

TORINO — ROUX e VIARENGO, Editori — TORINO

GALILEO FERRARIS

## ELETTROTECNICA

1 volume di oltre 450 pagine con molte figure.

È forse questa la più importante opera scientifica che stiasi 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 lesoro 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'Elettrotecnico*.)

—•— Prezzo: Lire 15 —•—

Ing. G. MARTORELLI

## Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 300 pagine illustrato da 500 disegni e da 80 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 incominciarono a studiare a casa nostra. —  
L'Prima dell'opera del Martorelli non avevano alcun trattato sulle macchine, compilate in italiano, e gli studiosi ricorrevano all'opera del Sonnet, che Nabors Soliani, compagno del Martorelli, aveva tradotto dall'originale inglese per ordine del Bru, allora ministro.

20 Lire — 1 vol. in-4 gr. — Lire 20

Ing. G. RUSSO

## Architettura Navale

Il grosso volume, con oltre 500 disegni e tavole.

OPERA SCRITTA PER ORDINE DEL MINISTERO DELLA MARINA

Questa opera, si aggiungerà a quella del Martorelli per dimostrare quali progressi abbiano 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 massima importanza e di una utilità essenziale per coloro che si occupano di studi e di costruzioni navali.

—•— Sarà pubblicato entro l'anno 1902 —•—

FASCICOLO 5-6.

Maggio-Giugno 1902.

ANNO II.

## 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

Publicazione mensile illustrata

LA PRIMA ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI ARTE MODERNA.

### I. Memorie.

I DIAGRAMMI ENTROPICI DELLE MOTRICI A VAPORE. Doc. G. BERTALDO  
DETERMINAZIONE DEL CROMO NEL FERROCROMATO E NEI PRODOTTI SIDERICI. — DETERMINAZIONE DEI COMPONENTI DI UNA MALTA — APPARECCHIO INDUSTRIALE PER DETERMINARE LA DENSITÀ DEI SOLIDI. Doc. A. TESTA

IL FLUSSO DEL CALORE ENTRO LE PARETI DEI CILINDRI TERRE. ING. M. FERBERO  
MACCHINE A VAPORE. ING. M. FERBERO  
STUDIO TEORICO DI UNA COPPIA DI CIRCUITI INDUTTIVI IN PARALLELO SU CORRENTE ALTERNATIVA. Doc. A. G. ROSSI  
APPARECCHIO PER LA COMBUSTIONE DEI GAS INFAMMABILI. Doc. M. SCAVIA

### II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

SISTEMA INTERNAZIONALE DI VITI (S. I.).  
IL TERZO PIANO ELETTRICO HARMET PER LA RIDUZIONE DEI MINERALI DI FERRO  
LE FERROVIE SOTTERRANEE ELETTRICHE NELLE GRANDI CITTÀ  
NOTIZIE INDUSTRIALI. ING. E. MAGGIORI

### III. L'insegnamento industriale.

LA COLTURA INDUSTRIALE E I BREVETTI D'INVENZIONE. ING. M. CAPUCCIO

### IV. Rassegna bibliografica.

### V. Bollettini.

S. M. il Re al R. Museo Industriale — L'inaugurazione del monumento a Galileo Ferraris in Livorno-Florenza  
CONCORSI

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE

presso il Museo Industriale Italiano  
Via Ospedale 32 — Torino

AMMINISTRAZIONE

presso gli Editori Roux e Viarengo  
Piazza Sallustiana — Torino



## LA RIVISTA TECNICA

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

Esce in Torino ogni mese

in fascicoli di 64 pagine almeno, 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

PROLA AVV. SECONDO, Senatore del regno, presidente del R. Museo Industriale italiano.

FANELLA ING. FELICIS, direttore e professore ordinario onorario della R. Scuola Navale superiore di Genova, membro della Giunta direttiva del R. Museo.

PINERETTO ING. COLOMBO FABRIZIO, direttore dello Stabilimento elettrotecnico Ansaldo di Cornigliano Ligure, membro della Giunta direttiva del Museo.

MAFFIOTTI ING. GIOV. BATTISTA, direttore del R. Museo Industriale Italiana.  
BONINI ING. CARLO FEDERICO, segretario.

### Collaborano nel 1901

ING. ALLAGA G. — ING. AMBRO M. — ING. ANTON G. — ING. ANTON E. — Prof. BIANCHI R. — Prof. ING. BERTOLA A. — ING. CANON R. — ING. FANTONI M. — ING. FASCIO E. — ING. GATLANO A. — Prof. GIACCA G. — Prof. LONATI L. — ING. MANZI R. — ING. MALARA F. — ING. MERRI L. — MARI R. — ING. NANNI D. — Dott. ROSSI A. G. — Dott. SERA M. — Prof. STRASSA P. — Prof. VACCARÀ G. — Ing. VASSI L.

Recentissima pubblicazione:

### POLA CASELLI

## IL DIRITTO DEGLI INVENTORI

È questo un nuovo volume della «Biblioteca» del Circolo Italiano «dove si tratta una delle questioni più importanti della nostra legislazione commerciale. In esso vengono esposti i principi e le regole concernenti i brevetti d'invenzione, estratti dal testo delle leggi e delle convenzioni internazionali vigenti in detta materia.

**Indice.** — Capo I. Notizie generali. — Capo II. Il diritto di privativa industriale e suo diritto di proprietà. — Capo III. Della invenzione inventabile. — Capo IV. Nuova dell'invenzione. — Capo V. Invenzioni non inventabili per speciale disposizione di legge. — Capo VI. Il brevetto. — Capo VII. Uffici amministrativi preposti alla perizia, istruzione. — Capo VIII. Composizione del brevetto. — Capo IX. Vantaggio di speciale disposizione di legge. — Capo X. Benefici della proprietà. — Capo XI. Brevetti sulle invenzioni decise. — Capo XII. Godere di simili e di contenzione del brevetto. — Capo XIII. Della contenzione. — Capo XIV. Godere di contenzione del brevetto. — Capo XV. Le invenzioni italiane all'estero e le invenzioni estere in Italia. — Appendice.

Lire 1,50

PROPRIETÀ LETTERARIA.

## TORINO

Maggio-Novembre  
1905

Prima Esposizione Internazionale  
PARTE DECORATIVA MODERNA

Esposizioni Internazionali  
di FOTOGRAFIA ARTISTICA

Via di S. Annunziata e C.so

Arte dell'Educazione istruzione moderna

Concorso Internazionale di Musica

TORINO INTERNAZIONALE DI SOBELLI

Concorso IPPICO INTERNAZIONALE

CRATERE DEL GRANVALE

Mostra Zoologica

Esposizione Agricola e Fiera dei Fiori

REGATE e FESTE NAUTICHE

Corse Classiche e di Automobili

GRANDI SPETTACOLI PIROTECNICI

ILLUMINAZIONI

Feste Popolari e Fiere Fantastiche

Festeggiamenti vari

Esposizioni riduzioni Ferroviarie

« Perfezionamenti nel metodo e negli apparecchi  
per la produzione di vapore »

Pratica Industriale del 21 maggio 1900

Vol. 122, n. 219.

Il titolare e proprietario signor HENRY CRUSE a Manchester (Inghilterra) 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 - Cav. Ing. Eg. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 8, Torino.

Pratica Industriale dell'11 giugno 1900

Reg. Atti, vol. 124, n. 29.

per « Système de régulateur de pression »,

e del 12 giugno 1900 - Reg. Atti, vol. 124, n. 41

per « Perfectionnements apportés aux régulateurs de pression »,

Il proprietario e titolare sig. JOHN SAMUEL LESLIE a Patterson (S. U. d'America), ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

Per informazioni, esame dei modelli e trattative rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione e marchi di fabbrica - Cav. Ing. Eg. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 8, Torino.

Pratica Industriale del 17 luglio 1900

Vol. 125, n. 232.

per « Perfectionnements apportés à la fabrication de composés  
nitrogènes au moyen de nitrogène atmosphérique »,

I proprietari signori CHARLES SCHENCK BRADLEY & CHARLES BORROWS JACOBS a East Orange (S. U. d'America), ne offrono 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 - Cav. Ing. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 8, Torino.



“Machine rotative pouvant fonctionner avec ou sans organes de distribution „

*Privativa Industriale del 25 luglio 1898*

Vol. 97, n. 52

*e Attestato complessivo del 28 agosto 1899*

Vol. 112, n. 188.

Il proprietario signor LOUIS JULES J. B. LE ROUD ingegnere, a Parigi, 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 - Cav. Ing. Eug. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 8, Torino.*

*Privativa Industriale 10 luglio 1900* - Reg. Atti, vol. 125, n. 160

per “Perfectionnements apportés aux voitures de chemins de fer, avec fonds à trémie „

10 luglio 1900 - Reg. Atti, vol. 125, n. 170

per “Perfectionnements apportés aux wagons à marchandises et autres voitures de chemins de fer „

10 luglio 1900 - Reg. Atti, vol. 125, n. 171

per “Perfectionnements apportés aux voitures de chemins de fer avec fond à trémie „

10 luglio 1900 - Reg. Atti, vol. 125, n. 172

per “Perfectionnements apportés aux wagons métalliques de chemins de fer „

4 agosto 1900 - Reg. Atti, vol. 127, n. 50

per “Perfectionnements apportés aux châssis inférieurs de voitures de chemins de fer „

La titolare e proprietaria THE TRANSPORTATION DEVELOPMENT COMPANY Wilmington (S. U. d'America), 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 - Cav. Ing. Eug. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 8, Torino.*

*Privativa Industriale del 18 luglio 1900*

Vol. 125, n. 56

per “Méthodes et appareils pour séparer dans des fluides composés le constituant liquide relativement volatil, du constituant formé de substances relativement fixes „

Il titolare e proprietario signor JOHN FRANCIS COOLEY, a Boston, Massachusetts (S. U. d'America), 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. Eug. G. B. Casetta. - Via Monte di Pietà, 8, Torino.*

Neuveau procédé pour le traitement des peaux destinées à la pelletterie et à la mégisserie.

*Privativa Industriale del 20 ottobre 1898*

Vol. 99, n. 131.

Il titolare e proprietario signor FRANÇOIS GUSTAVE DE RECHTER a Bruxelles, ne offre la vendita o delle cessioni di licenze d'esercizio.

*Per informazioni, richieste di campioni e trattative rivolgersi all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione e marchi di fabbrica - Ing. Cav. G. B. Casetta - Via Monte di Pietà, 8, Torino.*

Il sig. MAASS GOTTFRIED di Duisburg (Germania), co-assessore dell'attestato di

*Privativa Industriale 9 ottobre 1900*

Vol. 123, n. 6

pel trovato “Bague parapoussière pour boîtes à graisse d'essieux de voitures de chemins de fer, paliers d'arbres, etc. „

offre in vendita la privativa o la concessione di licenze d'esercizio della stessa.

*Rivolgersi per chiarimenti all'Ufficio Internazionale per Brevetti d'Invenzione e marchi di fabbrica di Sesto San Giovanni - Piazza Vittorio Emanuele, 12, Torino.*

MASSONI & MORONI  
TORINO - MILANO - SCHOI

FORNITORI DEI RR. ARSENALI

1842

Cinghie per trasmissioni

marca “Massoni Moroni „

Speciali per dynamo - Insuperabili per grandi trasmissioni

Guarnizioni per carde di filature da lana e da cotone

ONORIFICENZE

1869 - 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 merito industriale del R. Ministero;  
- 1898 - Gran diploma d'onore; Esposizione nazionale di Torino; - 1898 - Medaglia  
speciale del R. Ministero per l'exportazione; - 1899 - Medaglia d'oro; Esposizione  
internazionale di elettricità di Como.

SOCIETÀ NAZIONALE  
DELLE  
Officine di Savigliano

(Società con sede in Savigliano - Capitale versato L. 2,500,000)

Direzione in TORINO, via XX Settembre, 40

Officine in SAVIGLIANO ed in TORINO

Costruzioni metalliche, meccaniche ed elettriche

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

Casa centrale a Monaco di Baviera

SUCCURSALE PER L'ITALIA:

Viale Porta Genova, 12 - MILANO - Viale Porta Genova, 12



Colori secchi  
per Cromolitografia,  
Pittura, ecc.

Specialità  
in Lacche fine  
d'ogni tinta

Inchiostri da stampa

VERNICI E PASTA DA RULLI

Casa fondata nel 1780



Fonderia di Caratteri e Fabbrica di Macchine

**DITTA NEBIGLO & C.**

Società in accomandita per Azioni — Capitale L. 2.000.000

Completo assortimento di caratteri da opera  
Fregi e vignette - Galvanotipia - Stereotipia - Filetteria ottone

Studio di incisioni fotomeccaniche  
in zinco e legno

TRICROMIE - CARTELLI RÉCLAME  
IMPIANTI COMPLETI DI TIPOGRAFIE

→ Cataloghi e preventivi a richiesta ←

**H. Moebius & Fils**

✱ BÂLE ✱

Livrent les meilleures qualités de Pâte à rouleaux "Réforme."

*fine huile de pied de bœuf  
préparée spécialement pour machines  
à coudre, à broder et vélocipèdes,  
ainsi que l'huile pour automobiles*

**Ing. Luigi NEGRETTI**

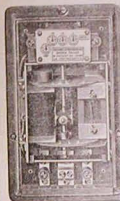
Via dei Mercanti, 18 - TORINO

**Studio Tecnico-Industriale**

*Impianti*

++++ Elettrici + + + +  
Trasporti di forza + + + +  
Funicolari aeree per cave  
e miniere + + + + + + + +  
Materiali per Impianti + +

Rappresentanza e Deposito



Contatori

**THEILER**

I migliori per corrente  
mono-fase, anche per  
circuiti squilibrati.



Compagnie Générale Electricque, Nancy

**DINAMO** - Medaglia d'oro Parigi 1900

**ELETTROMOTORI** - Medaglia d'oro Parigi 1900

**LAMPADE AD ARCO** - Medaglia d'oro Parigi 1900

**APPARECCHI** di misura e controllo - Medaglia d'oro Parigi 1900

+++++ Col 1° Marzo 1901

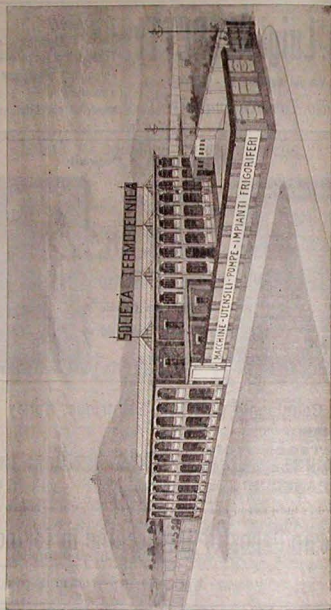
**Gran Deposito di Macchine in Torino**

Preventivi a richiesta — Accettansi rappresentanti in Italia

## SOCIETÀ TERMOTECNICA E MECCANICA

CAPITALE L. 2.000.000 — ESSENDO E FERLATO S. 200.000

TORINO — Strada di Circosvilazione, 50 — Barriera del Colombaro — TORINO



Mecchine — Frigorifere — Compressori di Gas e di Vapori — Pompe a vuoto  
Apparati per le Industrie Chimiche — Macchine-Uensili

## LA RIVISTA TECNICA

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

### LA PRIMA ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI ARTE MODERNA

A breve distanza, la maestosa quiete del paesaggio del giardino del Valentino, che si disoda così poeticamente gentile lungo le placide rive del padre Eridano, è stato nuovamente rotta dal tramestio di carpentieri, falegnami, muratori, stuccatori, che in breve tempo, ai cenni dell'architetto D'Aronco e dell'ing. Bonelli, hanno fatto sorgere una nuova città bianca e dorata, che pare venuta sull'ali del vento a posarsi da lontani paesi là dove l'acqua del Po incomincia a toccare le mura della bella Torino.

E bandiere di ogni colore, ed orifiammi, e pali policromi, e tende e velari hanno gettata un'onda stridente di gaiezza nella simpatica monotonia della gamma verde del giardino così caro agli amanti, ed i due Castelli feudali signorilmente maestosi e tristi, hanno guardato, trasognati e aristocraticamente arcigni, la petulante e gaietta schiera delle casine sfacciatamente bianche e sfacciatamente inorpellate e truccate, come due grandi dame severe, maestosamente assise, guarderebbero uno sciame di belle donne allegre e chiosose, che loro sgomellassero d'intorno occhieggiando e ridendo.

E in mezzo alle casine, un bel monumento, un'eletta opera d'arte di uno scultore poeta, che nel fregio bronzo compose, in tre quadri palpanti di vita, l'epopea storica di Casa Savoia.

Questa la prima impressione che colpisce, più che la fantasia, la pupilla del visitatore, tocca dal vivo contrasto di colori, che disturba la immensa pace del paesaggio tranquillo.

Ma in quelle casette bianche, tanto all'esterno, come nell'interno, c'è un nobile e coraggioso intendimento di fine idealità artistica, c'è



come una sfida, che un manipolo di giovani e valenti artisti hanno gettato a tutti i convenzionalismi artistici passati in nome dell'arte moderna.

Nobile tentativo e coraggiosa impresa, sulla cui riuscita non spetta a noi il giudizio.

Diranno i venturi, se la nuova maniera fu veramente arte e se la sua influenza si fece sentire per molto tempo e con molta efficacia, a noi solamente il compito di constatare che le cose furono fatte bene e con eleganza e con garbo, come le sa sempre fare questa gentile e bella Torino, che, prima di ogni altra nelle nobili e ardite imprese, ha voluto e saputo precedere ogni altra città italiana anche in questa rivoluzione artistica.

E l'avvenimento è di tanta importanza, che la nostra Rivista crederebbe di mancare ad un suo dovere se non cercasse di fermare nelle sue pagine, quello che di più importante e di più interessante si è fatto nel campo delle applicazioni industriali di questa nuova arte.

Altre mostre poi rientrano completamente nel campo industriale e di esse potrà occuparsi più competentemente e distesamente.

Il R. Museo Industriale ha avuto ed ha, benché indirettamente, molta parte nella materiale estrinsecazione della idea geniale, perché nella rubrica, che porta a pubblica notizia il segno tangibile dell'attività dell'Istituto, non resti traccia di quanto la maggior parte dei suoi membri, in maniera e misure diverse, ha contribuito a creare e a far crescere rigoglioso.

Era nostra intenzione di dedicare questo numero a ricordare esclusivamente la festa simpatica e gentile, e di presentare ai nostri lettori in maniera il più possibilmente completa l'Esposizione nelle varie sue parti e nei suoi diversi aspetti.

Lo stato non completo dei lavori ed alcune difficoltà incontrate specialmente nel poter avere alcuni documenti da riprodurre, ci hanno consigliato, per non ritardare ulteriormente la pubblicazione del presente fascicolo, di rimandare ad altra volta il nostro divisamento.

Con questo differimento speriamo di poter essere in grado di meglio corrispondere all'aspettativa dei lettori cortesi e di riuscire a fare cosa degna del lieto avvenimento e del nostro giornale.

LA REDAZIONE.

## I DIAGRAMMI ENTROPICI DELLE MOTRICI A VAPORE

(Continuazione, v. pag. 129) (1).

L'applicazione dei diagrammi entropici alle motrici a doppia espansione, dopo lo studio fatto con essi sul funzionamento delle motrici monocilindriche, si può fare considerando direttamente una macchina reale, cioè una macchina in cui si abbiano gli spazi morti, le cadute di pressione, le pareti permeabili al calore, confrontando il lavoro fatto in essa con quello di una macchina monocilindrica ideale, cioè una macchina con espansione completa, senza spazio morto, senza perdita di pressione nell'ammissione, con pareti impermeabili al calore e che consuma la stessa quantità di vapore per ogni colpo semplice di stantuffo, espandendolo dalla pressione che ha all'uscita della caldaia fino alla pressione della scarica del cilindro a bassa pressione della motrice a doppia espansione.

Le macchine a doppia espansione si distinguono generalmente in due tipi: il tipo Woolf con punti morti concordanti e il tipo Compound con punti morti discordanti. In questo studio tracciamo il diagramma entropico di una macchina Compound con manovelle a 90°.

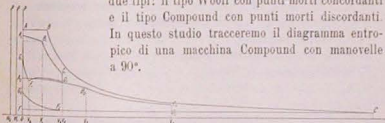


Fig. 18.

Il diagramma reale delle pressioni di una macchina Compound è rappresentato dalla fig. 15', nella quale si sono rettificati i passaggi da

(1) Per non lasciare incompleta la importante memoria che il compianto professore G. Bertoldo aveva incominciato a scrivere sui diagrammi entropici in questa Rivista, abbiamo pregato l'ing. M. Ferrero, assistente alla Cattedra di macchine termiche e l'ing. C. Frascari, che era stato allievo del professore stesso e da Lui prescelto a suo collaboratore in uno studio sui motori a gas, di redigere questa ultima parte, che venne compilata interamente sulle sinossi delle lezioni orali dello scorso anno scolastico, raccolte dall'ing. Frascari predetto.

LA REDAZIONE.

una fase alla successiva, in modo da avere delle cuspidi, ciò che è lecito fare, come venne osservato nel VI caso delle macchine monocilindriche.

La fig. 18<sup>a</sup> dà in A, B, C, D, F, G, il diagramma di funzionamento del cilindro ad alta pressione ricavato dall'indicatore di Watt, e in A, B, C, D, F, G, il diagramma di funzionamento del cilindro a bassa pressione ricavato da quello che dà l'indicatore di Watt, nel quale si siano ridotti i volumi alla stessa scala che hanno i volumi nel diagramma del cilindro ad alta pressione. In tal modo nei due diagrammi sono rappresentati colla medesima scala le pressioni e i volumi.

