbrica è comprata da mercanti, che la spediscono a Manchester, dove, in un altro stabilimento, le è data l'aspetto; viene poi spedita in un'altra città, dove si compie l'operazione del taglio del pelo, e, finalmente, in un'ultima, dove viene tinta, ed io sono rimasto molto meravigliato nel vedere come non si pensi di rendere possibile l'eseguire tutte queste operazioni in un solo stabilimento, risparmiando così tutte le spese di trasporto.

In una Casa di esportazione di Manchester io appresi che la città possiede una conduttura d'acqua all'alta pressione di 75 atmosfere circa per distribuzione di forza, cosa molto conveniente per le varie industrie.

#### Istituti d'istruzione superiore tecnica da me visitati.

Il primo Collegio che visitai fu quello delle Scienze di Durham, fondato in consorzio nel 1871 dall'Università di Durham e dall'Associazione degli ingegneri delle miniere e meccanici del Nord d'Inghilterra, e che recentemente è entrato in possesso di un nuovo fabbricato eccellentemente disposto.

In esso, dopo tre anni di studio, gli studenti ottengono il grado di *Bacheliers nelle Scienze* (B. Sc.), ottenuto il quale abbandonano l'Istituto, e dopo due anni possono subire gli esami per ottenere il grado di *Master of Science* (M. Sc.) e cinque anni dopo sono eleggibili al grado di *Dottore in Scienze* (D. Sc.). Pochi però sono quelli che compiono tutto il corso per ottenere questi diversi gradi.

Generalmente agli studenti si raccomanda di spendere negli studi tecnici

cinque anni e mezzo suddivisi nella seguente maniera. I primi tre quarti del primo anno nell'Istituto, l'anno ed un quarto seguente in un'officina, poi ancora due anni nell'Istituto ed infine un ultimo anno e mezzo di nuovo in un'officina. Esistono delle convenzioni con stabilimenti industriali per il ricevimento degli allievi come apprendisti. Gli studenti possono seguire i corsi d'ingegneria meccanica, di costruzione di navi o di ingegneria civile.

Il laboratorio d'ingegneria è piuttosto bene arretrato, e la macchina a vapore, impiantata per le esperienze, composta di quattro parti diverse, fornita da ditte differenti, è la più grande che esista nei laboratori di macchine europei, se si eccettua quello di Zurigo.

In Edimburgo ho visitato un piccolo laboratorio d'ingegneria annesso all'Università, e seppi che era allo studio il progetto per estendere considerevolmente gli edifici. L'Università comprende anche una piccola officina per coloro che si dedicano agli studi tecnici, ma essa era poco frequentata. Un solo professore è nominato nella Sezione d'ingegneria, e la medesima cosa avviene in generale in tutte le Sezioni tecniche delle Università inglesi.

Molto interesse presi alla visita dell'Università di Glasgow, e specialmente al nuovo « The James Watt Engineering Laboratory », nuovamente costruito con una spesa di 625.000 lire per gli edifici, e di 375.000 lire per l'arredamento.

Per quello che è a mia conoscenza, questa Università, col nome della quale è congiunto quello di molti grandi uomini (James Watt, ad esempio, fu preparatore e costruttore di apparecchi in essa, prima di aprire lo stabilimento di macchine a vapore in Soho con Boulton, donde i motori suoi si sparsero per tutta Europa), è ritenuta come la prima che abbia nominato un professore per l'insegnamento della scienza dell'ingegneria; ed in essa, cinquanta anni fa, uno dei suoi famosi insegnanti, Lord Kelvin, che recentemente si è ritirato dopo mezzo secolo d'insegnamento, chiamò gli studenti ad assistere agli esperimenti, dando così un primo e vigoroso impulso all'impiego di laboratori sperimentali di fisica per gli allievi.

(Continua).



## RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

## BIBLIOGRAFIA.

## NUOVE PUBBLICAZIONI.

*Journal de Chimie Physique, Electrochimie — Thermochimie — Radiochimie — Mécanique chimique — Stoechiométrie.*

Il prof. Filippo A. Guye, professore di Chimica alla Università di Ginevra, ha dato recentemente alle stampe il primo numero del *Journal de Chimie-Physique*, con il principale scopo di raccogliere e centralizzare tutto quanto viene scritto in francese sopra argomenti di fisico-chimica. In secondo luogo egli intende pubblicare nel giornale stesso un largo bollettino bibliografico, che analizzerà nella maniera più completa tutte le altre pubblicazioni su argomenti fisico-chimici, tutte le opere scientifiche importanti, e tutte le patenti dei brevetti rilasciati sopra questi speciali soggetti.

Si propone infine di completare le due prime parti della raccolta con la pubblicazione di Rassegne destinate a mantenere al corrente le più importanti e le più moderne questioni di fisico-chimica applicata, senza che gli studiosi siano obbligati di rivedere una lunga serie di memorie risalenti a parecchi anni indietro e che hanno relazione con discipline differenti.

Al nuovo confratello, della redazione del quale fa parte un egregio professore del R. Museo Industriale, salute ed auguri.

## BOLLETTINI

## NOMINE.

Con lettera ministeriale del 26 ottobre il prof. ing. Cerruti venne nominato professore incaricato di tecnologia tessile presso il R. Museo Industriale Italiano per l'anno scolastico 1903-1904.

Con lettere ministeriali del 17 ottobre i dottori Alberto Chiosetti e Ettore Pancani vennero nominati assistenti volontari rispettivamente dei laboratori di elettrochimica e di chimica tecnologica del R. Museo Industriale Italiano.

## CONCORSI.

**Concorso per il posto d'insegnante di proiezioni, prospettiva, disegno architettonico e costruzioni nella Scuola Industriale di Pisa.**

È aperto in Roma, presso il Ministero di agricoltura, industria e commercio, un concorso per il posto d'insegnante di proiezioni, prospettiva, disegno architettonico e costruzioni nella Scuola Industriale di Pisa, con lo stipendio annuo di lire 1900, al lordo della tassa di ricchezza mobile.

Il detto insegnante ha l'obbligo della stabile dimora in Pisa, e deve assoggettarsi a tutte le norme del regolamento della Scuola, approvato con decreto ministeriale del 26 ottobre 1888, nonché alla osservanza scrupolosa degli orari per il corso diurno e serale deliberati annualmente dal Consiglio direttivo della Scuola.

Il concorso è per titoli, ma la Commissione giudicatrice ha facoltà di sottoporre ad un esperimento di esami i concorrenti giudicati preferibili per i titoli presentati. La nomina sarà fatta, in via di esperimento, per un biennio, salvo a renderla definitiva se in detto periodo di tempo il candidato prescelto avrà fatto buona prova nell'ufficio affidatogli.

Le domande di ammissione al concorso, stese su carta da bollo da lire 1,20, dovranno essere spedite al Ministero di agricoltura, industria e commercio (divisione industria e commercio) in plico raccomandato con ricevuta di ritorno e dovranno pervenire al Ministero non più tardi del 30 novembre 1903.

Non sarà tenuto conto delle domande che giungeranno al Ministero dopo il termine sopra indicato.

Le domande dovranno essere accompagnate dai seguenti documenti:

- 1° atto di nascita;
- 2° certificato medico di sana e robusta costituzione;

3° certificato di buona condotta;

4° diploma di abilitazione all'insegnamento del disegno.

I documenti di cui ai numeri 2, 3 e 4 non dovranno avere data anteriore al 1° novembre 1903.

I concorrenti dovranno inoltre inviare al Ministero saggi e lavori attinenti alla materia che formano oggetto del concorso, ed anire un elenco, in carta libera ed in doppio esemplare, di tutti i documenti e lavori presentati.

Potranno poi inviare altri documenti che valgono a dimostrare la loro attività ed il posto a cui aspirano.

Roma, addì 26 ottobre 1903.

Il Ministro: G. BACCHELLI.