In essi possiamo distinguere le seguenti fasi:

A, B, Ammissione del vapore nel cilindro piccolo.

B, C, Espansione

C, D, Caduta di pressione che avviene quando si apre la scarica del cilindro piccolo, e il vapore che si trova in esso viene a mescolarsi repentinamente con quello racchiuso nel ricevitore ad una pressione più bassa.

D, F, Scarica del vapore contenuto nel cilindro piccolo nel ricevitore.

F, G, Compressione del vapore nel cilindro piccolo.

G, A, Ammissione anticipata del vapore nel medesimo cilindro.

A, B, Ammissione del vapore nel cilindro a bassa pressione.

B, C, Espansione del vapore nel medesimo cilindro.

C, D, Scarica anticipata.

D, F, Scarica propriamente detta.

F, G, Compressione del vapore.

G, A, Ammissione anticipata.

Indichiamo con:

$m$  la quantità di vapore umido introdotto nel cilindro per ogni colpo semplice di stantuffo.

$m'$  la quantità di vapore che rimane nel cilindro ad alta pressione al termine della scarica, cioè nel punto F<sub>1</sub>.

$m''$  la quantità di vapore che rimane nel cilindro a bassa pressione al termine della scarica, cioè nel punto F<sub>2</sub>.

$W_1$  e  $W_2$  i volumi rispettivi degli spazi morti dei due cilindri.

$p_1, t_1, x_1$  la pressione, la temperatura ed il titolo del vapore nella caldaia o nella condotta.

$$p_1, t_1, x_1 \quad p_2, t_2, x_2$$

la pressione, la temperatura ed il titolo del vapore  $m'$  al principio ed alla fine della fase di compressione F<sub>1</sub> G<sub>1</sub>.

$$p_1, t_1, x_1 \quad p_2, t_2, x_2$$

la pressione, la temperatura ed il titolo della miscela delle due quantità  $M + m'$  di vapore al principio ed alla fine della fase di espansione B<sub>1</sub> C<sub>1</sub>.

$$p_3, t_3, x_3 \quad p_4, t_4, x_4$$

la pressione, la temperatura ed il titolo della miscela di vapore  $M + m''$  alla fine delle fasi di ammissione A<sub>1</sub> B<sub>1</sub> e di espansione B<sub>1</sub> C<sub>1</sub> nel cilindro grande.

$$p_3, t_3, x_3 \quad p_4, t_4, x_4$$

la pressione, la temperatura ed il titolo del vapore  $m''$  al principio ed alla fine della fase di compressione F<sub>2</sub> G<sub>2</sub> del medesimo.

Tracciamo sulla stessa fig. 18<sup>a</sup> il diagramma A B C F della macchina ideale monocilindrica colla quale si deve confrontare la macchina reale a doppia espansione per determinare le diverse perdite di lavoro.

Per fare questo confronto tracciamo nella figura 19<sup>a</sup> il diagramma entropico della macchina monocilindrica ideale F A B E F, diagramma descritto nel I° caso delle macchine monocilindriche.

Poiché tracciamo il diagramma entropico F<sub>1</sub> G<sub>1</sub> A<sub>1</sub> B<sub>1</sub> C<sub>1</sub> D<sub>1</sub> F<sub>2</sub> del cilindro piccolo. Per tracciarlo si procede in questo modo:

Si calcola dapprima il peso  $m'$  di vapore che rimane racchiuso nel cilindro piccolo al termine della scarica, cioè in F<sub>1</sub>, alla pressione  $p_2$  e sotto volume  $V_2 + W_1$ , colla relazione

$$m' (H_2 x_2 + c) = V_2 + W_1,$$

supponendo  $x_2$  uguale o poco inferiore all'unità. Quindi si calcola il peso relativo  $\mu' = \frac{m'}{M}$ , la sua entropia

$$\mu' \left\{ c \log. n \frac{t_1}{273} + \frac{r_2 x_2}{t_2} \right\},$$

e si porta questo valore in OO'. Si traccia poscia l'asse O' F parallelo ad O t e la curva entropica O' Y', con assisse uguali a quelle della curva OY, moltiplicata per  $1 + \mu'$ , cosicché

$$F_1' F_2' = F_1 F_2 (1 + \mu').$$



Fatto ciò si costruiscono per punti le linee entropiche  $F, G, G, A_n, A, B, B, C, C, D, D, F_1$ , corrispondenti alle fasi di compressione, di ammissione anticipata, di espansione propriamente detta, di espansione, di scarica violenta e di scarica lenta, in modo analogo a quello seguito nel precedente VI° caso delle motrici ad espansione unica.

Anche qui la linea  $A, B$ , si arresta prima di raggiungere la verticale  $BE$  corrispondente all'espansione adiabatica della macchina ideale monocilindrica, perchè durante l'ammissione nel cilindro ad alta tensione una parte del vapore introdotto si condensa in contatto colle pareti metalliche che si trovano a temperatura più bassa per effetto della precedente fase di scarica. Per tal modo il vapore cede alle pareti stesse una certa quantità di calore che diremo  $Q_1$ , comprendendo in essa anche quella piccola quantità di calore che le pareti stesse possono ricevere dal vapore rimasto nel cilindro al termine della scarica precedente, e compresso dallo stantuffo mentre compie la sua corsa di ritorno. Questa quantità  $Q_1$  si può facilmente determinare col diagramma entropico. Invero il calore speso per ogni kg. di vapore consumato è

$$Q = q + rx - q_1 = \text{area FABQR.}$$

Invece sul diagramma entropico della macchina reale allo stesso kg. di vapore risulterebbe trasmesso nelle fasi di compressione e di ammissione nel cilindro ad alta pressione la quantità di calore rappresentata dall'area  $FG, A, B, Q, R$ . Dal fluido è dunque sparita una quantità di calore eguale alla differenza fra le due aree suindicate, e questa è precisamente la quantità di calore assorbita dalle pareti del cilindro nelle fasi di compressione e di ammissione, cioè:

$$\begin{aligned} Q_1 &= [\text{FABQR}] - [\text{FG, A, B, Q, R}] \\ &= [\text{F, AB}^2, \text{B, A, G}_1] + [\text{B, } \beta, \text{Q, Q}] \\ &= [\text{I, H, A}_1] - [\text{F, G, I}] + [\text{H, AB}^2, \text{B, A}_1] + \text{B, } \beta, \text{Q, Q}. \end{aligned}$$

Questa quantità di calore si può calcolare analiticamente applicando al fluido l'equazione generale delle energie per le fasi di compressione e di ammissione nel cilindro piccolo; si ha così:

$$\begin{aligned} M(q + rx) + m'(q_1 + r_1x_1) + AL_1 &= \\ = (M + m')(q_1 + r_1x_1) + AL_1 + MQ_1; \end{aligned}$$

da cui

$$\begin{aligned} Q_1 &= q + rx + m'(q_1 + r_1x_1) + \frac{A}{M} L_1 - \\ &- (1 + m')(q_1 + r_1x_1) - \frac{A}{M} L_1, \end{aligned}$$

dove  $L_1$  ed  $L_2$  sono i lavori assoluti di compressione e di ammissione nel cilindro ad alta pressione espressi in kg., e sono rappresentati nel diagramma delle pressioni della fig. 18° da:

$$L_1 = \text{area F, G, O, V}_1 \quad L_2 = \text{area A, B, V, O}$$

e dove  $x$  si calcola coll'equazione:

$$(M + m')(u, x_1 + z) = V_1 + W_1.$$

Analogamente a quanto si è visto nell'ultimo caso delle macchine monocilindriche, anche qui durante l'espansione nel cilindro piccolo, una parte dell'acqua condensatasi sulle pareti nella precedente fase di ammissione torna a vaporizzarsi, e così sottrae alle pareti una certa quantità di calore che diremo  $Q_2$ . Questo fenomeno risulta chiaramente dal diagramma entropico della macchina reale della figura 19°. Infatti la linea  $B, C$ , corrispondente a detta espansione, si protende inclinata al di là della verticale  $B, Q_1$ , e quindi si vede subito che la restituzione di calore  $Q_2$  è data dall'area  $B, C, S, Q_1$ . Questa quantità può pure calcolarsi applicando al fluido l'equazione generale delle energie:

$$MQ_2 = (M + m')(q_2 + r_2x_2) - (M + m')(q_1 + r_1x_1) + AL_2;$$

da cui

$$Q_2 = (1 + m')(q_2 + r_2x_2 - q_1 - r_1x_1) + \frac{A}{M} L_2,$$

dove  $L_2$  è il lavoro assoluto di espansione espresso in kg., ed è rappresentato nel diagramma delle pressioni dall'area  $B, C, V_2, V_1$ . Anche qui, come nelle macchine monocilindriche, il calore  $Q_2$  restituito durante la fase di espansione, è sempre minore della quantità di calore sottratto nella fase di compressione e di ammissione nel cilindro ad alta pressione. Quando si apre la scarica di questo cilindro e in seguito poi si apre la luce di ammissione al cilindro grande, l'acqua che ancora rimaneva condensata sulle pareti del cilindro piccolo al termine dell'espansione, venendo in presenza di un ambiente più freddo,

si vaporizza rapidamente per andare a ricondensarsi subito sulle pareti del ricevitore intermedio e del cilindro grande; così sottrae alle pareti del cilindro piccolo il calore residuo  $Q_1 - Q_2 - D_1 = R_1$ , essendo  $D_1$  il calore disperso all'esterno del cilindro piccolo, per riversarlo subito dopo sulle pareti del ricevitore e del cilindro a bassa pressione. Il calore  $D_1$  si può determinare sperimentalmente, e per differenza si può avere  $R_1$ .

Ora si potrebbero già determinare le perdite di lavoro che si hanno nel cilindro ad alta tensione confrontando il lavoro che si svolge in esso con quello di una macchina ideale funzionante fra le pressioni  $p$  e  $p_1$ , il cui diagramma entropico sarebbe  $F_1 A B E_1 F_1$ ; noi non faremo questo, ma confronteremo il lavoro fatto nel cilindro ad alta pressione con quello fatto in una macchina ideale funzionante fra le pressioni estreme  $p$  e  $p_2$ , il cui diagramma entropico è  $F A B E F$ ; ma terremo conto ancora del lavoro fatto nel cilindro a bassa pressione; tracciamo perciò il diagramma entropico di esso.

Anche qui si calcola il peso  $m'$  di vapore che rimane nel cilindro grande al termine della scarica, cioè in  $F_1$  alla pressione  $p_1$  e volume  $V_1 + W_1$  colla relazione

$$m' (\mu x_1 + c) = V_1 + W_1,$$

e dove porremo  $x_1 = 0,90$  se la macchina è a condensazione, e  $x_1 = 0,95$  se è senza condensazione.

Poiché calcoleremo il peso relativo  $\mu' = \frac{m'}{M}$  e la sua entropia

$$\mu' \left\{ c \log_n \frac{1}{274} + \frac{r_1 x_1}{t_1} \right\},$$

e porteremo questo valore in  $OO'$ . In generale  $\mu'$  risulta più piccolo di  $\mu$ , sebbene lo spazio morto del cilindro a bassa pressione sia più grande del cilindro ad alta pressione, così al punto  $O'$  risulta a destra di  $O$ . Si traccia l'asse  $O' L'$  parallelo ad  $O L$  e la curva entropica  $o' Y'$ , con assisse uguali a quelle della curva  $O Y$ , moltiplicate per  $1 + \mu'$ , e sicché

$$o' F' = o' F (1 + \mu').$$

Fatto questo, il diagramma entropico  $F G_1 A_1 B_1 C_1 D_1 F$  si traccia in modo analogo a quello del cilindro ad alta pressione.

Nel diagramma della pressione della fig. 18<sup>a</sup> si è supposto che la

durata della fase di ammissione  $A_1 B_1$  sia inferiore a mezza corsa, come si richiede per il buon funzionamento delle macchine Compound; in tal caso l'aumento di volume subito dal vapore nel passare dal cilindro piccolo al grande è piccolo; quindi si può ritenere che le pareti del cilindro grande assorbano calore dal vapore durante tutta la fase di ammissione nel cilindro stesso, analogamente a quanto avviene nelle motrici monocilindriche. L'aumento principale del volume

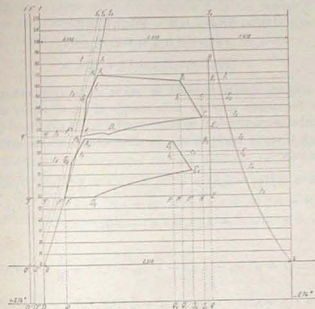


Fig. 19.

del vapore nel cilindro a bassa pressione avviene allora durante la successiva fase di espansione  $B_1 C_1$ , e quindi si può ritenere che la restituzione di calore dalle pareti al vapore avvenga durante questa fase pure analogamente a quanto avviene nelle macchine monocilindriche. Il fatto che durante l'ammissione si ha una sottrazione di calore che le pareti fanno al vapore e quindi una parziale condensazione di esso, si vede dal rimanere nel diagramma entropico (fig. 19<sup>a</sup>) la linea  $A_1 B_1$  alla sinistra della verticale per  $C_1$ , ciò che significa che il titolo del vapore in  $B_1$  è minore del titolo del vapore al principio della scarica del cilindro piccolo.



Indichiamo con  $Q_1$  la quantità di calore assorbito dalle pareti del cilindro grande durante la compressione e l'ammissione, non includendo in essa la quantità  $R$ , precedentemente trovata in essa. Questa quantità di calore  $Q_1$  si può determinare così:

Per la caduta brusca di pressione nel passaggio del vapore dal primo al secondo cilindro e per la condensazione del vapore sulle pareti del cilindro grande, le pareti sottraggono al vapore la quantità di calore data dalla differenza delle due aree

$$\begin{aligned} Q_1 &= FF_1 D_1 C_1 S_1 R - FG_1 A_1 B_1 Q_1 R \\ &= [FF_1 D_1 C_1 \beta_1 B_1 A_1 G_1] + [B_1 \beta_1 S_1 Q_1] \\ &= [FF_1 D_1 C_1 \beta_1 B_1 A_1 G_1 F] + B_1 \beta_1 \times t_1. \end{aligned}$$

Per calcolare questa quantità di calore anche analiticamente si applica l'equazione generale delle energie al kg. di vapore mentre passa dal cilindro piccolo al grande, osservando che alla fine di questo passaggio il vapore rinchiuso nel ricevitore ritorna nel suo stato termico iniziale:

$$\begin{aligned} (M + m) (q_1 + r_1 x_1) + m' (q_2 + r_2 x_2) + A [F_1 G_1 V_1 O] = \\ = (M + m') (q_1 + r_1 x_1) + m'' (q_1 + r_1 x_1) - A [D_1 F_1 V_1 V_1] + \\ + A [A_1 B_1 V_1 O] + M Q_1; \end{aligned}$$

da cui

$$\begin{aligned} Q_1 &= (1 + \mu') (q_1 + r_1 x_1) + \mu'' (q_1 + r_1 x_1) + \frac{A}{M} [F_1 G_1 V_1 O] \\ - (1 + \mu'') (q_1 + r_1 x_1) - \mu' (q_1 + r_1 x_1) + \frac{A}{M} [D_1 F_1 V_1 V_1] - \frac{A}{M} [A_1 B_1 V_1 O] \end{aligned}$$

nella quale le aree  $F_1 G_1 V_1 O$ ,  $D_1 F_1 V_1 V_1$  e  $A_1 B_1 V_1 O$  sono riferite al diagramma delle pressioni della fig. 18<sup>a</sup> e rappresentano rispettivamente i lavori assoluti espressi in kgm. della compressione del cilindro grande, della scarica nel cilindro piccolo e della espansione nel cilindro grande.

Durante la successiva fase di espansione nel cilindro grande si ha una restituzione di calore  $Q_2$  rappresentata nel diagramma entropico dall'area  $B_1 C_1 S_1 Q_1$  la quale quantità si può pure calcolare applicando l'equazione generale delle energie:

$$M Q_2 = (M + m') (q_1 + r_1 x_1) - (M + m'') (q_1 + r_1 x_1) + A L_2'';$$

da cui

$$Q_2 = (1 + \mu'') (q_1 + r_1 x_1) - (1 + \mu') (q_1 + r_1 x_1) + \frac{A}{M} L_2''.$$

dove  $L_2''$  è il lavoro assoluto in kgm. fatto nella fase di espansione del cilindro grande ed è rappresentato nel diagramma delle pressioni dall'area  $B_1 C_1 V_1 V_1$ .

Sottraendo questo calore dalla quantità di calore totale  $Q_1 + R$ , assorbito dalle pareti del cilindro grande, si ha per residuo il calore disperso dalle pareti del cilindro grande verso l'ambiente esterno che diremo  $D_1$ , più il raffreddamento al condensatore  $R_1$ , cioè

$$\begin{aligned} R_1 + D_1 &= R_1 + Q_1 - Q_2 \\ &= Q_1 - Q_2 + D_1 + Q_1 - Q_2; \end{aligned}$$

da cui

$$R_1 + D_1 + D_2 = Q_1 - Q_2 + Q_2 - Q_1.$$

Veniamo ora a considerare le perdite di lavoro. Queste sono pure date chiaramente dai diagrammi entropici della fig. 19<sup>a</sup>.

Nelle fasi di compressione e di ammissione nel cilindro piccolo la perdita complessiva di lavoro è data dall'area

$$F_1 A B E M B_1 A_1 G_1 = [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F_1 + A B \beta_1 B_1 A_1 H_1 + B_1 \beta_1 E M$$

Si ha:

$$\begin{aligned} B_1 \beta_1 E M &= B_1 \beta_1 (t_1 - t_2) \\ &= B_1 \beta_1 \times t_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right). \end{aligned}$$

ed inoltre

$$\begin{aligned} B_1 \beta_1 \times t_1 &= B_1 \beta_1 Q Q_1 = Q_1 - F_1 A B \beta_1 B_1 A_1 G_1 \\ &= Q_1 - [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F_1 + A B \beta_1 B_1 A_1 H_1]. \end{aligned}$$

Quindi

$$B_1 \beta_1 E M = [Q_1 - [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F_1 + A B \beta_1 B_1 A_1 H_1]] \left[1 - \frac{t_2}{t_1}\right].$$

Sostituendo questo valore nell'espressione della perdita di lavoro questa diventa

$$F_1 A B E M B_1 A_1 G_1 = [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F_1 + A B \beta_1 B_1 A_1 H_1] \frac{t_2}{t_1} + Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right).$$

Durante la fase di espansione abbiamo un ricupero di lavoro rap-

presentato dalla lista B, C, NM. Ora B, C, S, Q<sub>1</sub> si può trasformare nell'area del rettangolo equivalente b, c, S, Q<sub>1</sub> di altezza  $\vartheta_1$ , quindi:

$$b, c, S, Q_1 = MN \times \vartheta_1.$$

Perciò  $B, C, NM = b, c, NM = MN (\vartheta_1 - t_2)$

ed essendo  $MN = \frac{Q_1}{\vartheta_1}$  si ha:

$$B, C, NM = \frac{Q_1}{\vartheta_1} (\vartheta_1 - t_2) = Q_1 \left(4 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right)$$

dove  $\vartheta_1$  rappresenta la temperatura intermedia di espansione fra  $t_1$  e  $t_2$  e il cui valore dipende dalla legge incognita colla quale il calore  $Q_1$  viene restituito dalle pareti al fluido. Su di essa temperatura media si può ripetere tutto ciò che si è detto trattando delle macchine monocilindriche.

Dopo la fase di espansione dovremmo considerare la perdita di lavoro corrispondente alla fase di scarica del cilindro piccolo, perdita piuttosto grande, rappresentata dall'area FF, D<sub>1</sub> C, N. Ma siccome noi confrontiamo la somma dei lavori fatti nei due cilindri con quello fatto nella macchina ideale, così dobbiamo da questa perdita sottrarre tutto il lavoro fatto nel cilindro a bassa pressione. La perdita di lavoro diventa allora uguale alla differenza delle due aree:

$$FF, D_1 C, N - FG, A, B, C, D_1$$

la quale si può scrivere anche così:

$$FF, D_1 C, N - FG, A, B, C, D_1 = [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F + F, D_1 C, \beta_1 B_1 A_1 H_1] + [B_1 \beta_1 NP] - [B_1 C, P P] + [C, D_1 P].$$

In questa espressione la prima area del secondo membro rappresenta la somma algebrica dei lavori perduti nella fase di compressione dal cilindro grande e nel passaggio del vapore dal primo al secondo cilindro; la seconda, il lavoro perduto per la sottrazione di calore  $Q_1$ ; la terza il lavoro guadagnato per il ricupero di calore  $Q_1$  e la quarta il lavoro perduto per la scarica anticipata.

$$\begin{aligned} \text{Ora: } B_1 \beta_1 NP &= B_1 \beta_1 (t_1 - t_2) \\ &= B_1 \beta_1 \times t_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right); \end{aligned}$$

$$\text{e } B_1 \beta_1 \times t_1 = Q_1 - [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F + F, D_1 C, \beta_1 B_1 A_1 H_1].$$

Quindi possiamo anche scrivere:

$$\begin{aligned} FF, D_1 C, N - FG, A, B, C, D_1 &= [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F + F, D_1 C, \beta_1 B_1 A_1 H_1] \frac{t_2}{t_1} + \\ &+ Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) - B_1 C, P P + C_1 D_1 P. \end{aligned}$$

Ed ancora possiamo trasformare l'area  $B_1 C_1 S_1 Q_2$  nel rettangolo equivalente  $b_1 c_1 S_1 Q_2$  di altezza  $\vartheta_1$  dove  $\vartheta_1$  è quindi la temperatura media di espansione del secondo cilindro,

ed allora:  $B_1 C_1 P P = P P (\vartheta_1 - t_2) = P P \times \vartheta_1 \left(1 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right)$ .