TORINO - Casa Editrice Nazionale RGUX e VIARENGO - ROMA

**Sono pubblicati**

I  
PROGNA BELGICA EDITRICE

Ing. EFFREN MAGRINI

**LA SICUREZZA E L'IGIENE DELL'OPERAIO NELL'INDUSTRIA**

I vol. in-12° con molte illustrazioni, rilegato in tela, L. 4.

216

II  
PROGNA BELGICA EDITRICE

Ing. MAURO AMOROSO

**CASE E CITTÀ OPERAIE**

**STUDIO TECNICO-ECONOMICO**

I vol. con numerose figure nel testo, rilegato in tela, L. 4.

**Le mois scientifique et industriel**

Revue internationale d'information.

Presso d'abbonamento.

Francia e Belgia Estero  
anno fr. 29 anno fr. 26  
Ann. - 23 Boulevard des Bateliers - Paris.  
Red. - 33 Boulevard des Bateliers

**Il Politecnico**

Rivista mensile  
Giornale dell'Ingegnere, Architetto Civile ed Industriale.

Presso d'abbonamento.

Italia Unione postale - Altri paesi  
anno L. 24 anno L. 30 - anno L. 35  
Amministrazione, Fagn 3, Sesia in Sca. 1 - Milano.

**Ingegneria Civile e Arti Industriali**

Periodico tecnico quindicimale.

Presso d'abbonamento.

Italia anno L. 20 - Estero anno L. 23

**L'Ingegnere Igienista**

Rivista quindicimale di Ingegneria sanitaria.

Presso d'abbonamento.

Italia anno L. 12 - Estero anno L. 15.  
Direz. ed Amm. - Via Riboldi, 31 - Torino

**Rivista di Artiglieria e Genio**

Publicazione mensile.

Presso d'abbonamento.

Italia anno L. 24 - Estero anno L. 30  
Direzione - Via Astelli, 15 - Roma.

**Giornale del Miquini**

Publicazione mensile.

Presso d'abbonamento.

Italia anno L. 8 - Unione Postale anno L. 10.  
Red. ed Amm. - Fagn 3, Sesia in Sca. 1 - Milano.

**L'Echo des Mines et de la Metallurgie**

Journal Bilingue

Presso d'abbonamento.

Paris Départements Etranger  
ann. fr. 38 anno fr. 38 anno fr. 45  
Ann. Belaz. - 26 Rue Branel - Paris.

**L'Industria**

Rivista Tecnica ed Economica Illustrata  
Pubblicazione settimanale.

Presso d'abbonamento.

Italia anno L. 30 - Estero anno L. 38.  
Red. ed Amm. - Piazza Cordusio, 2 - Milano.

**Revue du Travail**

publiée par l'Office du Travail de Belgique  
Parait tous les mois.

Abbonement

Belgique 2 fr. Union postale 4 fr.  
Bruxelles - Rue de la Limite, 21.

**Rassegna Mineraria**

e delle

Industria Mineraria e Metallurgica

Si pubblica il 15 di ciascun mese.

Presso d'abbonamento.

Italia anno L. 20 - Estero anno L. 30.  
Direz. ed Amm. - Gabbia, 24 - Torino.

**L'Ingegneria Sanitaria**

Periodico tecnico-igienico illustrato.

ANATA XIV - 1° Bimestre anno L. 12

1° Bimestre anno L. 12

ANATA XXII - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXIII - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXIV - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXV - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXVI - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXVII - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXVIII - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXIX - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXX - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXI - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXII - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXIII - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXIV - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXV - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXVI - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXVII - 1° Bimestre anno L. 5

ANATA XXXVIII - 1° Bimestre anno L. 5

POZZO GIOVANNI, *Gerente responsabile.*

Torino - Tip. Reax e Viarengo.

TORINO — ROUX e VIARENGO, Editori — TORINO

GALILEO FERRARIS

## ELETTROTECNICA

1 volume di oltre 450 pagine con molte incisioni.

È forse questa la più importante opera scientifica che sia pubblicata in questi ultimi anni, e per gli studiosi di elettrotecnica e di applicazioni elettriche si veste il carattere di un avvenimento importantissimo. In queste lezioni infatti essi troveranno raccolto il tesoro di cognizioni e di studi fatti dall'alto seno del celebre scienziato, e da esse acquisteranno le più ampie nozioni di elettrotecnica e le cognizioni necessarie per comprendere tutte le opere riguardanti applicazioni elettriche che loro possa occorrere di consultare.

(Dalla rivista *L'Elettrotecn.*)

← Prezzo: Lire 15 →

Ing. G. MARTORELLI

## Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 500 pagine illustrato di 560 disegni e di 61 tavole.

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA — 2<sup>a</sup> EDIZIONE

Bella cosa davvero che a pochi anni di distanza un'opera, che in commercio vale venti lire, abbia una seconda edizione. — Il caso onora l'autore e anche il paese; se dichiara il valore dell'opera dimostra anche come le macchine marine incominciano a studiare a casa nostra.

Prima dell'opera del Martorelli mancavano di un trattato sulle macchine, composto in italiano, e gli studiosi ricorrevano all'opera del Somet, che Yabre Soliani, compagno del Martorelli, aveva tradotto dall'originale inglese per opera del Brio, allora ministro.

JACK LA BELLE.

20 Lire — 1 vol. in-4 gr. — Lire 20

Ing. G. RUSSO

## Architettura Navale

1 grosso volume, con oltre 500 disegni e tavole.

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA

Quest'opera si aggiungerà a quella del Martorelli per addimstrare agli ingegneri che hanno fatto gli studi di ingegneria navale presso di noi. Il valore scientifico del testo, la quantità straordinaria delle figure ottimamente disegnate e riprodotte rendono quest'opera di una importanza e di una utilità eccezionali per coloro che si occupano di studi e di costruzioni navali.

← Sarà pubblicato entro l'anno 1903 →

FASCICOLI 11-12. Novembre-Dicembre 1903. ANNO III.

## LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

CON I RENDICONTI DEGLI ATTI DEL R. MUOIO INDUSTRIALE ITALIANO  
E DEI RENDICONTI DELLE RIUNIONI INDUSTRIALI DEL NORD

11 GENNAIO  
PUBBLICAZIONE MENSILE ILLUSTRATA

I. *Memorie.*

IL NUOVO METODO DEL KAPP PER DIMINUIRE LA CADUTA DI POTENZIALITÀ NELLE ROTAE DELLE FERROVIE E TRAMVIE ELETTRICHE. . . . . ING. G. GOMBERG  
CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI. . . . . ING. L. BERTELLO  
UN'APPLICAZIONE DELLA NOMOGRAFIA NELLA TEORIA DELLA NAVI. . . . . ING. L. BENATI

II. *Rassegne tecniche e notizie industriali.*

IL VAGONE FERRIDIARIO. . . . . ING. M. AMOROSO  
PER LA NAVIGAZIONE D'INERNA. . . . . ING. C. F. BIGNI  
DIALCUNI RECENTI IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DELLA ENERGIA ELETTRICA. . . . .  
NOTIZIE INDUSTRIALI — ARTE MINERARIA — CERAMICA — ECONOMIA E LEGISLAZIONE INDUSTRIALE — ELETTROTECNICA — FERROVIE — FISICA TECNICA — MECCANICA — FOTOGRAFIA.

III. *L'insegnamento industriale.*

LO SVILUPPO INDUSTRIALE E L'INSEGNAMENTO TECNICO IN INGHILTERRA. . . . . T. MENNIGER

IV. *Rassegna bibliografica.*

V. *Bollettini.*

ANNO III. Nuova Edizione Italiana.  
NECROLOGIO — ING. PAUL FELICE VASSELLA — FEDERICO PESCIOTTO

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE  
presso il Museo Industriale Italiano  
Via Ducale 20 — Torino

AMMINISTRAZIONE  
presso gli Editori Roux e Viarengo  
Piazza Solferino — Torino

P. Martorelli 15