Ed essendo  $PP = \frac{Q_1}{\vartheta_1}$ :

$$B_1 C_1 P P = Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right)$$

sostituendo si ha:

$$\begin{aligned} FF, D_1 C, N - FG, A_1 B_1 C_1 D_1 &= [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F + F, D_1 C, \beta_1 B_1 A_1 H_1] \frac{t_2}{t_1} + \\ &+ Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) - Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right) + C_1 D_1 P. \end{aligned}$$

Possiamo quindi concludere che il lavoro perduto in questa macchina è dato da:

$$\begin{aligned} A(L' - L) &= [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F + A B \beta_1 B_1 A_1 H_1] \frac{t_2}{t_1} + \\ &+ Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) + Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right) + \\ &+ [I_1 A_1 H_1 - I_1 G_1 F + F, D_1 C, \beta_1 B_1 A_1 H_1] \frac{t_2}{t_1} + \\ &+ Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) - Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right) + \\ &+ C_1 D_1 P, \end{aligned}$$

dove  $L'$  è il lavoro sviluppato da un kg di vapore nella macchina ideale, ed  $L$  è quello sviluppato nella macchina Compound.

Osserviamo che in questa espressione i lavori rispettivamente di calore fatti dalle pareti metalliche dei due cilindri al vapore che funziona dentro di esso sono:

$$Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right); Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right); Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right); Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{\vartheta_1}\right).$$



I binomi che moltiplicano rispettivamente le quantità  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  hanno valori numerici successivamente decrescenti essendo

$$t_1 > t_2 > t_3 > t_4.$$

Perciò quand'anche le restituzioni di calore  $Q_3$  e  $Q_4$  potessero diventare uguali alle sottrazioni  $Q_1$  e  $Q_2$ , la qual cosa non può mai avvenire, non pertanto i lavori recuperati per queste restituzioni di calore sarebbero sempre inferiori a quelli perduti per le precedenti sottrazioni di calore. Perciò per diminuire la perdita di calore prodotta dagli scambi di calore non basta diminuire il più possibile il raffreddamento al condensatore, più le dispersioni  $D_1$  e  $D_2$ , cioè non basta rendere piccolissima la somma algebrica degli scambi di calore

$$Q_1 - Q_3 + Q_2 - Q_4$$

ma occorre rendere minime le due sottrazioni di calore  $Q_1$  e  $Q_2$  e massime le due restituzioni di calore  $Q_3$  e  $Q_4$ . Anche nelle macchine a doppia espansione, come nelle monocilindriche, il mezzo più adoperato e più efficace per ottenere ciò è l'involuppo di Watt attorno alle pareti dei due cilindri e del ricevitore.

L'analisi che abbiamo fatto ci permette ancora di concludere che in una macchina a doppia espansione si ha una perdita di lavoro minore per causa degli spazi morti in confronto alla macchina monocilindrica di ugual potenza e funzionante fra le stesse pressioni estreme. Infatti la perdita nel cilindro ad alta pressione viene quasi completamente eliminata dalla compressione del vapore rimasto nel cilindro, e a tal uopo basta una compressione moderata; quindi la perdita totale dovuta agli spazi morti si riduce a quella relativa al cilindro a bassa pressione. Ora questa perdita è minore di quella che competerebbe ad una macchina monocilindrica di ugual potenza, cioè allo stesso cilindro grande se agisse ad alta pressione con un volume di ammissione uguale al volume del cilindro piccolo. Questo fenomeno si vedrebbe chiaramente tracciando, nella fig. 19<sup>a</sup>, il diagramma entropico della macchina reale monocilindrica funzionante fra le stesse pressioni estreme  $p_1$  e  $p_2$ , perchè risulterebbe che il punto A, corrispondente al principio dell'ammissione nell'unico cilindro sarebbe molto più a destra del punto A, corrispondente al principio dell'ammissione nel cilindro ad alta pressione della macchina Compound.

Inoltre nelle macchine ad espansione doppia le fughe di vapore

attraverso le guerniture degli stantuffi sono molto minori che nelle monocilindriche, perchè vi ha minor disparità fra le pressioni del vapore sulle facce opposte di ciascun stantuffo ed il vapore che sfugge per le guerniture dello stantuffo del cilindro piccolo non va perduto, ma partecipa in un certo grado all'espansione del cilindro a bassa pressione.

Tuttavia questi due vantaggi non vengono a compensare abbondantemente i motivi di inferiorità di queste macchine a doppia espansione rispetto alle monocilindriche, e precisamente la caduta di pressione nel passaggio dal primo al secondo cilindro e i maggiori attriti negli organi del meccanismo per quanto queste cause di inferiorità possono essere ridotte a piccole proporzioni.

La superiorità delle macchine a doppia espansione, quale è accertata dalla pratica, dipende essenzialmente dalla minor entità delle sottrazioni di calore fatte al vapore dalle pareti dei due cilindri, le quali portano una perdita di lavoro corrispondente pure minore.

Invero la differenza fra la temperatura del vapore e quella della parete interna del cilindro piccolo durante l'ammissione è in generale assai piccola, perchè questo durante la scarica è in comunicazione non col condensatore, ma col ricevitore, quindi la temperatura media di scarica è un po' maggiore di  $t_2$ , e questa temperatura viene poi sensibilmente accresciuta durante la compressione del vapore rimasto nel cilindro. Nel cilindro grande poi si ha bensì una estensione di parete, colla quale il vapore viene a contatto durante l'ammissione, maggiore di quella che si avrebbe in una macchina monocilindrica di ugual potenza, ma la differenza fra la temperatura del vapore e quella delle pareti è per contro assai più piccola.

Nella macchina a doppia espansione bisogna tener conto anche del ricevitore le cui pareti fanno condensare il vapore mentre passa dal primo al secondo cilindro, ma durante l'ammissione al cilindro grande esse restituiscono al vapore quasi tutto il calore che avevano sottratto, per conseguenza possiamo concludere che nel complesso le sottrazioni di calore  $Q_1 + Q_2$  in una macchina Compound durante le fasi di compressione e di ammissione sono in generale inferiori a quelle che si avrebbero in una macchina monocilindrica di ugual potenza e funzionante fra le stesse pressioni estreme.

Chiamiamo  $Q_1'$  la quantità di calore sottratta durante la fase di ammissione in questa macchina monocilindrica; la perdita di lavoro

dotata ad essa è  $Q_v \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right)$ . Sappiamo che la perdita totale nella macchina Compound per le sottrazioni di calore è

$$Q_1 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) + Q_2 \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right).$$

Ora  $Q_1$  è sottratto alla temperatura  $t_1$  assai più bassa di  $t_2$ , quindi essendo  $Q_1 + Q_2$  in generale minore di  $Q_v$  e  $t_2$  sempre minore di  $t_1$ , la perdita relativa alla macchina Compound è minore di quella relativa alla macchina monocilindrica della stessa potenza, e funzionante fra le stesse pressioni estreme.

È vero che anche il lavoro recuperato nelle successive espansioni per effetto delle restituzioni di calore  $Q_3$  e  $Q_4$  risulta inferiore a quello che si avrebbe nella macchina monocilindrica durante l'espansione fra  $t_1$  e  $t_2$ . Ma questo lavoro recuperato è sempre in entrambe le macchine assai inferiore al lavoro perduto per le sottrazioni di calore durante l'ammissione. Perciò nelle macchine a doppia espansione la perdita di lavoro prodotto dagli scambi di calore fra il vapore e le pareti dei cilindri è inferiore a quella che si avrebbe in una macchina monocilindrica funzionante fra le stesse pressioni estreme.

Si può notare che a favore della macchina monocilindrica sta anche il fatto che il disperdimento di calore dalle pareti del cilindro verso l'ambiente esterno è sempre alquanto minore che nelle macchine a doppia espansione.

Concludendo e prendendo in considerazione tutti gli effetti *a priori* circa la maggiore o minore convenienza di una macchina a doppia espansione in confronto di una macchina monocilindrica: non è possibile dare a questo riguardo una regola semplice e generale. Solo possiamo dire come la pratica insegna che le motrici a doppia espansione incominciano ad avere un vantaggio sulle monocilindriche quando la loro potenza supera un certo limite, e che questo limite è diverso da tipo a tipo di macchina.

Prof. G. BERTOLDO.

## DETERMINAZIONE DEL CROMO NEL FERROCROMATO E NEI PRODOTTI SIDERURGICI

### I.

Per la determinazione del cromo nel ferrocromato si ricorre alla ossidazione per via secca scaldando il minerale purificato con calce sodata all'aria, oppure seguendo il metodo di J. Blodget-Britton (1), con calce sodata e clorato di potassio, od anche col metodo di E. Valle e H. E. Vulte (2), fondendolo convenientemente all'aria col fondente di Dittmar, che è una miscela di due parti di borace fuso ed una di carbonato sodico potassico. In tal modo il cromo si converte in cromato alcalino, che si può dosare volumetricamente senza separare l'ossido di ferro con una soluzione titolata di sale ferroso in eccesso, il quale eccesso si determina col metodo di Marguerite oppure con quello di Penny. Invece Valler e Vulte separano colla filtrazione il cromato alcalino, evaporano a secco la soluzione aggiungendovi del nitrato d'ammonio poco a poco filtrando che si ha svolgimento d'ammoniacca, allo scopo di rendere insolubile l'allumina ed il manganese, poi filtrano ed evaporano a secco. Trattano quindi il residuo con acido nitrico, evaporano nuovamente per rendere insolubile la silice, riprendono con acqua acidulata di acido nitrico e filtrano.

Al liquido che contiene ora solamente cromato e nitrato alcalino aggiungono dell'acido cloridrico e dell'acido solforoso o del solfito alcalino e fanno bollire fino a quando tutto l'acido solforoso è eliminato.

(1) *Zeitsch. für Anal. Chem.*, 1870, p. 487.

(2) *Stahl und Eisen*, 1893, p. 170.



Neutralizzano quindi il liquido, che contiene allora il cromo allo stato di sale con ammoniaca, aggiungono solfuro d'ammonio e fanno bollire. Ridisciolgono precipitato di sesquiossido di cromo sul filtro con acido cloridrico dopo averlo lavato e lo riprecipitano con ammoniaca. Raccolgono il precipitato nel filtro, lo seccano e lo pesano.

Coi metodi sovra indicati la determinazione del cromo richiede molto tempo. Si arriva invece rapidamente al risultato usando il biossido di sodio come ossidante ed operando nel modo sotto esposto.

In un crogiuolo di platino o di argento si mescolano intimamente 0,500 gr di ferrocromato porfirizzato con 5 gr di una miscela a parti eguali di biossido di sodio e carbonato sodico potassico, e si riscalda il tutto con una lampada Bunsen ordinaria. In breve tempo la massa fonde e l'ossidazione si completa. Si lascia raffreddare il crogiuolo finché sia quasi tiepido e si immerge nell'acqua contenuta in un vaso a precipitare, coperto con un imbuto. La massa fusa si distacca allora rapidamente dal crogiuolo, l'ossido di ferro rimane indisciolto, mentre il cromo passa integralmente in soluzione allo stato di cromato alcalino. L'ossidazione del ferro cromato è stata completa se anche il residuo insolubile nell'acqua si discioglie nell'acido cloridrico.

Si può allora dosare il cromo con uno dei metodi su menzionati, oppure, e più rapidamente, nel seguente modo:

Il filtrato si fa bollire per decomporre tutto il biossido, poi, dopo raffreddamento, si diluisce a 250 c<sup>3</sup>, ed a 25 c<sup>3</sup> di questo liquido si aggiungono 8 c<sup>3</sup> di acido cloridrico D. 1,12, 10 c<sup>3</sup> di soluzione di ioduro di potassio al 10%, e si dosa lo iodio che si libera con una soluzione ventinormale di iposolfito di soda. (L'iposolfito deve essere alla sua volta titolato con una soluzione titolata acquosa di 3 gr. circa di bicromato di potassio fuso per litro. A 25 c<sup>3</sup> di questa soluzione si aggiungono 5 c<sup>3</sup> di acido cloridrico e 10 di ioduro potassico, e collo iodio liberato si titola l'iposolfito esprimendo il risultato in cromo). Non rimane ora che a calcolare il cromo contenuto nel ferro cromato.

Se invece di filtrare, dopo aver trattato con acqua il prodotto della fusione con biossido di sodio, si porta prima il liquido torbido a 250 c<sup>3</sup> e si determina poi il cromo su 25 c<sup>3</sup> di liquido filtrato, si commette un errore industrialmente trascurabile, vista l'esiguità della materia insolubile nell'acqua.

## II.

I prodotti siderurgici cromati a basso titolo, come i ferri e gli acciai, sono solubili negli acidi; quelli a titolo elevato e non lo sono oppure si disciolgono solo parzialmente.

Per dosare il cromo nei prodotti a basso titolo si usano specialmente i metodi di A. Blair (1), O. Arnold (2), R. Schaeffel (3), coi quali si separa per via umida la maggior parte del ferro e poi si fonde con ossidanti per trasformare il cromo in cromato alcalino. Si sceglie nell'acqua il cromato e si fa bollire la soluzione con alcool per decomporre il manganato, poi si filtra e si dosa il cromo volumetricamente con solfato ferroso, oppure si pesa l'ossido di cromo dopo di aver ridotto il cromato e separata la silice.

Il ferrocromo invece si ossida direttamente per via secca col nitrato di sodio, seguendo il metodo del Crensat, oppure, secondo J. Clark (4), facendo agir l'aria su una miscela di ferrocromo, ossido di magnesio ed idrato di sodio. Il prodotto dell'ossidazione si tratta con acqua; si aggiunge qualche goccia di alcool o di acqua ossigenata per decomporre il manganato, si filtra e si dosa il cromo, come sovra è indicato.

Il metodo di Zeigler (5), col quale si intacca il ferro cromo con bisolfato di sodio, è ancora più lungo e complicato dei precedenti, e bisogna fare varie fusioni per avere separato tutto il cromo.

Usando in modo conveniente il biossido di sodio come ossidante, l'operazione corre spedita ed il cromo passa tutto in soluzione allo stato di cromato.

Se si tratta di ferro cromo si fonde 0,500 gr del prodotto porfirizzato con 6 gr di miscela a parti eguali di biossido di sodio e carbonato sodico potassico in un crogiuolo di platino o di argento. La fusione richiede pochissimo tempo, e l'ossidazione avviene rapidamente senza proiezione. Si opera in seguito nel modo indicato pel dosamento del ferro cromo, e generalmente facendo bollire il liquido per decom-

(1) *Zeitsch. für Anal. Chem.*, t. xx, p. 138.

(2) *Chem. News*, t. xliii, p. 285.

(3) *Ber. der Chem. Gesell.*, 1879, p. 1864.

(4) *Stahl und Eisen*, 1893, p. 392.

(5) *Monit. Scientif.*, 1890, p. 693.

porre il biossido di sodio in eccesso, si scompone pure il manganato che può essersi formato.

Se invece di ferro cromo ad alto titolo si devono analizzare prodotti meno ricchi, si può operare sull'istessa quantità di materia, ma bisogna allora diminuire proporzionalmente il volume del liquido. Oppure si aumenta gradatamente il peso del metallo e del fondente, questo in proporzione di 6 parti per una di prodotto siderurgico, e si opera come sovra è detto.

#### DETERMINAZIONE DEI COMPONENTI D'UNA MALTA

In una nota precedente (1) feci vedere come sia possibile in generale fissare con poche determinazioni e con sufficiente esattezza le proporzioni in cui sabbia e grassello furono mescolati per fare una malta, quando si abbiano a disposizione, oltre che questa, il grassello e la sabbia impiegati; solo nel caso però che si possa ritenere provenire il residuo della calcinazione della malta unicamente dai residui di calcinazione dei componenti (siano cioè trascurabili le parti fisse alla calcinazione dell'acqua), e che durante la calcinazione restino costanti i rapporti fra la silice e ciò che non è silice nella sabbia e nel grassello, e che tali rapporti continuino ad avere gli stessi valori, anche quando sabbia e grassello furono mescolati.

Quest'ultima supposizione non si avvera quando vi sia nella malta presenza di solfati, i quali possono provenire sia dalla sabbia, sia dal grassello, sia ancora da aggiunta di gesso fatta con scopi particolari.

Io mi propongo ora lo studio di questo caso, e per arrivare a formula sempre applicabile, lo considero nella sua generalità più estesa, nel caso cioè in cui silice ed anidride solforica siano presenti nei tre componenti. Oltre alla malta dovremo avere a disposizione i tre componenti.

Siccome il calcolo non è in questo caso che una generalizzazione di quello esposto nella nota precitata, credo utile ripetere quel calcolo.

Diciamo:

$S_p$  la silice contenuta in 100 parti di grassello calcinato.  
 $S_s$  " " " " di sabbia calcinata.  
 $S_m$  " " " " di malta calcinata.

(1) TESTA e CHILARAVIGLIO, *La Chimica Industriale*, 1, 51.



S la quantità di sabbia calcinata che compone 100 parti di malta calcinata.

G la quantità di grassetto calcinato che compone 100 parti di malta calcinata.

Per la supposizione suddetta riguardo alle perdite di peso colla calcinazione:

$$(1) \quad \begin{cases} S + G = 100 \\ S.S + S.G = 100 S_s \end{cases}$$

Dalle quali si ricavano le incognite S e G.

$$S = \frac{\begin{vmatrix} 100 & 1 \\ 100 S_s & S_s \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ S_s & S_s \end{vmatrix}} = \frac{100 S_s - 100 S_s}{S_s - S_s} = \frac{100 (S_s - S_s)}{S_s - S_s}$$

$$G = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 100 \\ S_s & 100 S_s \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ S_s & S_s \end{vmatrix}} = \frac{100 S_s - 100 S_s}{S_s - S_s} = \frac{100 (S_s - S_s)}{S_s - S_s}$$

Consideriamo ora il caso generale. La presenza di solfati fa sì che per calcinazione, oltre alla perdita dovuta all'acqua, all'anidride carbonica ed alle sostanze organiche, perdita che è sensibilmente indipendente dai componenti della malta, si ha una perdita di anidride solforica, e questa non è indipendente dalla costituzione dei componenti, che anzi dipende dalla quantità di solfati in essi presenti.

In questo caso quindi non si può più scrivere la prima delle equazioni (1), a meno di riferirsi invece che a materiali calcinati, a materiali calcinati cui però fu aggiunto la perdita dovuta all'anidride solforica, od, in altri termini, bisognerà riferirsi a materiali calcinati in modo, se fosse possibile, da non avere perdita in anidride solforica; per brevità diremo questi materiali calcinati ipoteticamente.

Avendo tre incognite, ci occorreranno tre equazioni, di cui due sono analoghe alla (1), e la terza ci è fornita dall'anidride solforica. Siccome però noi facciamo le analisi su materiali umidi, quali vengono effettivamente adoperati nelle costruzioni, o su materiali calcinati, mentre nei calcoli dobbiamo introdurre i tenori in anidride silicica e solforica corrispondenti a materiali calcinati ipoteticamente, dobbiamo anzitutto trovare le relazioni che intercedono fra questi numeri.

Il numero di determinazioni da farsi in questo caso è naturalmente abbastanza considerevole.

I dati analitici che dobbiamo procurarci direttamente sono:

$P_{100}$ ,  $P_1$ ,  $P_{100}$ ,  $P_1$  le perdite in peso per calcinazione di 100 parti di materiali umidi (malta, grassetto, gesso, sabbia).

$A_{100}$ ,  $A_1$ ,  $A_{100}$ ,  $A_1$  percentuali in anidride solforica dei materiali umidi.

$A'_{100}$ ,  $A'_1$ ,  $A'_{100}$ ,  $A'_1$  percentuali in anidride solforica dei materiali calcinati.

$S_{100}$ ,  $S_1$ ,  $S_{100}$ ,  $S_1$  percentuali in anidride silicica dei materiali calcinati.

Diciamo inoltre G, G, S le quantità di grassetto, gesso e sabbia calcinati ipoteticamente, che compongono 100 parti di malta calcinata ipoteticamente. Sarà:

$$(2) \quad 100 = G + G + S$$

la prima delle nostre equazioni ed esprime l'ipotesi da cui partiamo. Diciamo:  $\varepsilon_1$ ,  $\varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_3$ ,  $\varepsilon_4$ ,  $\varepsilon_5$ ,  $\varepsilon_6$ ,  $\varepsilon_7$ ,  $\varepsilon_8$ ,  $\varepsilon_9$ ,  $\varepsilon_{10}$  i  $\frac{1}{100}$  in  $SO_2$  delle quattro sostanze calcinate ipoteticamente.

Queste quantità sono legate fra loro dalle equazioni evidenti:

$$(3) \quad 100 \varepsilon_1 = \varepsilon_2 G + \varepsilon_3 G + \varepsilon_4 S$$

$$(4) \quad 100 \varepsilon_5 = \varepsilon_6 G + \varepsilon_7 G + \varepsilon_8 S$$

che insieme alle (2) formano un sistema di equazioni in cui le tre incognite sono G, G, e S, che sono precisamente le incognite del problema.

Occorre prima che calcoliamo le  $\varepsilon$  e le  $\varepsilon$ , servendoci dei dati analitici, che sono:

P le perdite in peso per calcinazione di 100 parti di materiale umido.

A il  $\frac{1}{100}$  di  $SO_2$  nel materiale umido.

A' " " " " calcinato.

S " di  $SO_2$  " " "

100 parti di sostanza umida, contenente A di  $SO_2$ , danno  $100 - P$  parti di sostanza calcinata contenente A' di  $SO_2$ ; quindi in cifra assoluta  $\frac{100 - P}{100} A'$ .

La perdita dovuta all'anidride solforica fu quindi  $A - \frac{100 - P}{100} A'$   
 100 parti di sostanza umida danno perciò

$$100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'$$

parti di sostanza calcinata ipoteticamente, e queste contengono in cifre assolute  $A$  di  $SO_2$

$$\frac{100 - P}{100} S \text{ di } SO_2$$

Per passare ai  $\theta/10$  ( $\epsilon$  ed  $\alpha$ ) non vi sarà che a risolvere le proporzioni:

$$100 : \alpha = \left( 100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A' \right) : A$$

$$100 : \epsilon = \left( 100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A' \right) : \frac{100 - P}{100} S$$

delle quali  $\alpha = \frac{100 A}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'}$

$$\epsilon = \frac{(100 - P) S}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'}$$

nelle quali, sostituendo nei 4 casi i singoli valori ricaviamo le:  
 $\alpha_m, \alpha_p, \alpha_s, \epsilon_m, \epsilon_p, \epsilon_s$ , da impiegarsi nel sistema risolutivo

$$\begin{aligned} 100 &= G + G_s + S \\ (5) \quad 100 \epsilon_m &= \epsilon_p G + \epsilon_s G_s + \epsilon_s S \\ 100 \alpha_m &= \alpha_p G + \alpha_s G_s + \alpha_s S \end{aligned}$$

Le tre incognite  $G, G_s, S$  sono notoriamente date dalle espressioni

$$G = \frac{\begin{vmatrix} 100 & 1 & 1 \\ 100 \epsilon_m & \epsilon_p & \epsilon_s \\ 100 \alpha_m & \alpha_p & \alpha_s \end{vmatrix}}{\Delta}$$

$$(6) \quad G_s = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 100 & 1 \\ \epsilon_p & 100 \epsilon_m & \epsilon_s \\ \alpha_p & 100 \alpha_m & \alpha_s \end{vmatrix}}{\Delta} \quad \text{in cui è detto } \Delta \text{ il determinante dei coefficienti delle incognite, cioè:}$$

$$S = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 100 \\ \epsilon_p & \epsilon_p & 100 \epsilon_m \\ \alpha_p & \alpha_p & 100 \alpha_m \end{vmatrix}}{\Delta} \quad \Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \epsilon_p & \epsilon_p & \epsilon_s \\ \alpha_p & \alpha_p & \alpha_s \end{vmatrix}$$

Ottenute così le quantità  $G, G_s$  ed  $S$ , sarà facile calcolare le quantità in peso di grassello, gesso e sabbia effettivamente adoperate; basterà pensare che 100 parti di sostanze umide danno

$$100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'$$

parti di sostanze calcinate ipoteticamente, e quindi 100 parti di sostanze calcinate ipoteticamente provengono da  $X$  parti di sostanze umide, date dalla proporzione:

$$X : 100 = 100 : 100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'$$

$$X = \frac{1000}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'}$$

Le proporzioni in peso  $g, g_s, s$  di grassello, gesso e sabbia umida effettivamente adoperate sono quindi:

$$\begin{aligned} g &= \frac{100 G}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'} \\ (7) \quad g_s &= \frac{100 G_s}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'} \\ s &= \frac{100 S}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'} \end{aligned}$$



In pratica si presentano generalmente casi più semplici, le cui formule risolutive si possono ricavare dalle (5), tenendo conto in queste delle semplificazioni.

Così, per esempio, nel caso in cui grassello e sabbia non contengono solfati ed il gesso non contenga silice, i dati analitici sono:

	Malta	Grassello	Gesso	Sabbia
Perdite colla calcinazione . . .	$P_m$	$P_g$	$P_{gr}$	$P_s$
SO <sub>2</sub> nelle sostanze umide . . .	$A_m$	$O$	$A_{gr}$	$O$
Id. id. calcinate . . .	$A_m'$	$O$	$A_{gr}$	$O$
SO <sub>4</sub> id. id. id. . .	$S_m$	$S_g$	$O$	$S_s$

$$\text{quindi} \quad \sigma_g = S_g \\ \sigma_s = S_s$$

e le (5) diventano:

$$(5) \quad 100 = G + G_s + S \\ 100 \sigma_m = S_g G + S S \\ 100 \sigma_m = \sigma_g G$$

delle quali:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ S_g & 0 & S_s \\ 0 & \sigma_g & 0 \end{vmatrix} = (S_s - S_g) \sigma_g$$

$$G = \frac{\begin{vmatrix} 100 & 1 & 1 \\ 100 \sigma_m & 0 & S_s \\ 100 \sigma_m & \sigma_g & 0 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{100 \sigma_g (\sigma_m - S_s) + 100 \sigma_m S_s}{(S_s - S_g) \sigma_g}$$

$$G_s = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 100 & 1 \\ S_g & 0 & S_s \\ 0 & 100 \sigma_m & 0 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{100 \sigma_m (S_s - S_g)}{(S_s - S_g) \sigma_g} = \frac{100 \sigma_m}{\sigma_g}$$

$$S = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 100 \\ S_g & 0 & 100 \sigma_m \\ 0 & \sigma_g & 0 \end{vmatrix}}{\Delta} = \frac{100 \sigma_m (S_g - \sigma_m)}{(S_s - S_g) \sigma_g} = \frac{100 (S_g - \sigma_m)}{(S_s - S_g)}$$

Anche quando il gesso è stato aggiunto alla malta in frode, e che per naturale conseguenza non si può averne dal costruttore il cam-

pione, la questione è ancora risolvibile perchè in ogni regione si può asserire che si adopera una sola qualità di gesso, che è facile procurarsi dal commercio.

Prima di terminare osservo ancora che la perdita di peso delle varie sostanze basta determinarla colla calcinazione al cannello per circa mezz'ora, tempo che la pratica dimostra sufficiente per l'eliminazione completa dell'anidride carbonica quando si opera su poca materia, non essendo quasi possibile di arrivare a costanza di peso per la continua decomposizione che subisce il solfato di calcio ad alta temperatura.

Riporto infine un caso anche come esempio del modo con cui si può disporre il calcolo.

#### Dati analitici.

	Malta	Cemento	Gesso	Sabbia
P	27,70	4,05	13,57	5,15
A	17,03	1,32	54,73	0,82
A'	16,20	0,53	50,52	0,25
S	34,66	24,14	0,30	75,10
100 - P	72,30	95,95	86,43	94,85
	(3,23121)	(2,08636)	(3,73823)	(1,91381)
100 A	1703	122	5473	82
(100 - P) S	2505,918	2316,233	25,929	7123,235
	(3,39896)	(3,36477)	(1,41376)	(3,85267)
100 - P + A - $\frac{100 - P}{100} A'$	77,62	96,46	97,496	95,43
	(1,88997)	(1,98435)	(1,98898)	(1,97968)
$\sigma = \frac{100 A}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'}$	21,94	1,264	56,137	0,859
	(1,34124)	(0,10201)	(1,74925)	(1,93413)
$\sigma_s = \frac{(100 - P) S}{100 - P + A - \frac{100 - P}{100} A'}$	32,283	24,011	0,266	74,643
	(1,50897)	(1,38042)	(1,42478)	(1,87299)

NB. — I numeri tra parentesi sono logaritimi.

Sostituendo i valori sovra scritti nelle formole di risoluzione del problema si ricava

$$G = \frac{77376,20}{2749,162} = 28,10$$

$$O = \frac{104999,6}{2749,162} = 38,19$$

$$S = \frac{92540,40}{2749,162} = 33,65$$

$$g = \frac{2810}{96,46} = 29,13$$

$$o = \frac{3819}{97,496} = 39,16$$

$$s = \frac{3365}{95,43} = 35,31$$

La malta fu dunque preparata mescolando 29,13 parti in peso di cemento con 39,16 parti in peso di gesso e 35,31 parti in peso di sabbia, nelle condizioni in cui queste sostanze furono sottoposte all'analisi.

### APPARECCHIO INDUSTRIALE PER DETERMINARE LA DENSITÀ DEI SOLIDI

Nella pratica industriale e commerciale sovente si ricorre alla determinazione della densità dei corpi allo scopo di stabilirne il valore e la convenienza per determinati usi.

Così colla densità si valuta la ricchezza delle patate in amido, se un oggetto prezioso massiccio è tutto di metallo nobile, oppure se ha l'anima d'altro metallo, se le pietre da costruzione hanno la densità prescritta, ecc., ecc.

Naturalmente la determinazione della densità in questi casi deve farsi rapidamente, anche a scapito dell'esattezza, purchè l'errore sia compatibile colla natura della sostanza che si sottopone all'esame; e per tali determinazioni di densità ho adottato l'apparecchio che descriverò, ottenendo sempre in brevissimo tempo concordanza dei risultati nei decimi e generalmente anche nei millesimi.

L'apparecchio è un cilindro di vetro con solida base, dal basso del quale e lateralmente si diparte un tubo di vetro di 5 mm. di diametro interno volto in alto parallelamente al cilindro, e la cui sommità, a circa  $\frac{1}{2}$  dell'altezza del vaso, si ripiega ad angolo retto e termina in punta un po' rivolta al basso, con bordi appena fusi e con apertura di circa 3 mm.

Riempendo il vaso d'acqua, questa esce in parte dal tubo laterale e la superficie del liquido si fa quieta prima che cessi il deflusso. Ripetendo la prova, si osserva che il deflusso cessa sempre nettamente e che il liquido nel vaso si porta sempre alla stessa altezza con la istessa forma di menisco.

Ciò posto, ecco come si opera per determinare la densità dei corpi che non assorbono l'acqua e che hanno densità superiore all'unità.

Si riempie d'acqua l'apparecchio posto sopra un sostegno ben fisso e si lascia che cessi il deflusso dal tubo laterale. Allora si introduce



l'oggetto di cui si tratta di determinare la densità, e previamente pesato, delicatamente nell'acqua, per evitare spruzzi od una troppo forte agitazione del liquido, e si raccoglie in un recipiente di vetro leggero e pesante, l'acqua che defluisce dal tubo laterale, la quale rappresenta il volume del solido alla temperatura a cui si opera.

Afinchè l'acqua che esce dall'apparecchio si possa raccogliere integralmente nel vaso, bisogna ungere con sego esternamente la punta affilata del tubo. Per avere la densità del solido alla temperatura dell'acqua, basta fare il rapporto fra il peso del solido e quello dell'acqua defluita.

Il diametro e l'altezza del cilindro di vetro devono essere in rapporto col volume del solido di cui si tratta di determinare la densità, mentre il tubo laterale deve sempre avere l'istesso diametro e l'istessa forma. Per oggetti poco voluminosi convengono cilindri alti e stretti affinché cessi ogni agitazione alla superficie del liquido prima che termini il defluire del tubo laterale.

Per la determinazione della densità delle patate è conveniente usare un cilindro di 10 cm. di diametro ed alto 30 cm. Si può operare come d'ordinario, su 750 grammi di patate che si introducono nel vaso dopo averlo riempito d'acqua fino a cessazione del deflusso. Il livello del liquido allora si eleva nel vaso quanto basta perchè la superficie dell'acqua diventi tranquilla prima che cessi di uscire dal tubo laterale. Si pesa l'acqua raccolta in un vaso tarato e si fa il rapporto col peso di patate adoperato.

Anche in tutti gli altri apparecchi industriali adottati per la determinazione della densità delle patate, queste s'immergono nell'acqua, e sempre vi rimangono aderenti delle bolle d'aria che alterano i risultati.

Quest'inconveniente si ripara in gran parte bagnando le patate ed asciugandole prima d'immergerle nell'acqua, o meglio strofinandole con un cencio imbevuto d'olio.

Inoltre si facilita la eliminazione delle bolle smuovendo le patate; e per l'agitazione si può far uso d'una bacchetta di vetro che si lascia nell'apparecchio durante tutta l'operazione. È evidente che l'apparecchio deve essere assolutamente ben lavato con soda perchè non si formino gocce sulle pareti.

Invece di pesare l'acqua che defluisce dal tubo laterale, si può misurare in modo che usando sempre l'istesso peso di patate, si legga addirittura la densità delle stesse.

#### APPARECCHIO INDUSTRIALE PER DETERMINARE LA DENSITÀ DEI SOLIDI 287

Le patate hanno densità variabile da 1,080 ad 1,100, e se, come d'ordinario, si fa la determinazione su un campione medio delle patate di 750 gr., il volume d'acqua spostato alla temperatura di 15° gradi cent. varia da 694,44 cc. e 646,55 cc.

Si tara perciò un pallone a lungo collo in modo che questo alla base segni 646,55 cc. ed in alto 694,44 cc.; in corrispondenza della capacità 646,55 si segna 1,16 e della 694,44 invece 1,080, e si divide l'intervallo in 80 parti eguali, e ad ogni divisione si scrive la densità intermedia alle due estreme. Ora se noi in questo recipiente raccogliamo l'acqua che defluisce quando introduciamo nell'apparecchio 750 gr. di patate, nel punto in cui l'acqua affiora sarà indicata la densità delle patate stesse.

Laboratorio di Chimica Tecnologica del R. Museo Industriale Italiano.

Dr. A. TESTA.

## IL FLUSSO DEL CALORE

entro le pareti dei cilindri delle macchine a vapore

1. Lo studio sperimentale della macchina a vapore, mentre serve a scoprire con molta esattezza l'importanza della perdita dovuta all'azione termica delle pareti, non serve ad analizzare intimamente la natura di questo fenomeno.

L'esperienza ci insegna difatti che l'inviluppo di vapore, la compressione prolungata, l'aumento della velocità di rotazione, l'impiego del vapore surriscaldato ed il frazionamento dell'espansione in più cilindri diminuiscono gli effetti dannosi dell'azione termica delle pareti, ma senza mostrarne le ragioni; l'esperienza ci dice che alcuni di questi provvedimenti tendono solo a diminuire la quantità di calore  $Q$ , sottratta dalle pareti al vapore durante l'ammissione, altri ad aumentare solo la quantità di calore  $Q_1$  restituita dalle pareti al vapore durante l'espansione, altri a diminuire la prima e ad aumentare la seconda.

Per scoprire in che cosa consistano e da che dipendano i fenomeni prodotti dall'azione termica delle pareti, bisogna esaminare come avviene durante il funzionamento della macchina il flusso di calore entro le pareti.

Grashof (1) ha studiato il caso, relativamente semplice, di una parete di cilindro a contatto dalla parte interna durante tempi eguali con vapore a due temperature successive diverse, quella della caldaia e quella del condensatore, e con la superficie esterna a contatto con l'ambiente o con vapore a temperatura costante.

(1) Z. des V. D. I., 1894.

Kirsch (1) ha studiato il caso di una parete di cilindro a contatto dalla parte interna col vapore che effettivamente funziona, la cui temperatura varia perciò in modo oscillatorio molto irregolare; per poter eseguire la integrazione dell'equazione differenziale del movimento del calore ha espresso la temperatura variabile del vapore mediante la serie di Fourier, cioè mediante una somma di termini sinusoidali aventi frequenza e fasi diverse: egli ha pure supposto che la parete interna del cilindro acquisti immediatamente in ogni istante la temperatura che ha il vapore nel cilindro. Questa supposizione conduce a risultati quantitativi errati, perchè in causa della resistenza esterna al passaggio del calore, la superficie della parete che tocca il vapore deve avere una temperatura sensibilmente diversa da quella del vapore stesso, maggiore o minore secondo la direzione del flusso di calore.

Il problema è molto difficile, se pure solubile, perchè i fenomeni che avvengono realmente sulla superficie di contatto tra la parete e il vapore non sono ben conosciuti, di modo che è impossibile allo stato attuale delle cognizioni, di calcolare esattamente quale è la quantità di calore che il vapore cede alle pareti, e quale quella che le pareti restituiscono al vapore, quando siano dati tutti gli elementi del problema, e cioè: le dimensioni del cilindro, il suo peso, e la qualità del materiale di cui è composto, la pressione e temperatura del vapore nella condotta, il grado di introduzione, la pressione e temperatura del vapore di scarica, il numero dei giri e il grado di compressione.

Ciò non ostante questa analisi ci mostra abbastanza bene l'influenza che hanno sul fenomeno, le diverse condizioni di funzionamento, e può essere del resto la chiave per la soluzione definitiva del problema, quando si conosca meglio in che cosa consiste il meccanismo del flusso di calore da un fluido alla superficie di una parete.

2. Sia A B la superficie di una parete metallica omogenea indefinita, che guarda un ambiente M in cui esiste una sorgente di calore a temperatura variabile col tempo. Attraverso ogni sezione piana PQ

(1) D. KIRSCH, « Die Bewegung der Wärme » in *der Cylindervandungen de. Dampfmaschinen*.

I. HENRIOTTE et A. ISSEL, *Revue Universelles des Mines*, 3<sup>e</sup> serie, tome VI  
 1 — LA REVISTA TECNICA.



distante di  $x$  dalla faccia AB passerà un flusso di calore variabile col tempo, e la temperatura in corrispondenza di detta sezione varierà pure col tempo: di più la temperatura sarà pure una funzione della distanza  $x$  della sezione che si considera dalla faccia AB.

Se diciamo  $\tau$  la temperatura variabile nella sezione PQ, e  $\tau - dx$  la temperatura nella sezione TS distante dalla PQ di una quantità  $dx$ , il flusso di calore per unità di tempo attraverso la sezione PQ sarà proporzionale all'area della sezione che supponiamo eguale ad uno, alla differenza di temperatura e al coefficiente di conducibilità interna  $k$ , e inversamente proporzionale alla distanza  $dx$ , sarà cioè espresso da una funzione di  $x$ :

$$f(x) = -k \frac{\partial \tau}{\partial x} \quad (1)$$

Attraverso la sezione TS distante di  $x + dx$  della superficie AB il flusso di calore per unità di tempo sarà  $f(x + dx)$  e quindi il calore rimasto nel solido infinitesimo PQTS è dato da:

$$\begin{aligned} f(x + dx) - f(x) &= dx \frac{\partial f(x)}{\partial x} = -dx \frac{\partial}{\partial x} \left[ -k \frac{\partial \tau}{\partial x} \right] = \\ &= k \cdot dx \frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} \quad (2) \end{aligned}$$

Ma il volume del solido elementare PQTS è  $1 \cdot dx$ , e il suo peso è  $\gamma dx$ , se  $\gamma$  è il peso specifico: se  $c$  è il suo calore specifico, il calore rimasto nel solido ha per effetto di aumentare nel tempo  $dt$  la temperatura del solido della quantità  $d\tau$ : quindi deve essere

$$k \cdot dx \frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} = \gamma \cdot dx \cdot c \frac{\partial \tau}{\partial t}$$

ossia

$$\frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} = \frac{\gamma \cdot c}{k} \frac{\partial \tau}{\partial t} \quad (3)$$

Questa espressione è l'equazione differenziale del modo di variare della temperatura nel tempo e lungo il raggio normale alla faccia AB.

Se la temperatura della sorgente fosse costante e la parete finita e di spessore  $s$ , sarebbe  $\frac{\partial \tau}{\partial x} = 0$  e quindi per la (3)

$$\frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} = 0; \quad \frac{\partial \tau}{\partial x} = \text{cost.}; \quad \tau = a + bx$$

la temperatura sarebbe proporzionale alla distanza  $x$  dalla faccia AB.

Di più, come è noto, in grazia del coefficiente di trasmissione superficiale o esterno vi sarebbe un salto finito di temperatura tra l'ambiente e la superficie della parete che lo racchiude.

3. Quando la temperatura della sorgente è variabile col tempo, sono pure variabili col tempo la temperatura  $\tau$ , della faccia AB e le temperature  $t$  di tutte le sezioni interne.

Per integrare la (3) bisogna tener presente che l'espressione della temperatura variabile  $\tau$  in una sezione qualunque sarà una funzione di  $x$ , e di  $t$  e tale che per  $x = 0$  sarà  $\tau = \tau_0 = f(t)$  cioè funzione del solo tempo, e per  $x = 0$ , sarà  $\tau = \tau_0 = \text{cost.}$ , perchè è logico ammettere che a distanza infinita dalla sorgente non si possano più avere variazioni della temperatura.

Ciò è anche confermato dall'esperienza, poichè si verifica, per es., che ad una certa profondità del suolo entro la terra non si sentono più le variazioni giornaliere della temperatura, e che ad una profondità maggiore non si sentono più neppure le variazioni annuali.

La funzione

$$\tau = A + C e^{-\alpha x} \text{sen}(2\pi n t - \alpha x) \quad (4)$$

in cui  $A$ ,  $C$ ,  $\alpha$  sono tre costanti da determinarsi, ed  $n$  è la frequenza della variazione di  $\tau$  (nel caso della macchina a vapore è il numero di giri per  $1'$ , perchè in un giro di manovella la temperatura della sorgente compie tutta l'oscillazione), è uno degli integrali dell'equazione differenziale (3).

Difatti se deriviamo prima rispetto a  $t$ , e poi due volte rispetto ad  $x$ , avremo:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau}{\partial t} &= C e^{-\alpha x} 2\pi n \cos(2\pi n t - \alpha x) \\ \frac{\partial \tau}{\partial x} &= -C \alpha e^{-\alpha x} \text{sen}(2\pi n t - \alpha x) - C \alpha e^{-\alpha x} \cos(2\pi n t - \alpha x) \\ \frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} &= 2C \alpha^2 e^{-\alpha x} \cos(2\pi n t - \alpha x) \end{aligned}$$

e quindi

$$\frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} = \frac{\alpha^2}{\pi n} \frac{\partial \tau}{\partial t} \quad (3)$$

Confrontando la (3) con la (3) si vede che è necessario sia

$$a = \sqrt{\frac{\gamma C_s \pi h}{k}} \quad (5)$$

affinchè la espressione (4) sia l'integrale della (3): tale espressione soddisfa anche alle condizioni poste, perchè difatti

$$\begin{aligned} x=0 \quad \tau_x &= A + C \operatorname{sen} 2\pi t \\ x=\infty \quad \tau_x &= A \end{aligned} \quad (6)$$

In questo modo troviamo che la temperatura della parete AB è una funzione sinusoidale del tempo, avente la frequenza  $\pi$ , che le temperature di tutte le sezioni parallele ad AB sono funzioni sinusoidali del tempo, aventi la stessa frequenza, ma con ampiezza rapidamente decrescenti ed aventi un ritardo di fase crescente con  $x$ , e che la temperatura della sezione a distanza infinita dalla parete AB è costante ed eguale ad A.

Di più la costante A è la temperatura media della sorgente, C la ampiezza della variazione della temperatura sulla superficie AB che guarda il cilindro, e  $Ce^{-ax}$  l'ampiezza della variazione della temperatura alla distanza  $x$  da AB.

Per un cilindro di macchina a vapore, la cui parete non è infinita ma ha spessore  $s$ , l'integrale (4) non dà una soluzione esatta, ma una soluzione abbastanza approssimata, perchè col crescere di  $x$  il fattore esponenziale  $e^{-ax}$  diminuisce rapidamente, tanto che a pochi millimetri dalla parete AB le variazioni di temperatura non si possono più apprezzare, e si può ritenere che le scorie successive di cilindro acquistino temperature costanti decrescenti fino all'esterno.

Applicando questa soluzione allo studio del flusso di calore attraverso le pareti noi veniamo a stabilire che la temperatura della parete interna varia secondo una legge sinusoidale.

In realtà il vapore che agisce in una motrice segue la legge di variazione della temperatura data dal diagramma delle pressioni: tale temperatura è una variabile alternativa, ma non sinusoidale.

Ma con la serie di Fourier possiamo studiare più esattamente il fenomeno reale, e di questo ci occuperemo appresso.

4. Prima interessa di determinare come deve variare la temperatura del vapore, perchè la temperatura della superficie da essa bagnata segua la legge indicata dalla (4) per  $x=0$ .

Se  $k_i$  è il coefficiente di trasmissione superficiale o esterno,  $\tau$ , la temperatura variabile del vapore in un dato istante,  $\tau$ , la temperatura pure variabile della superficie AB considerata nello stesso istante, potremo scrivere che il calore ceduto dal vapore alla parete per unità di superficie e per secondo è eguale a quello che nello stesso tempo attraversa l'unità di superficie della parete AB: ossia che

$$k_i (\tau_i - \tau) = -k \frac{\partial \tau}{\partial x} \quad \text{per } x=0 \quad (7)$$

Differenziando quindi la (4) rispetto ad  $x$  e mettendo poi  $x=0$  si ha:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau}{\partial x} \Big|_{x=0} &= -C a (\operatorname{sen} 2\pi t + \cos 2\pi t) \\ &= -2C a \operatorname{sen} 45^\circ \operatorname{sen} (2\pi t + 45^\circ) \end{aligned} \quad (7)$$

e sostituendo questo valore nella (7) e risolvendo rispetto a  $\tau$ , si ottiene:

$$\begin{aligned} \tau_i &= \tau + \frac{2C a k \operatorname{sen} 45^\circ}{k_i} \operatorname{sen} (2\pi t + 45^\circ) \\ &= A + C \operatorname{sen} 2\pi t + \frac{2C a k \operatorname{sen} 45^\circ}{k_i} \operatorname{sen} (2\pi t + 45^\circ) \end{aligned} \quad (8)$$

dalla quale si ricava che  $\tau_i$  è espresso in funzione di una somma di due quantità sinusoidali, una di ampiezza C e fase 0, e l'altra di ampiezza  $\frac{2C a k \operatorname{sen} 45^\circ}{k_i}$  e fase  $45^\circ$ .

Per esprimere  $\tau_i$  in funzione di una sola quantità sinusoidale, bisogna trovare quali sono l'ampiezza e la fase del vettore che dà per proiezione la somma delle proiezioni di due vettori dati. Se il vettore OC = C sull'asse  $yy$ , rappresenta la funzione C  $\operatorname{sen} 2\pi t$ , e il vettore OD =  $\frac{2C a k \operatorname{sen} 45^\circ}{k_i}$  sulla Od inclinata di  $45^\circ$  sulla  $yy$  rappresenta la funzione  $\frac{2C a k \operatorname{sen} 45^\circ}{k_i} \operatorname{sen} (2\pi t + 45^\circ)$ , il vettore somma è la risultante OE di OC, OD. Esso ha per ampiezza

$$\begin{aligned} OE &= \sqrt{OC \cos 45^\circ + (OC + OD \cos 45^\circ)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{2C a k \operatorname{sen} 45^\circ \cos 45^\circ}{k_i}\right)^2 + \left(C + \frac{2C a k \operatorname{sen} 45^\circ \cos 45^\circ}{k_i}\right)^2} \\ &= \sqrt{\frac{C^2 a^2 k^2}{k_i^2} + \left(C + \frac{C a k}{k_i}\right)^2} = \frac{C}{k_i} \sqrt{k^2 a^2 + (k + k_i)^2} \end{aligned}$$



e per fase l'angolo è dato da:

$$\begin{aligned} \tan \delta &= \frac{2Ckx \operatorname{sen} 45 \cdot \cos 45}{C + \frac{2Ckx \operatorname{sen} 45 \cdot \cos 45}{k_1}} = \frac{Ckx}{C + \frac{Ckx}{k_1}} \\ &= \frac{kx}{kx + k_1} = \frac{V\gamma c \cdot \pi n \cdot k}{k_1 + V\gamma c \cdot \pi n \cdot k} \end{aligned}$$

La (8) può quindi scriversi:

$$\tau_x = A + \frac{C}{k_1} \sqrt{kx^2 + (kx + k_1)^2} \operatorname{sen} \left( 2\pi nt + \operatorname{arc} \tan \frac{kx}{kx + k_1} \right) \quad (9)$$

Dal confronto fra la (4) per  $x=0$  e la (9) si ricava che il rapporto tra l'ampiezza della variazione di  $\tau_x$  e quella di  $\tau_e$  è data da

$$\begin{aligned} \frac{\tau_{\max. s}}{\tau_{\max. v}} &= \frac{C}{\frac{c}{k_1} \sqrt{kx^2 + (kx + k_1)^2}} = \frac{k_1}{V(kx)^2 + (kx + k_1)^2} \\ &= \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{kx}{k_1}\right)^2 + \left(\frac{kx}{k_1} + 1\right)^2}} \quad (10) \end{aligned}$$

e per la (5)

$$\frac{\tau_{\max. s}}{\tau_{\max. v}} = \frac{k_1}{V\gamma c \cdot \pi n \cdot k + (V\gamma c \cdot \pi n \cdot k + k_1)^2} \quad (10)$$

Da quanto abbiamo ricavato risulta che la differenza fra l'ampiezza della temperatura del vapore e quella della temperatura della superficie che ne è bagnata dipende dal coefficiente di trasmissione esterno  $k$ , e dalla frequenza  $n$ . Approssimativamente si può ritenere che il rapporto espresso dalla (10) è proporzionale direttamente a  $k_1$ , ed inversamente a  $V\sqrt{n}$ , e se  $k_1$  è grande, detto rapporto si avvicina all'unità.

Del pari dipende da  $k$ , e da  $V\sqrt{n}$  la fase di cui  $\tau_x$  è in ritardo su  $\tau_e$ : cioè quanto maggiore è la conduttività esterna  $k$ , e quanto minore è la frequenza, tanto minore è la differenza di fase fra  $\tau_x$  e  $\tau_e$ .

5. Consideriamo ora il flusso di calore che attraversa la superficie AB della parete: per  $m^2$  di parete e nel tempo  $dt$ , considerando

come positive le quantità di calore che vanno dal vapore alla parete, si ha:

$$\frac{dQ}{dt} dt = -k \frac{\partial \tau}{\partial x} dt \quad (11)$$

La derivata della (4) rispetto ad  $x$ , per  $x=0$ , da:

$$\begin{aligned} \frac{dQ}{dt} dt &= Cx \cdot k \cdot V\sqrt{2} \cdot \operatorname{sen} \left( 2\pi nt + \frac{\pi}{4} \right) dt \\ &= C V\sqrt{2} \gamma c \cdot \pi nk \operatorname{sen} \left( 2\pi nt + \frac{\pi}{4} \right) dt \quad (12) \end{aligned}$$

che è un'altra forma della (7).

Il flusso di calore ha dunque un'ampiezza eguale ad  $cxkV\sqrt{2}$  volte l'ampiezza della temperatura alla superficie, ed una fase di  $\pi/4$  di periodo rispetto alla temperatura: esso si annulla quindi per

$$2\pi nt + \frac{\pi}{4} = 0.$$

Siccome d'altra parte  $2\pi nt$  non è altro che l'angolo di rotazione  $\omega$  fatto a partire dalla posizione per la quale  $t=0$  (generalmente uno dei punti morti) dalla (12) si vede che il flusso si annulla per

$$\omega = -\frac{\pi}{4} \text{ oppure per } \omega = \pi - \frac{\pi}{4}$$

Il massimo del flusso di calore in un senso o nell'altro si ha invece per

$$\omega = \frac{\pi}{4} \text{ oppure per } \omega = \pi + \frac{\pi}{4}$$

La quantità di calore totale che, durante un mezzo periodo, il vapore cede alla parete, e durante il mezzo periodo successivo la parete restituisce al vapore è:

$$\begin{aligned} Q &= \int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} k \frac{\partial \tau}{\partial x} dt = \frac{1}{2\pi n} \int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} k \frac{\partial \tau}{\partial x} d\omega = \\ &= \frac{C\alpha k V\sqrt{2}}{2\pi n} \int_{-\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{4}} \operatorname{sen} \left( \omega + \frac{\pi}{4} \right) d\omega = \frac{C\alpha k V\sqrt{2}}{2\pi n} (\cos 0 - \cos \pi) \\ &= \frac{C\alpha k V\sqrt{2}}{\pi n} = C \sqrt{\frac{2\gamma c \cdot k}{\pi n}} \quad (13) \end{aligned}$$

Ma la (10) ci dà la relazione fra l'ampiezza della temperatura del vapore e quella della temperatura della superficie della parete in funzione della conduttività esterna e della frequenza: si può quindi esprimere la quantità di calore  $Q$  in funzione dell'ampiezza di variazione della temperatura del vapore  $C$ :

$$Q = \frac{skT^2}{\pi n} C = \frac{skT^2}{\pi n} C \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{kx}{k_1}\right)^2 + \left(\frac{kx}{k_1} + 1\right)^2}} = \frac{C}{\pi n} \sqrt{\frac{2}{\left(\frac{1}{k_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{sk}\right)^2}} = C \sqrt{\frac{2}{\left(\frac{\pi n}{k_1}\right)^2 + \left(\frac{\pi n}{k_1} + \frac{\pi n}{sk}\right)^2}} \quad (13)$$

Disgraziatamente questa formula non ci permette di ricavare il valore numerico di  $Q$ , perchè non è ancor conosciuto il valore della conduttività esterna  $k_1$ . Però essa ci serve per fare delle osservazioni molto importanti e a darci la spiegazione dei fenomeni che l'esperienza ha già confermato; infatti si vede dall'esame della (13) che  $Q$  cresce col crescere di  $C$ , e di  $k_1$ , e col diminuire di  $n$ . Perciò i mezzi che tendono a diminuire la conduttività esterna e l'ampiezza della oscillazione della temperatura del vapore e ad aumentare la frequenza, tendono a diminuire gli scambi di calore.

Il vapore surriscaldato tende a mantenere le pareti del cilindro più asciutte che non il vapore saturo od umido, e diminuisce perciò la conduttività esterna. Il funzionamento a doppia e a tripla espansione diminuisce l'ampiezza della variazione della temperatura, perchè limita in ciascun cilindro il salto di pressione e quello di temperatura tra l'introduzione e lo scappamento: se  $\tau_1$  e  $\tau_2$  indicano le temperature all'introduzione e allo scappamento, la temperatura media fra queste

è:  $A = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2}$  e l'ampiezza è:  $C = \tau_1 - A$ . Aumentando la velocità di rotazione della macchina aumenta la frequenza della funzione sinusoidale che rappresenta la temperatura.

Uso del vapore surriscaldato, il frazionamento dell'espansione in più cilindri e le grandi velocità diminuiscono perciò le perdite di rendimento dovuto all'azione termica delle pareti. Nei cap. xv e xvii del *Compendio di Termodinamica* del compianto prof. Bertoldo, sono appunto riportate parecchie esperienze che confermano i risultati trovati analiticamente.

Si osservi che questi tre provvedimenti agiscono diminuendo tanto  $Q_1$  quanto  $Q_2$ , cioè tanto il calore che le pareti sottraggono al fluido quanto quello che queste gli restituiscono; ma poichè la perdita di lavoro dovuta alla sottrazione di calore  $Q_1$  è sempre molto più importante che non il guadagno di lavoro dovuto alla restituzione di calore  $Q_2$ , così questi tre provvedimenti hanno per effetto di aumentare il rendimento della macchina.

6. Esiste però un mezzo di diminuire la quantità di calore ceduto alle pareti e di aumentare quello restituito dalle pareti; e questi consiste nell'uso dell'*inviluppo di vapore di Watt*. Vedi Bertoldo, *Compendio di Termodinamica*, cap. xiv.

Per esaminare come l'inviluppo di vapore modifichi gli scambi di calore, bisogna ricorrere all'equazione differenziale (3) che rappresenta il fenomeno del flusso di calore variabile col tempo e con la distanza  $x$  della superficie AB, e cercare un altro integrale che soddisfi alle nuove condizioni di funzionamento. Per effetto dell'inviluppo di vapore la parete esterna invece di mantenersi alla temperatura media  $A$ , a cui si mantengono pure tutte le sezioni della parete ed il vapore, si mantiene ad una temperatura  $\tau$ , che dipende dalla temperatura del vapore dell'inviluppo e dal coefficiente di conduttività esterna. Siccome la parete interna del cilindro si mantiene ad una temperatura media costante  $\tau_1$ , che in generale sarà maggiore di  $A$ , esisterà indipendentemente dal flusso variabile di calore già studiato, un flusso costante dall'esterno all'interno, che cambierà le temperature medie delle diverse sezioni successive in modo decrescente dall'esterno all'interno. Ogni sezione PQ distante di  $x$  dalla superficie AB avrebbe una temperatura media

$$\tau_x = \tau_1 + \frac{(\tau_1 - \tau_1)}{s} x$$

L'integrale

$$\tau = a bx + Ce^{-ax} \operatorname{sen}(2\pi nt - ax) \quad (14)$$

risolve pure l'equazione differenziale (3) e soddisfa alle nuove condizioni purchè sia

$$a = \tau_1, \quad \text{e} \quad b = \frac{\tau_1 - \tau_1}{s}$$

Sicchè la temperatura variabile in una sezione qualunque a distanza  $x$  dalla superficie AB è

$$\tau = \tau_1 + \frac{\tau_1 - \tau_1}{s} x Ce^{-ax} \operatorname{sen}(2\pi nt - ax) \quad (14)$$



nella quale si può mettere in evidenza la temperatura dell'involuppo  $\theta$ , sapendo che

$$k_i (\theta_i - \tau_i) = \frac{k}{s} (\tau_i - \tau_i) = k_i (\tau_i - A) \quad (15)$$

se ammettiamo per semplicità che la conduttività esterna  $k_i$  della parete dalle due parti sia la stessa.

Confrontata la prima con la seconda, e la prima con la terza della (15) si ricava

$$\begin{aligned} \tau_i - \tau_i &= \frac{k_i s}{k} (\theta_i - \tau_i) \\ \tau_i + \tau_i &= \theta_i + A \end{aligned}$$

che sommate membro a membro danno:

$$2\tau_i = \frac{k_i s}{k} \theta_i + \theta_i + A - \frac{k_i s}{k} \tau_i$$

ossia

$$\tau_i \left( \frac{k_i s}{k} + 2 \right) = \theta_i \left( \frac{k_i s}{k} + 1 \right) + A \quad (16)$$

Confrontando la seconda con la terza, e la prima con la terza della (15) si ricava

$$\begin{aligned} \tau_i - \tau_i &= \frac{k_i s}{k} (\tau_i - A) \\ \tau_i + \tau_i &= \theta_i + A \end{aligned}$$

e sottraendo membro a membro

$$2\tau_i = \theta_i + A + \frac{k_i s}{k} A - \frac{k_i s}{k} \tau_i$$

ossia

$$\tau_i \left( \frac{k_i s}{k} + 2 \right) = \theta_i + A \left( \frac{k_i s}{k} + 1 \right) \quad (17)$$

Sottraendo membro a membro la (17) dalla (16) si ottiene

$$(\tau_i - \tau_i) \left( \frac{k_i s}{k} + 2 \right) = \theta_i \frac{k_i s}{k} - A \frac{k_i s}{k}$$

$$\tau_i - \tau_i = (\theta_i - A) \frac{\frac{k_i s}{k}}{\frac{k_i s}{k} + 2} = (\theta_i - A) \frac{k_i s}{k_i s + 2k} \quad (18)$$

ma

$$k_i (\tau_i - A) = (\tau_i - \tau_i) \frac{k}{s}$$

$$\begin{aligned} \text{e quindi } \tau_i &= A + \frac{k}{k_i s} (\tau_i - \tau_i) = A + \frac{k}{k_i s} (\theta_i - A) \frac{k_i s}{k_i s + 2k} \\ &= A + (\theta_i - A) \frac{k}{k_i s + 2k} \quad (19) \end{aligned}$$

Sostituendo i valori di  $\tau_i$  e  $\tau_i - \tau_i$  nella (14) si ha finalmente:

$$\begin{aligned} \tau &= A + (\theta_i - A) \frac{k}{k_i s + 2k} + (\theta_i - A) \frac{k_i x}{k_i s + 2k} + \\ &+ C e^{-\alpha x} \text{sen}(2\pi n t - \alpha x) \quad (20) \end{aligned}$$

dalla quale risulta che la temperatura media di ogni sezione è tanto maggiore, quanto maggiore è la distanza  $x$  dalla faccia interna del cilindro, e quanto maggiore è lo scarto fra la temperatura  $\theta_i$  del vapore nell'involuppo e la temperatura media  $A$  del vapore nel cilindro. I primi due termini rappresentano la temperatura media della faccia interna del cilindro, perchè per  $x = 0$  la (20) si riduce a

$$\tau_i = A + (\theta_i - A) \frac{k}{k_i s + 2k} + C \text{sen } 2\pi n t \quad (21)$$

La temperatura del vapore in funzione delle quantità che compaiono nella (20) si ricava ricordando che

$$k_i (\tau_i - \tau_i) = -k \frac{\partial \tau}{\partial x} \quad \text{per } x = 0 \quad (7)$$

da cui

$$\tau_i - \tau_i = \frac{k}{k_i} \left( \frac{\partial \tau}{\partial x} \right)_{x=0}$$

Differenziando la (20) ponendovi  $x = 0$ , moltiplicando per  $\frac{k}{k_i}$  e sottraendo dalla (21) si ricava

$$\tau_i = A + C \text{sen } 2\pi n t + \frac{2Ck \text{sen } 45^\circ \cdot k}{k_i} \text{sen}(2\pi n t + 45)$$

cioè la stessa formula (5); perciò potremo ripetere le stesse osservazioni fatte per il caso della macchina senza sviluppo, per quanto riguarda la fase e l'ampiezza di questa funzione rispetto alla fase e all'ampiezza della temperatura della superficie interna.

La derivata della (20) per  $x = 0$  moltiplicata per  $k$  e per  $dt$  ci dà il flusso di calore nel tempo  $dt$ : esso vale

$$\frac{dQ}{dt} dt = -k \frac{\partial T}{\partial x} dt = \\ = -(\theta_s - A) \frac{k_1 \cdot k}{k_1 s + 2k} \text{CakV}^2 \text{sen}(2\pi nt + 45) \quad (22)$$

che è dello stesso tipo della (13) con questa differenza, che in questo caso c'è un termine  $-(\theta_s - A) \frac{k_1 k}{k_1 s + 2k}$  che rappresenta il flusso costante nel tempo attraverso la parete dall'esterno all'interno, flusso dovuto all'inviluppo.

L'integrale della (22) esteso a mezzo periodo ci dà ricordando la (13)

$$Q = \int_{-\frac{\pi}{4}}^{+\frac{\pi}{4}} \frac{k}{\partial x} dt = (\theta_s - A) \frac{k_1 k}{k_1 s + 2k} \frac{T}{2} + C \sqrt{\frac{2\gamma ck}{\pi n}} \quad (23)$$

e in funzione dell'ampiezza della temperatura del vapore:

$$Q = (\theta_s - A) \frac{k_1 k}{k_1 s + 2k} \frac{T}{2} + C \sqrt{\left(\frac{\pi n}{k_1}\right)^2 + \left(\frac{\pi n}{k_1 + ak}\right)^2} \quad (23)$$

Il primo termine, in cui  $\frac{T}{2}$  rappresenta la durata di mezzo periodo, dà il flusso costante di calore verso l'interno dovuto all'inviluppo, ed il secondo il flusso dovuto alle oscillazioni di temperatura, il quale per mezzo periodo è diretto dal vapore alle pareti e per l'altro mezzo dalle pareti al vapore.

Si vede dunque che l'inviluppo ha per effetto di diminuire la quantità di calore  $Q_1$  che il vapore cede alle pareti e di aumentare la quantità di calore che le pareti restituiscono al vapore. Si noti che l'inviluppo è tanto più attivo quanto maggiore è lo scarto che esiste fra la sua temperatura e quella media del vapore, e poichè in generale  $\theta_s = \tau$ , temperatura del vapore all'introduzione ed  $A = \frac{\tau_1 + \tau_2}{2}$ , se  $\tau_1$  è la temperatura di scarico, si ha pure:  $\theta_s - A = \frac{\tau_1 - \tau_2}{2}$

ossia l'efficacia dell'inviluppo cresce col crescere del salto di temperatura fra l'introduzione e lo scappamento.

Dalla (23) si vede pure che essendo  $T = \frac{1}{n}$ , l'efficacia dell'inviluppo diminuisce col crescere della frequenza. Questa proprietà è nota ai costruttori, i quali costruiscono quasi sempre le macchine a grande velocità senza inviluppo.

La formula (23) è applicabile al caso di una macchina senza inviluppo in cui si voglia tener conto del disperdimento di calore allo esterno: basterà porre per  $\theta_s$  la temperatura dell'ambiente in cui funziona la macchina.

7. La teoria esposta suppone che la temperatura del vapore che agisce nel cilindro vari secondo una legge periodica semplice; mentre in realtà la temperatura varia secondo la legge indicata dal diagramma delle pressioni, che non è esprimibile certamente con una funzione sinusoidale semplice. Si potrebbe tener conto più esatto della legge di variazione della temperatura esprimendola con una serie di Fourier  $:= \Delta + C_1 \text{sen}(2\pi nt + a_1) + C_2 \text{sen}(2 \cdot 2\pi nt + a_2) + C_3 \text{sen}(3 \cdot 2\pi nt + a_3) +$

e poi applicare la teoria esposta ai diversi termini della serie.

Però i risultati non sarebbero direttamente applicabili allrettanto quanto quelli del caso più semplice supposto, perchè essi contengono delle quantità di cui non si conoscono i valori numerici.

La teoria esposta considera il caso ideale di una quantità di vapore che, racchiusa nel cilindro, subisce le variazioni di temperatura supposte: quindi la quantità di calore  $Q$  calcolata con la (13) o con la (23) ci dà il calore  $Q_1$  ceduto dal vapore alle pareti durante le fasi di compressione, anticipazione all'introduzione, e la quantità di calore  $Q_2 + R$  dalle pareti restituito al vapore durante le fasi di espansione, anticipazione alla scarica e scarica.

Per calcolare solo la quantità  $Q_1$  restituita dalle pareti al vapore durante la fase di espansione, bisogna integrare la (12) o la (22) dal momento in cui il flusso si annulla e cambia segno  $(= \pi - \frac{\pi}{4})$  fino al momento in cui si apre la luce di scarica.

8. Bisogna poi osservare che noi abbiamo supposto che la temperatura della superficie interna della parete vari solo in conseguenza della variazione di temperatura del vapore, e che la temperatura



esterna sia mantenuta a temperatura costante ed eguale a quella media del vapore: di superfici che si trovino in tali condizioni non vi ha che quella del coperchio e del fondo, quella dei condotti di ammissione, quella dello stantuffo nella macchina a semplice effetto, e quella dello stantuffo nelle macchine a doppio effetto, quando questo è costruito a doppia parete con cavità interna. Se lo stantuffo è a parete semplice la sua superficie esterna (rispetto alla camera del cilindro che consideriamo) è mantenuta a temperature variabili spostato di fase di mezzo periodo per effetto del vapore che agisce nella camera opposta; e la parete del cilindro, sebbene si mantenga all'esterno a temperatura costante, all'interno, in causa dello spostamento della stantuffo, è sottoposta a rapidi sbalzi di temperatura oltre quelli dovuti alla variazione graduale della temperatura del vapore, e per di più è variabile nella sua estensione.

L'efficacia dell'inviluppo, secondo la (23), si limiterebbe a diminuire  $Q_1$  di una certa quantità  $q$  o ad aumentare  $Q_1$  di una eguale quantità  $q$ , misura del flusso di calore costante dall'esterno all'interno. In pratica troviamo che l'inviluppo diminuisce la quantità di calore che le pareti sottraggono al vapore durante la compressione e l'ammissione di una quantità  $q'$  maggiore di  $q$ , ed aumenta la quantità di calore che le pareti restituiscono al vapore di una quantità  $q''$  maggiore di  $q$  e di  $q'$ . Dall'esperienza di Hirn riportate, a pag. 70 del *Compendio* del prof. Bertoldi, si vede che spendendo 3,02 cal. nell'inviluppo, la sottrazione di calore prodotta dalle pareti durante l'ammissione diminuisce col funzionamento ad inviluppo di 4,62 calorie, e la restituzione di calore durante l'espansione aumenta di 10,19 calorie. Ciò si spiega anche con la (23) quando si ricordi che  $K$ , cresce con la temperatura e con l'umidità: l'inviluppo mantenendo più elevata la temperatura media della superficie interna del cilindro favorisce l'evaporazione durante la fase di espansione, per modo che le pareti risultano più asciutte durante l'ammissione: ossia l'inviluppo produce un aumento della conducibilità esterna durante l'espansione, ed in causa dell'asciugamento una diminuzione della stessa durante l'ammissione: quindi nell'espressione (23) il secondo termine cresce con l'inviluppo durante l'espansione, e diminuisce durante l'ammissione.

Torino, aprile 1902.

ING. MICHELE FERRERO.

## STUDIO TEORICO DI UNA COPPIA DI CIRCUITI INDUTTIVI IN PARALLELO SU CORRENTE ALTERNATIVA

**Avvolgimenti in parallelo.** — Conservando l'unità di lunghezza  $OC = N$ , numero di spire massimo di ciascun circuito, porremo dapprima

$$tg \Omega = \frac{\omega L_0}{r} = \frac{\omega \cdot 4\pi N^2}{\beta l} = \text{costante dell'apparecchio,}$$

ove  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  è la periodicità della differenza di potenziale applicata ai nodi della biforcazione,  $r$  la resistenza ohmica di ciascun ramo,  $\beta l$  la riluttanza offerta a ciascun ramo del flusso magnetico prodotto da ciascun avvolgimento.

Le nostre posizioni iniziali (3, 4, 5) divergono:

$$[3] \quad \frac{\lambda^2}{r^2} = (a^2 + b^2) tg \Omega, \quad \frac{\rho^2}{r^2} = 1 - a^2 b^2 tg^2 \Omega,$$

$$[4] \quad \frac{\lambda^2}{r^2} = (n_1^2 + n_2^2) tg \Omega, \quad \frac{\rho^2}{r^2} = 1 - n_1^2 n_2^2 tg^2 \Omega,$$

$$[5] \quad \frac{\lambda^2}{r^2} = (n_1^2 - n_2^2) tg \Omega, \quad \frac{\rho^2}{r^2} = 1 + n_1^2 n_2^2 tg^2 \Omega.$$

E quindi:

$$\sqrt{r^2 + \lambda^2} = \Delta \cdot \Delta_1 = r^2 \sqrt{1 + a^2 tg^2 \Omega} \sqrt{1 + b^2 tg^2 \Omega}$$

$$\sqrt{r^2 + \lambda^2} = r \sqrt{r^2 + S^2} = \frac{r^2}{S} = r^2 \sqrt{1 + n_1^2 tg^2 \Omega} \sqrt{1 + n_2^2 tg^2 \Omega}$$

$$[3^*] \quad \frac{\lambda^2}{r^2} = \frac{(a^2 + b^2) tg \Omega}{1 - a^2 b^2 tg^2 \Omega} = tg(\alpha' \pm \alpha''), \quad tg \alpha' = a^2 tg \Omega, \quad tg \alpha'' = b^2 tg \Omega,$$

$$[4^*] \quad \frac{\lambda^2}{r^2} = \frac{(n_1^2 \pm n_2^2) tg \Omega}{1 \mp n_1^2 n_2^2 tg^2 \Omega} = tg(\alpha_1 \pm \alpha_2), \quad tg \alpha_1 = n_1^2 tg \Omega,$$

$$[5^*] \quad \frac{\lambda^2}{r^2} = \frac{(n_1^2 - n_2^2) tg \Omega}{1 \mp n_1^2 n_2^2 tg^2 \Omega} = tg(\alpha_1 \pm \alpha_2), \quad tg \alpha_1 = n_1^2 tg \Omega,$$

Queste formole costruttive mostrano come si passi dal diagramma topografico delle ampere-spire unitarie ai diagrammi delle forze elettromotrici e degli impedimenti.

Ne conseguono: le espressioni delle correnti derivate:

$$[6] c' = \frac{e \sqrt{1+n_1^4 tg^2 \Omega}}{2 \sqrt{1+\frac{1}{4}(n_1^4+n_2^4) tg^2 \Omega}} = c \frac{\sqrt{1+n_1^4 tg^2 \Omega}}{2 \sqrt{1+\frac{1}{4}(n_1^4+n_2^4) tg^2 \Omega}}$$

e la differenza di fase:

$$[9] \begin{aligned} tg \varphi &= tg (s_1 - s_2) = \frac{(n_1^4 - n_2^4) tg \Omega}{1 + n_1^2 n_2^2 tg^2 \Omega}; \\ \cos \varphi &= \frac{1 + n_1^2 n_2^2 tg^2 \Omega}{\sqrt{1+n_1^4} tg \Omega \sqrt{1+n_2^4} tg \Omega}. \end{aligned}$$

E infine i due impedimenti nel ramo equivalente:

$$[13] J = \frac{\Delta_2 \Delta_1}{J_2} = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} = \frac{r \sqrt{1+a^4} tg^2 \Omega \sqrt{1+b^4} tg^2 \Omega}{2 \sqrt{1+\frac{1}{4}(n_1^4+n_2^4) tg^2 \Omega}}$$

$$[24] L = \frac{JJ'}{J_2} = \sqrt{R^2 + \omega^2 (L_1 \mp M)^2} = \frac{r \sqrt{1+n_1^4} tg^2 \Omega \sqrt{1+n_2^4} tg^2 \Omega}{2 \sqrt{1+\frac{1}{4}(n_1^4+n_2^4) tg^2 \Omega}}$$

Abbiamo in precedenza esaminato le forze elettromotrici e gli impedimenti. Ci restano a considerare, in base ai valori delle correnti sottoposte alle condizioni d'impedimento [6], [24], le forze magnetomotrici ed i flussi. Seguiranno a supporre il nucleo di permeabilità costante nello spazio e nel tempo e ci fonderemo puramente sui valori teorici (o geometrici) delle dispersioni, dianzi studiati.

**Forze magnetomotrici. Flussi.** — Riferiamo le fasi delle due correnti derivate alla fase della corrente principale

$$c_1 = c \operatorname{sen} \omega t.$$

Nelle direzioni  $Oh_1$ ,  $Oh_2$  componenti l'angolo  $\varepsilon$  avremo a considerare agenti le ampere-spire

$$N_1 c' \operatorname{sen} (\omega t + \varphi), \quad N_2 c' \operatorname{sen} (\omega t - \varphi),$$

ove, grazie alle (29) e (30),

$$[29] \quad tg \varphi = \frac{(n_1^4 - n_2^4) tg \Omega}{2 + n_1^2 (n_1^4 + n_2^4) tg^2 \Omega}, \quad tg \varphi' = \frac{(n_2^4 - n_1^4) tg \Omega}{2 + n_2^2 (n_1^4 + n_2^4) tg^2 \Omega}$$

I flussi  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  corrispondenti a queste ampere-spire avranno ampiezze massime della forma

$$\Phi = \frac{4\pi}{R} N_1 c' = \frac{4\pi}{R} N_1 \frac{J'}{J_2} c, \quad \Phi' = \frac{4\pi}{R} N_2 c' = \frac{4\pi}{R} N_2 \frac{J'}{J_2} c,$$

e si comporranno nel centro sotto un angolo spaziale  $\varepsilon$ , e un angolo di fase  $\varphi$  [9], funzione dei numeri di spire disperse  $n_1$ ,  $n_2$ .

Queste determinano essenzialmente le condizioni d'impedimento nei due rami, per le quali le correnti vi si ripartiscono secondo le [6]. I coefficienti di autoinduzione veri sono cioè proporzionali ad  $n_1^2$  e ad  $n_2^2$ :

$$l_1 \equiv n_1^2, \quad l_2 \equiv n_2^2;$$

ad essi son dovuti le *f. e. m.* reattive che nei due rami agiscono e i valori degli impedimenti [6], [13].

Il *flusso magnetico risultante* nel centro sarà della forma

$$\Phi_2 = J \Phi_1^2 + \Phi_1^2 + 2 \Phi_1 \Phi_2 \cos \varepsilon,$$

sarà, cioè, in generale un *flusso rotante di diagramma ellittico*.

Nelle nostre ipotesi:

$$\Phi_1 = \frac{4\pi c}{R} J_2.$$

$$\begin{aligned} J \sqrt{N_1^2 J^2 \operatorname{sen}^2 (\omega t + \varphi) + N_2^2 J^2 \operatorname{sen}^2 (\omega t - \varphi)} + 2N_1 N_2 J' J' \operatorname{sen} \operatorname{sen} \cos \varepsilon \\ = \frac{4\pi c}{R} J_2 \sqrt{N_1^2 J^2 \operatorname{sen}^2 (\omega t + \varphi) + N_2^2 J^2 \operatorname{sen}^2 (\omega t - \varphi)} + N_1^2 J^2 \operatorname{sen}^2 \omega t \\ = \frac{4\pi c}{R} \sqrt{n_1^4 c^2 \operatorname{sen}^2 (\omega t + \varphi) + n_2^4 c^2 \operatorname{sen}^2 (\omega t - \varphi)} + n_1^2 c^2 \operatorname{sen}^2 \omega t \end{aligned}$$

cioè: il *flusso risultante nel centro è rappresentato in ogni istante dalla diagonale di un parallelepipedo rettangolo*, di cui i tre lati variano col tempo proporzionalmente ai seni che caratterizzano le correnti, derivate e principale, partendo da valori massimi proporzionali alle ampere-spire disperse e concatenate. Evidentemente questa diagonale non è altro che il vettore centrale di uno degli ellissi E.

Interessa ricercare se, e sotto quali condizioni questo flusso rotante ellittico possa divenire circolare, cioè *rotante costante*.



Basta svolgere una delle espressioni (53) sotto radicale, per es. l'ultima:

$$\begin{aligned} & \text{sen } \omega t [n_1 c^3 \cos^2 \varphi' + n_2 c^3 \cos^2 \varphi'' + n^3 c^3] + \\ & \cos^2 \omega t [n_1 c^3 \text{sen } \varphi' + n_2 c^3 \text{sen } \varphi''] + \\ & 2 \text{sen } \omega t \cos \omega t [n_1 c^3 \text{sen } \varphi' \cos \varphi'' - n_2 c^3 \text{sen } \varphi' \cos \varphi''] \end{aligned}$$

a scrivere le condizioni affinché questa espressione conservi un valore indipendente dal tempo; cioè:

$$A) \quad n_1 c^3 \text{sen } \varphi' \cos \varphi'' = n_2 c^3 \text{sen } \varphi'' \cos \varphi'$$

$$B) \quad n_1 c^3 \cos^2 \varphi' + n_2 c^3 \cos^2 \varphi'' + n^3 c^3 = n_1 c^3 \text{sen}^2 \varphi' + n_2 c^3 \text{sen}^2 \varphi''$$

Valendosi delle relazioni generali (31)

$$c' \text{sen } \varphi' \text{sen } \varphi = c'' \text{sen } \varphi' \text{sen } \varphi = \frac{c'c''}{c} \text{sen}^2 \varphi = c \text{sen } \varphi' \text{sen } \varphi''$$

si possono scrivere le A) B) come segue:

$$C) \quad \frac{n_1 c'}{\cos \varphi'} = \frac{n_2 c''}{\cos \varphi''} = \frac{n^3 c}{\cos \varphi}$$

Quindi, se con  $I_1$  ed  $I_2$  indichiamo i coefficienti di autoinduzione veri e con  $M$  il coefficiente di mutua induzione, e poi con  $e'$ ,  $e''$ ,  $e$ , risp. i valori massimi delle  $f$ . e. m. di autoinduzione e di mutua induzione,

$$C') \quad \frac{\omega I_1 c'}{\cos \varphi'} = \frac{\omega I_2 c''}{\cos \varphi''} = \frac{\omega M c}{\cos \varphi}$$

$$C'') \quad e' \cos \varphi' \cos \varphi = e'' \cos \varphi'' \cos \varphi = e \cos \varphi' \cos \varphi''$$

ossia, confrontando con le (31),

$$C''') \quad I_1 \text{tg } \varphi' = I_2 \text{tg } \varphi'' = -M \text{tg } \varphi$$

o, con riguardo alle [5\*],

$$C''') \quad \text{tg } \varphi' = \frac{1}{n_1 \text{tg } \Omega} \quad \text{tg } \varphi'' = \frac{1}{n_2 \text{tg } \Omega} \quad \text{tg } \varphi = -\frac{1}{n^3 \text{tg } \Omega}$$

La coppia di condizioni C) assegna dunque, per il flusso rotante circolare, una relazione fra le forze elettromotrici d'induttanza propria e mutua, e gli angoli di spostamento delle correnti derivate e principale.

Eliminate le correnti, la forma più semplice (C''') lega insieme le sole induttanze con i detti angoli di fase.

Ora, l'apparecchio è tale che ciascuna coppia di angoli di conformazione ( $\psi = \frac{1}{2} \psi_1$ ,  $\psi'' = \frac{1}{2} \psi_2$ ) soddisfa sempre le relazioni:

$$(54) \quad n_1^3 \text{tg } \psi = n_2^3 \text{tg } \psi'' = n^3 \text{tg } \psi \text{tg } \psi'' \text{tg } \sigma$$

ovvero sia

$$(54) \quad n_1^3 \cotg \psi = n_2^3 \cotg \psi'' = n^3 \text{tg } \sigma,$$

della stessa costruzione, cioè, delle (C''').

Tali relazioni caratteristiche dell'apparecchio risultano dalle proprietà espresse nelle (46) (47). Si possono però dimostrare direttamente, se si costruiscono sul diagramma topografico i segmenti  $n_1^3$ ,  $n_2^3$ ,  $n^3$ , come segue (fig. 20).

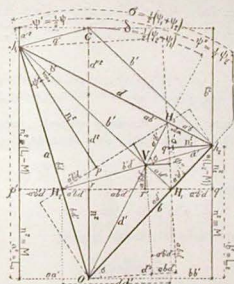


Fig. 20.

Riunendo i punti  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $H_3$  piedi delle tre altezze (fig. 20) del triangolo  $a, b, d$ , ed abbassando dai suoi vertici,  $O, h, h_1$ , e dal centro radicale  $V$  le perpendicolari sulle tre congiungenti, tali perpendicolari

valgono appunto le grandezze  $n_1^2$ ,  $n_2^2$ ,  $n_3^2$ , ed  $a'b'd'$ , quadrati delle quattro altezze del tetraedro  $\Delta_1$

$$\begin{aligned} \overline{Or} &= n^2 = ab'd \\ \overline{H_1p} &= n_1^2 = ab'd \\ \overline{H_2q} &= n_2^2 = a'bd \\ \overline{Vr} &= a'b'd'. \end{aligned}$$

Dalla costruzione fatta si scorge che questi segmenti comprendono rispettivamente con i lati adiacenti

$$(a, b) \quad (a) \quad (b) \quad (a', b')$$

gli angoli

$$(\psi, \psi') \quad (\psi') \quad (\psi') \quad \left( \frac{\pi}{2} - \psi', \frac{\pi}{2} - \psi' \right).$$

Ne conseguono senz'altro le relazioni:

$$\begin{aligned} \overline{H_1r} = \overline{H_2q} &= a'b'd', \quad \overline{H_1p} = \overline{H_2q} = a'b'd', \quad \overline{H_1p} = \overline{H_2r} = ab'd. \\ \overline{H_1H_2} &= dd' \quad \overline{H_1H_3} = bb' \quad \overline{H_2H_3} = aa'. \end{aligned}$$

Overossia:

$$(54) \quad \begin{aligned} n_1^2 tg \psi' &= n_2^2 tg \psi' = n^2 tg \psi' tg \psi' tg \psi = a'b'd' = a'b'd tg \psi' \\ n_1^2 cotg \psi' &= n_2^2 cotg \psi' = n^2 tg \psi = ab'd = ab'd tg \psi. \end{aligned}$$

Per conseguenza: il flusso risultante nel centro sarà un rotante costante quando le (53) e le (54) sieno identiche, cioè per

$$(55) \quad \psi' = \frac{\pi}{2} - \psi', \quad \psi' = \frac{\pi}{2} - \psi'.$$

E con questo:

$$(56) \quad \psi = \psi' + \psi' = \pi - \psi.$$

Allora, la prima delle (31) diventa in genere

$$(56) \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{J}{J'} = \frac{c'}{c}$$

la quale dice che le correnti agiscono con lo stesso numero di ampere-spire; e completano con l'ultima ( $c'c' \sin^2 \psi = c^2 \sin \psi \sin \psi'$ ) si ha infine

$$(56) \quad N_1 c' = N_2 c = N_2 c \frac{\cos \psi \cos \psi'}{\sin \psi} = \frac{N_1 N_2}{J \sqrt{N_1^2 + N_2^2} - 2N_1 N_2 \cos \psi} c.$$

Il valore del flusso rotante costante è quindi (53),

$$(57) \quad \Phi = \frac{4\pi N_1 c'}{3l} \sin \psi = \frac{4\pi N_1 c'}{3l} \sin \psi = \frac{4\pi N_1 c'}{3l} \sin \psi \sin \psi'.$$

Le relazioni (56) si identificano e coincidono in costrutto con le equazioni generali (22)

$$J'c' = Jc = Ic,$$

determinando una relazione a soddisfarsi, d'altronde prevedibile, fra la resistenza ohmica degli avvolgimenti e i coefficienti induttivi:

Tale relazione, quale risulta dalle (56), [6], è:

$$(58) \quad cotg^2 \Omega = \frac{n_1^2 N_1^2 - n_2^2 N_2^2}{N_1^2 - N_2^2} = n_1^2 n_2^2 + n^2 (n_1^2 + n_2^2) = N_1^2 N_2^2 - n^4,$$

ossia, con le notazioni originarie,

$$(58) \quad r = \omega \sqrt{L_1 L_2} - M^2 = \omega \sqrt{L_1 L_2}, \quad (\rho = 0),$$

o inoltre, poichè  $M = \sqrt{L_1 L_2} \cos \epsilon$ ,

$$(58) \quad r = \omega \sqrt{L_1 L_2} \sin \epsilon.$$

Quale conformazione richiederà l'apparecchio.

Le C) esprimono in primo luogo che M deve essere negativo, cioè *ε* ottuso; e d'altra parte, una coppia di circuiti induttivi in parallelo, senza differenza sensibile di capacità, come nel caso nostro, non può generare una differenza di fase molto grande fra le due correnti derivate.

Si scorge dalle [9] e [29] che  $\psi$  in generale cresce insieme alla differenza ( $n_1^2 - n_2^2$ ); il massimo di  $\psi$  è anzi assegnato dalla condizione che  $\omega$ , oppure  $n_1$ , si annulli, mentre l'altro sia il più grande possibile; in sostanza, il massimo di  $tg \psi$  sarebbe il valore stesso della costante dell'apparecchio

$$tg \Omega = \frac{\omega L_{12}}{r}.$$

Quindi  $\psi$  è sempre minore di 90°, e  $\pi - \psi > 90^\circ$ . E per rispondere alle C), ossia alle (55), vuolsi appunto che  $\epsilon$  sia ottuso.

Però al massimo di  $\psi$  corrisponde solo un flusso risultante alternativo, il cui valore è la metà di quello massimo che la corrente



totale può produrre nell'apparecchio (quando fosse cioè  $n_1 = n_2 = 0$  ossia  $\psi = \psi' = 0$ ). D'altra parte il flusso rotante circolare (57) cresce col crescere di  $\varphi = \varphi' + \varphi'' = \pi - \alpha$ .

Per ogni conformazione dell'apparecchio che soddisfi la (58), si ha

$$N_1 c' = N_2 c',$$

uguaglianza delle ampère-spire massime componenti; e ciò può ottenersi in infiniti modi, tanto con  $\alpha$  acuto che con  $\alpha$  ottuso (1). In generale però, non sarà insieme soddisfatta anche la (55'), per  $\alpha$  ottuso, cioè la differenza di fase  $\varphi$  delle ampère-spire componenti supplementare dell'angolo  $\alpha$  che i loro assi magnetici comprendono nello spazio; con che si avrebbe finalmente

$$(56) \quad \frac{c'}{N_1} = \frac{c''}{N_2} = \frac{c}{I N_1^2 + N_2^2 - 2N_1 N_2 \cos \alpha} \quad [\text{cfr. (29)}]$$

Orbene, questa seconda condizione si può soddisfare insieme alla prima, nelle circostanze dei casi VI, e VII (fig. 4), nei quali si può far crescere  $\alpha$  variando  $h_1$  e  $h_2$  in sensi opposti e fare in corrispondenza diminuire  $\varphi$ , [9]. — o viceversa.

L'espressione di  $\tan \varphi$ , difatti, con l'introduzione della (58) diviene

$$\tan \varphi = \frac{(N_1^2 - N_2^2) I N_1^2 N_2^2 - n^4}{2N_1 N_2^2 + n^2 (N_1^2 + N_2^2)}.$$

Affinchè sia  $\varphi = \pi - \alpha$ , deve quindi aversi

$$\frac{(N_1 - N_2) I N_1^2 N_2^2 - n^4}{2N_1 N_2^2 + n^2 (N_1^2 + N_2^2)} = - \frac{I N_1^2 N_2^2 - n^4}{n^2},$$

e cioè

$$-n^4 = N_1^4 \quad (\text{since } N_2)$$

che significa, nelle notazioni originarie,

$$-M = L_2 \quad (\text{since } L_1).$$

(1) Si può infatti notare che la (58), scritta nella forma

$$(58') \quad N_1 N_2 \sin \alpha = \text{cog } 0,$$

esprime che il parallelogramma delle spire totali deve avere un'area determinata, uguale numericamente alla costante dell'apparecchio. Ora, tanto per  $C_1, C_2$  concordati (I-IV) quanto per  $C_1, C_2$  in opposizione (V-VIII), fig. 4, o se vuolsi, per  $\alpha$  acuto e per  $\alpha$  ottuso, v'ha un numero (doppiamente) infinito di tali parallelogrammi che soddisfanno alla condizione susseposta.

Con questo:

$$\tan \varphi^{12} = \sqrt{\frac{N_1^2}{N_2^2} - 1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} - 1}, \quad \sin \varphi^{12} = \sqrt{1 - \frac{L_2}{L_1}}.$$

Il valore del flusso rotante costante è quindi

$$(57) \quad \Phi_s = \frac{L_1 N_1 c'}{9L} \sin \varphi = \frac{4\pi I N_1^2 N_2^2}{9L} c'.$$

E che questo si incontri nelle circostanze dei casi VI, VII dimostrano le seguenti considerazioni

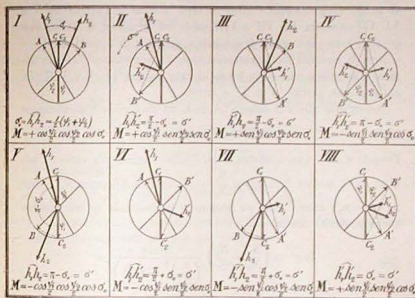


Fig. 4.

Si passa per un alternativo semplice ogni volta che, in una serie di ellittici, da un dato verso di rotazione si passi al verso opposto.

Si passa per un circolare ogni volta che, partendo da un dato ellittico, per variazione delle ampiezze delle fasi e della inclinazione dei due alternativi componenti, si giunge ad un ellittico con l'eccentricità in quadratura con quella del primo.

Se quindi, a partire da un caso *simmetrico* ( $\psi = \psi'$ ) — per es. all'incirca dal caso V — cui corrisponde un risultante alternativo in

direzione della bisettrice dell'angolo  $\alpha$ , si deforma il sistema con un certo  $\alpha$  costante, spostando A. B nel verso orario o nel verso opposto, si procederà per una serie di ellittici, rispettivamente sinistrorsi o destrorsi. L'evoluzione fra due risultanti alternativi semplici e oppostamente diretti può farsi con continuità da V a VIII. Dopo il primo e innanzi l'ultimo, si incontrano ellittici con gli assi maggiori in quadratura, — se l'alternativo, che entra a costituire insieme a un circolare ogni dato ellittico, compie dal principio al fine della evoluzione un tragitto angolare di 180°. Anzi, fra VI e VII si passa certamente per un alternativo semplice in direzione di C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, poichè in VI e VII si hanno evidentemente ellittici di versi contrarii. Dunque fra V e VI, VII come fra VI, VII e VIII esiste un circolare; e questi due circolari sono per ragioni di simmetria uguali e di opposti versi.

Nota la costante dell'apparecchio,  $\cotg \Omega$ , conosciamo l'angolo ottuso  $\alpha$ , massimo, che corrisponde al caso simmetrico (V o VIII) da cui possiamo partire ( $\psi = \psi'$ ,  $\varphi = 0$ ).

Deformando allora il sistema in modo da mantenere costantemente

$$(58^a) \quad N_1 N_2 \operatorname{sen} \alpha = \cotg \Omega,$$

l'angolo  $\alpha$  fra i due componenti deve andar diminuendo verso un minimo (90°), mentre il rapporto  $\frac{N_1}{N_2}$ , e con esso la differenza  $N_1' - N_2' = n_1' - n_2'$ , cresce verso un massimo; va crescendo quindi insieme anche  $\varphi$ , poichè con la (58)

$$(58) \quad \operatorname{tg} \varphi = \left( \frac{N_1}{N_2} - \frac{N_1'}{N_2'} \right) \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\left( \frac{n_1}{N_2} \right)^2 + \left( \frac{n_2}{N_2} \right)^2},$$

ove si noterà, con l'aiuto della tab. IV, che col crescere del rapporto  $\frac{N_1}{N_2}$ , il denominatore diminuisce, non più lentamente di  $\operatorname{sen} \alpha$ .

Ora, ritenendo come sempre  $N_1 \equiv \cos \psi$ ,  $N_2 \equiv \cos \psi'$ , e ponendo

$$\alpha = \psi + \psi', \quad \alpha_0 = \psi - \psi', \quad (*)$$

(\*) Si avverta che gli angoli  $\psi$ ,  $\psi'$  qui usati non sono precisamente quelli stessi che corrono nella dimostrazione generale e che entrano, per  $\alpha_0$ , nelle formole (56), — ma ne differiscono l'uno o l'altro per  $\frac{\alpha}{2}$ .

la (58\*) può scriversi

$$(58^{**}) \quad (\cos \alpha_0 + \cos \alpha) \operatorname{sen} \alpha = 2 \cotg \Omega = \frac{2\gamma}{\omega L_m},$$

ove  $\alpha$  è genericamente sempre l'angolo compreso fra i due componenti alternativi. Passando (fig. 4) dai casi estremi ai casi medi, questo angolo  $\alpha$  passa da  $\alpha_0$  a  $\pi - \alpha_0$  (I...IV), ovvero da  $\pi - \alpha_0$  a  $\alpha \pm \alpha_0$  (V... VIII); precisamente, esso vale  $\pi \pm (\psi - \psi')$  nelle circostanze VI, VII, ossia sempre quando i due alternativi componenti comprendano entro il loro angolo  $\alpha$  ottuso la direzione degli assi C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> in opposizione.

Allora la 58\*\* diviene

$$(\cos \alpha_0 + \cos \alpha) \operatorname{sen} (\pi \pm \alpha_0) = \frac{2\gamma}{\omega L_m};$$

e si scorge che  $\varphi$  crescendo in genere col crescere della differenza

$$N_1' - N_2' \equiv \cos^2 \psi - \cos^2 \psi' = -\operatorname{sen} \alpha \operatorname{sen} \alpha_0,$$

non può mancare nelle dette circostanze che diventi

$$\pi - \varphi = \pi \pm \alpha_0,$$

e con questo

$$(\cos \varphi + \cos \alpha) \operatorname{sen} \varphi = \frac{2\gamma}{\omega L_m}.$$

Notiamo da ultimo che la condizione (58) richiede fondamentalmente che nell'apparecchio si abbia per costruzione:

$$2r < \omega L_m.$$

Dr. A. G. Rossi.



## CHIMICA ANALITICA

UN APPARECCHIO PER LA COMBUSTIONE DEI GAS INFIAMMABILI  
CHE ESCONO DALLE BOCCIE DI LAVAGGIO E DI ASSORBIMENTO

Nell'analisi di alcuni gas, e specialmente del gas illuminante, occorre sovente di far passare, per un tempo assai lungo e continuo, una corrente del gas in esame attraverso boccie di assorbimento e di lavaggio, per dosare alcuno di quei corpi, che entrano nella sua composizione.

Così si opera, ad esempio, per l'analisi del gas illuminante:

nella determinazione dell'idrogeno solforato, del solfuro di carbonio e dell'acetilene col metodo del nitrato di argento ammoniacale (1);

nell'assorbimento dell'idrogeno solforato con pomiche imbevuta di solfato di rame (2), o nel dosamento del medesimo, come solfuro di argento (3);

nel dosamento dell'ammoniacale secondo il metodo per titolazione di Tieftrunk (4);

nella determinazione dell'acido cianidrico, secondo Drehschmidt (5);

nel dosamento dei prodotti catramosi secondo il metodo di Tieftrunk (6).

In queste ricerche, il gas, che esce dalla condotta, viene anzitutto misurato da un contatore, ed obbligato quindi a gorgogliare

(1) WINKLER. — *Lehrbuch der Technischen Gasanalyse*. — II. Aufl. pag. 128

(2) FRENSTEN. — *Quantitative Analyse*. — VI, 1, pag. 505.

(3) LUNGE. — *Chem.-techn. Untersuchungsverfahren*. — II, pag. 611.

(4) WINKLER. — *Industrie-gase*. — II, pag. 75, 285.

(5) JOHN F. GASBEL. 1890 — pag. 336, 427.

(6) WINKLER. — *Industrie-gase*. — II, pag. 51.

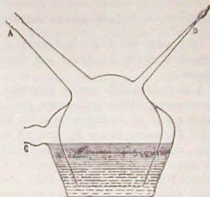
attraverso ad una serie di apparecchi di assorbimento, da una pompa ad acqua, di tipo Bansen, dalla quale poi insieme coll'acqua si libera il gas residuo.

Ora una prolungata immissione di questo gas nelle tubazioni di scarico del laboratorio può tornare non solo pericolosa, ma anche nociva per le emanazioni che si liberano nell'ambiente.

Perciò, in alcune esperienze ed analisi eseguite sul gas d'illuminazione (1), ho trovato utile l'impiego di un apparecchio, da me ideato allo scopo di abbruciare il gas, che esce dalla pompa ad acqua, prima che esso si diffonda nell'aria.

Come appare dalla unita figura, l'apparecchio è costituito da un matraccio in metallo, il quale consta di due camere, l'una interna e l'altra esterna, separate da un diaframma provvisto di numerosi fori nella sua parte inferiore.

L'acqua, che esce dalla pompa, ricca di bolle di gas, entra per mezzo del tubo *A* nella camera interna dell'apparecchio, e, passando attraverso ai fori del diaframma, defluisce all'esterno per l'apertura *C* praticata nella camera esteriore, mantenendosi così nell'interno dell'apparecchio ad un livello costante; mentre il gas, che si libera dall'acqua nella camera interna, per la leggera pressione che ivi si forma per la caduta dell'acqua, sfugge attraverso il tubo *B*, alla cui estremità capillare viene abbruciato.



Torino, Laboratorio di Chimica Tecnologica del R. Museo Industriale.

Dot. M. SCAVIA.

(1) M. SCAVIA. « L'analisi chimica quale controllo del gas d'illuminazione ». (*Rivista Tecnica* - 2 - 1901) e « Sulla determinazione degli idrocarburi pesanti nel gas di illuminazione ». (*La chimica industriale* - 1 - 1901.)

## RASSEGNE TECNICHE E NOTIZIE INDUSTRIALI

## SISTEMA INTERNAZIONALE DI VITI (S. I.)

## Unificazione delle viti d'unione.

Da parecchi anni si agita fra i meccanici una questione, che interessa grandemente il mondo industriale: essa riguarda la *unificazione delle viti di unione*.

A persuadersi della grande importanza pratica della cosa, meglio che considerazioni d'isole teorica, varrà l'esempio di due paesi, che si può dire stiano a capo del movimento industriale del mondo: l'Inghilterra e gli Stati Uniti d'America; ognuno dei quali, già da molto tempo, ha, per proprio conto, risolto pienamente la questione. Ed in vero l'Inghilterra, fin dal 1841, ha unificato i suoi molteplici sistemi di viti, adottando quello proposto dal celebre Whitworth; e gli Stati Uniti adottarono, nel 1864, il sistema unificato proposto dal Sellers, che è un notevole perfezionamento del sistema inglese.

Questi sistemi però, sia perchè non esenti da imperfezioni, ma specialmente perchè basati sulle misure duodecimali del pollice inglese, mal convengono per noi e per tutti i paesi nei quali vige il sistema di misure metrico-decimale.

Era quindi naturale che in tutto il continente europeo, di fianco al sistema Whitworth, sorgessero sistemi decimali di viti; e ciò si è verificato specialmente in Francia, la patria del metro, ed in Germania. In breve si sono proposti e adottati numerosissimi sistemi metrici di viti (forse più di quaranta); ma è accaduto che, per mancanza di un accordo, essi sono riusciti tutti diversi gli uni dagli altri. La qual cosa, se da un lato dimostra il vivo desiderio e il bisogno sentito dai nostri costruttori di applicare il sistema metrico decimale alle viti, ha però dato luogo ad una confusione grandissima, e ci ha allontanati sempre più dallo scopo supremo cui dobbiamo tendere, cioè dalla unificazione.

Dopo moltissimi tentativi isolati e individuali, la questione delle viti metriche si è posta sopra una buona via, soltanto nel 1897, quando cioè tre delle più potenti associazioni tecniche che vanti l'Europa, appartenenti a tre nazioni diverse, si sono messe a capo della impresa, unitamente a molte altre minori, e si sono accordate per definire un sistema unico di viti e raccomandarne la adozione. Esse sono:

*La Società di Incoraggiamento per la Industria nazionale, in Parigi.*

*La Associazione fra Ingegneri tedeschi, con sede in Berlino.*

*La Unione Svizzera degli Industriali meccanici, con sede in Zurigo.*

Per iniziativa di queste tre Associazioni è stato indetto un Congresso internazionale a Zurigo, che ebbe luogo dal 2 al 4 ottobre 1898 sotto la presidenza del colonnello Huber, e vi presero parte 12 fra le principali associazioni tecniche d'Europa, svizzere, tedesche, francesi, italiane ed olandesi.

Al Congresso, poi, ha fatto seguito una conferenza internazionale, in Zurigo, il 20 ottobre 1900, per definire la questione delle dimensioni della bocca delle chiavi e di altre parti accessorie delle viti.

Il Congresso, dopo ponderato esame, decise ad unanimità di voti, di adottare come Sistema Unificato di Viti, il sistema, studiato, fin dal 1894, dalla Società di Incoraggiamento di Parigi (con leggere modificazioni); poichè esso possiede tutte le caratteristiche per un sistema di uso universale, risponde bene a tutti gli svariati bisogni della industria, e per di più è già largamente impiegato e va ogni giorno più diffondendosi nelle officine francesi.

Esso viene designato col nome di **Sistema Internazionale**, o più brevemente colle sole iniziali **S. I.**

## Raccomandazione del Comitato Internazionale.

Il Comitato Internazionale, cui si deve il presente salutare risveglio, dopo aver riassume le conclusioni del Congresso in una circolare (1), diretta agli industriali, conclude colla seguente raccomandazione, che riportiamo testualmente.

« I sottoscritti raccomandano l'adozione del **Sistema Internazionale di viti a base metrica (S. I.)** a tutte le Amministrazioni pubbliche, Compagnie di strade ferrate ed agli Industriali, che desiderano fare uso di un sistema metrico di viti.

(1) Non si trascrive integralmente tale circolare (pubblicata nel *Bulletin de la Société d'Encouragement* di Parigi, 1901, gennaio, pag. 129), quantunque essa tratti gli stessi argomenti dei quali ora ci occupiamo, perchè si è creduto conveniente svilupparla con maggiore ampiezza di particolari. Però i periodi compresi fra virgolette - sono riportati letteralmente dalla circolare stessa.



« Nello stesso tempo informano tutti quelli che possono avervi interesse, che già fin d'ora essi si possono procurare tanto i calibri, o viti-campione, quanto gli utensili necessari per la fabbricazione giornaliera delle viti del sistema internazionale, presso i principali fabbricanti di utensili, e specialmente presso i signori:

*Bariquand et Marre*, Parigi, rue Oberkampf, 127.

*Ludwig Löwe et Cie*, Società anonima, Berlino.

*S. E. Reinecker* a Chemnitz-Gablenz.

*Reishauer*, Società anonima per la fabbricazione di utensili, a Zurigo.

### BERLINO — ZURIGO — PARIGI

ottobre 1900.

*Società di Ingegneri  
tedeschi*

LEMMER, Presidente  
TH. PETERS, Direttore, Berlino.

*Società d'Incoraggiamento  
per l'industria nazionale*

A. CAENOT, Presidente  
ED. COLLINGSO, Segr., Parigi.

### Unione Svizzera di Industriali meccanici

P. E. HUBER, Presidente  
A. JEGHER, Segretario, Zurigo ».

### Diffusione del sistema S. I.

Il R. Museo Industriale Italiano, unitamente alla Società degli ingegneri e architetti in Torino, che si è occupata con tanto amore di tale questione, si propongono, accogliendo di buon grado il voto espresso dal Congresso stesso, di coadiuvare, per quanto sia in loro potere, l'attuazione di una così utile riforma.

A tale scopo hanno, di comune accordo, nominata una speciale Commissione, col mandato di avvisare i modi migliori per raggiungere l'intento.

Una riforma di tal genere non è cosa di poco rilievo, nè che si possa effettuare in pochi anni. Però non bisogna credere che le difficoltà che si incontrano siano insuperabili; che anzi, all'atto pratico, esse si sono riscontrate di gran lunga minori, di quanto non si possa supporre a priori.

E ce ne assicura l'esempio degli Stati Uniti d'America, i quali, in condizioni non molto diverse da quelle che si verificano ora in Europa, hanno abbandonati tutti i loro molteplici sistemi di viti, unificandoli nel sistema Sellers.

E riesce pure molto confortevole l'esempio della Francia, nella quale il Sistema Internazionale si è già largamente diffuso, superando felicemente tutte le difficoltà, giudicate insuperabili dagli oppositori sistematici.

E già lo hanno ufficialmente adottato (1) le Società delle strade ferrate francesi, la marina dello Stato e i grandiosi stabilimenti metallurgici della Mediterraneo all'Harre e a Marsiglia. E fra gli stabilimenti privati ricordiamo in primo luogo le grandi officine di Schneider al Creusot, la Compagnia delle Forges de Châtillon et Commentry, la Società di costruzioni di Batignolles, dei generatori Niclausse, le officine e cantieri della Leira, Sautter Harlé e C., la Compagnia generale delle automobili, l'officina di precisione Bariquand e Marre di Parigi, e molti altri; i quali hanno introdotto il nuovo sistema, parallelamente a quelli usati finora, che vanno man mano scomparendo per cedere il posto al sistema S. I.

Molto istruttivo, a tale riguardo, riescono le disposizioni date dalla Compagnia francese delle strade ferrate dell'Ovest (2), concernenti il periodo di transizione; le quali dimostrano chiaramente come si possa, con relativa facilità, disciplinare questo periodo, che è certamente il più critico, ed evitare qualsiasi temuta confusione.

Così pure in Germania, come ebbe a dichiarare il direttore Peters di Berlino al Congresso (3), la importantissima casa Reinecker ha introdotto il nuovo sistema metrico nel suo stabilimento, « in pochissimo tempo, senza recare perturbazioni nocive all'andamento dell'officina, né incontrare spese eccessive ».

In Italia pare il nuovo sistema incominciato a divulgarsi, e qualcuno degli industriali più progrediti si è provveduto del materiale necessario per fabbricare le viti del sistema S. I.

Lo scopo immediato cui tende l'opera del Congresso, è nostra, non è tanto di ottenere, d'un sol colpo, la abolizione del sistema Whitworth, così largamente diffuso nel nostro paese, quanto di ottenere, per ora, la scomparsa dei molteplici e svariati sistemi decimali, dei quali si può dire che ogni officina ne ha uno suo particolare, e di vederli sostituiti coll'antico Sistema Internazionale ora descritto. S. I. Sarebbe un primo e grande passo, verso la tanto sospirata unificazione.

(1) Relazione del professore Sauvage al Congresso internazionale di Zurigo

• Bull. de la Soc. d'enc., 1899, pag. 421.

(2) • Bull. de la Soc. d'enc., 1898, pag. 85.

(3) • Bull. id. id., 1901, pag. 143.

## DESCRIZIONE E REGOLE

## del Sistema Internazionale di Viti (S. I.)

A quali viti si applichino le regole del Sistema Internazionale. — Le seguenti regole, adottate dal Congresso, non si applicano altro che alle *viti d'unione*, cioè alle viti metalliche, di diametro non inferiore a 6 mm., destinate a tenere saldamente collegate fra loro diverse parti di una costruzione meccanica.

\* Perciò esse non si applicano alle piccolissime viti, dette da orologiaio; alle viti che servono a proluere movimenti, quali sono quelle dei torni e di altre macchine; alle viti intagliate sui tubi per condotte di fluidi; alle viti micrometriche; a tutte le viti che servono ad usi particolari, le quali, dovendo rispondere a bisogni speciali, non possono far parte di un sistema uniforme; e tanto meno alle viti da legno \*.

**Elementi che valgono a individuare un sistema di viti.** — Gli elementi necessari e sufficienti per definire completamente un Sistema di viti, per ciò che riguarda la impanatura (la quale è sempre destra e ad un solo pane), sono i seguenti:

1° Il profilo del pane, cioè la forma di una sezione fatta nel piano con un piano passante per l'asse della vite.

2° La serie dei diametri delle singole viti costituenti il sistema.

3° Il valore dei passi corrispondenti a ciaschedun diametro.

**Forma del pane.** — Il pane delle viti del Sistema Internazionale è uguale al pane delle viti americane (sistema Sellers), ed ha una forma simile a quella rappresentata, in grandi dimensioni, nella figura 1 della tavola annessa.

Essa è ricavata da un triangolo equilatero  $abc$ , i cui lati  $a$ ,  $b$ ,  $c$  sono uguali al passo  $p$  della vite, e quindi l'angolo al vertice  $a$   $b$   $c$  =  $60^\circ$ .

Ad evitare per altro gli spigoli acuti, si sono troncate le punte dei triangoli, tanto alla sommità, quanto al fondo, per mezzo di due rette  $m$   $m$ ,  $n$ ,  $n$ , rispettivamente distanti dalle rette dei vertici  $v$   $v$ ,  $z$   $z$ , di una quantità  $t$  = un ottavo dell'altezza  $h_0$  del triangolo  $abc$  primitivo;  $t$  =  $\frac{1}{8} h_0$ .

Inoltre, per facilitare la costruzione di queste parti delicate, e per poter più facilmente ottenere la intercambiabilità delle viti di egual nome, si è

stabilito di sopprimere il contatto tra la punta del pane e il fondo del verme (1) e viceversa; lasciando a contatto soltanto le due superficie elicoidali  $g$   $l$ ,  $k$   $r$ . Perciò, mentre la punta tanto del pane  $l$   $k$ , quanto del verme  $e$   $g$ , hanno la forma rettilinea, dovuta al taglio fatto nella figura primitiva colle rette  $m$ ,  $n$ ; il fondo, sia del pane  $e$   $g$ , sia del verme  $l$   $k$ , è arrotondato. Ne risultano così due piccolissimi viti elicoidali, sufficienti per evitare il contatto fra le rette  $e$   $g$ ,  $l$   $k$  e le curve  $e$   $g$ ,  $l$   $k$ . Non si è fissata alcuna regola per la forma da dare al piccolo vano  $e$   $fg$ ; soltanto si raccomanda di usare un profilo arrotondato, e di dargli una profondità  $s$  che non superi

$$s = \frac{1}{16} h_0 \quad (2).$$

La vite piena presenta adunque un pane triangolare tagliato ad angoli vivi sulla punta, ed arrotondato al fondo  $l$   $l$   $g$   $g$   $e$ ; e la vite cava la stessa forma invertita  $e$   $g$   $l$   $l$   $k$ .

**Le dimensioni relative del profilo risultano adunque le seguenti (fig. 1):**

$p$ , passo dell'avvitamento;

$a$   $c$ ,  $a$   $b$ ,  $b$   $c$  lati del triangolo equilatero primitivo  $a$   $b$   $c$ ; sono eguali al passo,  $p$  =  $a$   $c$  =  $a$   $b$  =  $b$   $c$ ;

$\alpha$ , angolo al vertice;  $a$   $b$   $c$  =  $60^\circ$ ;

$h_0$ , altezza del triangolo  $a$   $b$   $c$  primitivo;  $h_0$  =  $\frac{13}{15} p$ ;

$h_1$ , larghezza della zona di appoggio, misurata fra le troncature del pane e del verme;  $h_1$  =  $\frac{3}{4} h_0$  =  $0,6495 p$ ;

$h_2$ , profondità reale (massima) del pane;  $h_2$  =  $0,704 p$ ;

$t$ , tronatura delle punte del pane e del verme;  $t$  =  $\frac{1}{8} h_0$ ;

$s$ , profondità massima degli arrotondamenti al fondo del pane e del verme;  $s$  =  $\frac{1}{16} h_0$ .

(1) Indichiamo col nome *pane* le spire tracciate sulla superficie esterna della vite piena, e col nome *verme* quelle che trovansi nell'interno della relativa chiocciola, o vite cava.

(2) Nel profilo di Sellers (come pure in quello di Whitworth) non si prevedeva l'intero perimetro del pane; la qual cosa, specialmente nel sistema inglese, è praticamente irrealizzabile. Siccome però la profondità del vano  $e$   $fg$  è arbitraria, così ognuno potrà accostarsi, a suo piacere, al profilo Sellers, fino anche a raggiungerlo.



**Giucco tra vite e chiocciola.** — « Tanto la vite piena, quanto la vite cava corrispondente (o dado), hanno la stessa forma di profilo; ma per tener conto delle tolleranze d'esecuzione, indispensabili nella pratica, tolleranze che debbono variare secondo le circostanze, il profilo sopra definito si deve riguardare come un *profilo limite*, che non deve essere raggiunto né dalla chiavarda, né dal suo dado; in guisa che la vite debba essere sempre alquanto più piccola e restare all'interno del profilo limite, e il dado alquanto più grande e restare all'esterno dello stesso profilo ».

« Le differenze fra la superficie teorica comune e le due superficie reali della vite e del dado, determinano il così detto *giucco*, che presentano i due pezzi investiti uno sull'altro. Il Congresso non ha stabilito nessun valore per questo giucco; ogni costruttore giudicherà da sé stesso del grado di tolleranza ammissibile, a seconda della destinazione delle vite ».

**Diametri delle viti.** — In questo sistema di viti occorre considerare quattro diametri:  $d_d$  per la vite piena,  $d_i$  del dado o vite cava (fig. 1 e 2);  $d$  diametro esterno della vite piena, misurato sulle sommità troncate del pane;

$d_e$  diametro del nocciolo della vite piena, misurato al fondo della parte curva del pane;

$d_i$  diametro interno della vite cava, misurato fra le punte troncate del verme;

$d_m$  diametro (massimo) della vite cava, misurato al fondo dalla parte curva del verme.

Quando si dice **diametro principale** o, senza altro, **diametro della vite**, si intende sempre il diametro  $d$ ; ed è quello che serve a dare il nome alla vite.

Nel dovere ritrovare il valore  $d$ , oltre che sulla chiavarda, anche nella parte impastata delle viti-campione (o calibri per dadi). Similmente ritroveremo  $d_i$  all'interno delle vite cave, anche nella parte liscia delle stesse viti-campione.

Laddove  $d_i$  sarà il diametro dei mastii *finitori*, per fare le viti cave; e  $d_e$  il diametro interno delle madreviti a cuscinetti o coltelli fissi (usati nelle macchine per impastare).

**La serie dei diametri** adottati nel Sistema Internazionale è indicata nella seguente tabella. Si hanno in tutto 29 viti, che si estendono da 6 ad 80 mm. I loro diametri vanno aumentando uniformemente

di 1 in 1 mm, per le viti da	6 a 12 mm
di 2 in 2	12 a 24
di 3 in 3	24 a 48
di 4 in 4	48 a 80

**Passo dell'avvitamento.** — Il valore, espresso in millimetri, dei passi  $p$ , assegnati alle singole viti, è parimenti indicato nella tabella seguente. Si osservi che, di regola, ogni passo serve per due viti vicine; e i passi crescono regolarmente di mezzo in mezzo millimetro. Però per le viti piccole di 8, 9 e 12 si è introdotta il quarto di millimetro. Talchè la serie dei passi risulta di mm 1; 1,25; 1,50; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7.

Si noti inoltre che il passo  $p = 1,75$  serve solo per la vite di 12 mm; laddove il passo  $p = 2,5$  serve per le tre viti di 18, 20, 22 mm.

« Occorrendo, in via affatto eccezionale, di dover costruire una vite compressa fra due di quelle segnate nella tabella, essa dovrà sempre avere un diametro espresso in millimetri interi, ed un passo eguale al passo della vite normale di diametro immediatamente inferiore » (1).

**Apertura delle chiavi.** — « La dimensione  $D$  indicata per l'apertura delle chiavi, nella tabella seguente, va considerata come *dimensione limite*, che non deve essere raggiunta, né dal dado (che le resterà inferiore) (fig. 2), né dalla chiave (la cui bocca sarà alquanto più ampia).

« Ad ogni diametro (della serie normale) di viti, corrisponde una speciale apertura di chiave. Però la stessa apertura deve essere impiegata per diametri, eccezionalmente, intercalati fra due normali.

« L'apertura della chiave è eguale pel dado e per la testa, della stessa vite. « La stessa apertura si applica tanto ai dadi greggi, quanto ai dadi lavorati; i quali perciò avranno le medesime dimensioni ».

**Altezza del dado e della testa di una chiavarda.** — « Si consiglia di dare al dado un'altezza eguale al diametro  $d$ , e alla testa un'altezza eguale a sette decimi del diametro  $0,7 d$  ».

(1) Al di sotto di 6 mm di diametro il Congresso non ha stabilito alcuna norma; siccome però occorre spesso di dover usare viti più piccole; così sarebbe bene stabilire le dimensioni di alcune viti al di sotto di 6 mm.

Riportiamo qui le dimensioni proposte dalla Casa Bariquand e Marre di Parigi, che ha avuta tanta parte in questa utile riforma. Non è una proposta ufficiale, ma certamente è molto buona e pratica; e perciò sarebbe desiderabile e utilissima, che essa venisse accettata da tutti gli interessati:

**Diametro:**  $d$ ; = 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5 4,0 4,5 5,0 5,5 mm.

**Passo:**  $p$ ; = 0,4 0,5 0,5 0,5 0,75 0,75 0,75 0,75 0,75 mm.

Il profilo ha la stessa forma di quello descritto sopra per la serie normale S. I. (fig. 1).

Dimensioni principali delle viti d'unione  
del Sistema Internazionale S. I.

PASSO P	DIAMETRI						TESTA E BICO	
	Vite piene		Vite care (a dolo)		Profondità del pane		Diametro del circolo	
	minimo d <sub>1</sub>	massimo d <sub>2</sub>	minimo d <sub>3</sub>	massimo d <sub>4</sub>	minimo h <sub>1</sub>	massimo h <sub>2</sub>	iscritto D	circoscritto D <sub>1</sub>
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	0	4,50	4,70	6,11	0,65	0,705	12	13,8
1	7	5,50	5,70	7,11	0,65	0,705	15	14,9
1,25	8	6,24	6,38	8,14	0,81	0,88	15	17,2
1,25	9	7,24	7,38	9,14	0,81	0,88	16	18,4
1,50	10	7,89	8,03	10,16	0,975	1,055	18	20,1
1,50	11	8,89	9,05	11,16	0,975	1,055	19	21,8
1,75	12	9,54	9,73	12,19	1,135	1,23	21	24,2
2	14	11,19	11,40	14,21	1,30	1,405	23	26,4
2	16	13,19	13,40	16,21	1,30	1,405	26	29,9
2,5	18	14,48	14,73	18,27	1,525	1,76	29	33,4
2,5	20	16,48	16,75	20,27	1,625	1,76	32	36,8
2,5	22	18,48	18,75	22,27	1,625	1,76	35	40,2
3	24	19,78	20,10	24,32	1,95	2,11	38	43,7
3	27	22,78	23,10	27,32	1,95	2,11	42	48,3
3,5	30	25,07	25,45	30,38	2,275	2,465	46	52,8
3,5	33	28,07	28,45	33,38	2,275	2,465	50	57,5
4	36	30,37	30,80	36,43	2,60	2,815	54	62,0
4	39	33,37	33,80	39,43	2,60	2,815	58	66,6
4,5	42	36,67	36,15	42,48	2,925	3,165	63	72,5
4,5	45	38,67	39,15	45,48	2,925	3,165	67	77,0
5	48	40,96	41,50	48,54	3,25	3,52	71	81,8
5	52	44,96	45,50	52,54	3,25	3,52	77	88,5
5,5	56	48,26	48,85	56,60	3,57	3,87	82	94,3
5,5	60	52,26	52,85	60,60	3,57	3,87	88	102,2
6	64	55,56	56,21	64,65	3,895	4,22	94	108,0
6	68	59,56	60,21	68,65	3,895	4,22	100	115,0
6,5	72	62,86	63,56	72,71	4,22	4,575	105	120,8
6,5	76	66,85	67,56	76,71	4,22	4,575	110	126,5
7	80	70,15	70,91	80,76	4,545	4,925	116	133,4

In questa tabella, oltre alle dimensioni principali, segnate con caratteri più grossi, cioè al passo  $p$ , ai diametri  $d$ , ed all'apertura delle chiavi  $D$ , ai sono indicati i valori di alcune dimensioni secondarie (1), che possono tornare

- (1) Fra i valori di  $d$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $h$ ,  $h_1$ ,  $p$  esistono le relazioni  
 $d_1 = d - 2h$ ,  $d_2 = d - 1,20 p$   
 $d_3 = d - 2h$ ,  $d_4 = d - 1,408 p$   
 $d_5 = d + \frac{1}{2} p$ ,  $d_6 = d + 0,108 p$

le quali sono soddisfatte dai valori numerici della tabella, salvo piccole discrepanze, nei centesimi di millimetro, dovute all'arrotondamento delle cifre.

utili al costruttore, e precisamente dei diametri  $d$ ,  $d_1$ , e le dimensioni  $h$ ,  $h_1$  del pane, definite sopra; si è inoltre indicato il valore, approssimativo,  $D$ , del diametro del circolo circoscritto al dado o alla testa esagonale, laddove  $D$  (fig. 2) è il diametro del circolo inscritto nella testa, sia essa esagonale, quadrata, o tonda.

Mentre, colla presente nota, ci preghiamo darle partecipazione delle decisioni del Congresso internazionale per la unificazione delle viti, li avvertiamo che la nostra Commissione si mette a piena disposizione della S. V. per tutte quelle ulteriori spiegazioni e schiarimenti che ella desiderasse avere a questo proposito.

Torino, maggio 1902.

R. Museo Industriale Italiano Società degli Ingegneri e Architetti  
 in Torino in Torino  
 Sen. S. PAOLA, Presidente. Ing. V. SOLDATI, Presidente.

BIBLIOGRAFIA.

Chi desideri maggiori informazioni troverà, su questo argomento, una ricchissima bibliografia nella

*Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure* (3 dicembre 1898, pag. 1370).  
 Bibliografia riportata anche nel « Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale » di Parigi. (Annata 1899, pag. 454).

Sarà utile consultare specialmente i seguenti articoli dello stesso « Bollettino della Società d'incoraggiamento » di Parigi:

*Progetto d'unificazione delle viti S. F.* — SAUVAGE — (aprile 1893, pag. 173).

*Esecuzione pratica delle viti a pane triangolare* — MARRE — (aprile 1893, pagina 243).

*Unificazione delle viti S. F.* — SAUVAGE — (aprile e giugno 1894, pag. 145 e 312).

*Diffusione del nuovo sistema S. F.* — (marzo 1896, pag. 346).



Prima conferenza preliminare in Zurigo (Processo verbale) — (giugno 1897, pag. 849).

Costruzione pratica delle nuove viti — (1898, pag. 77 e 84).

Seconda conferenza preliminare in Zurigo (Processo verbale) — (febbraio 1898, pag. 205).

Congresso di Zurigo del 3 e 4 ottobre 1898 (Processo verbale e documenti) — (marzo 1899, pag. 421).

Circolare redatta dalle tre Associazioni promotrici del Congresso — (gennaio 1901, pag. 129).

Conferenza internazionale di Zurigo del 20 ottobre 1900 (Processo verbale) — (gennaio 1901, pag. 133).

Si possono pur consultare:

C. BACH, *Die Maschinen-Elemente* — (Stuttgart, 1901, pag. 111).

A. GALASSINI, *Unificazione delle viti d'unione* — Atti della Società degli ingegneri e architetti in Torino, 1899.

SISTEMA INTERNAZIONALE (S. I.)  
di Viti d'Unione a base metrica.

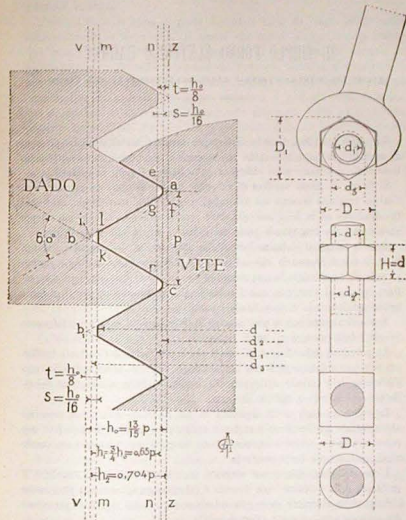


Fig. 1.

Forma del profilo, del pane e del verme.

Fig. 2.

Dimensioni delle teste e dei dadi;  
e apertura delle chiavi.

## IL TRIPLO FORNO ELETTRICO HARMET

per la riduzione del minerali di ferro

Gli ossidi metallici, l'ossido di ferro ad esempio, messi solidi in presenza di un riduttore pure allo stato solido come il coke, vengono ridotti molto lentamente e soltanto nella vicinanza immediata dei punti di contatto.

Si fa uso di questa maniera di riduzione quando si opera su piccole quantità nei crogiuoli brascati dei laboratori, negli antichi bassi fuochi, nei fuochi di affinazione ed in forni analoghi, dove però in ogni caso bisogna pur sempre ammettere, che una grande parte del riduttore agisca allo stato di gas.

Quando invece si debbano industrialmente trattare delle grandi quantità di materiale è necessario che ad una temperatura sufficientemente elevata il carbonio trasformato in gas riduttore penetri i fori dell'ossido rimasto solido; oppure al contrario che l'ossido liquido possa avvolgere il carbonio solido moltiplicando e rinnovando i punti di contatto.

Economicamente non si può pensare di fare agire il carbonio trasformato in gas riduttore sopra gli ossidi liquefatti.

La riduzione industriale degli ossidi solidi per mezzo del carbonio trasformato in gas riduttore si fa da lungo tempo nell'alto forno ordinario sotto l'influenza delle calorie sviluppate nel medesimo dalla combustione del riduttore solido coke o carbone di legna.

La riduzione degli ossidi liquefatti da un riduttore solido, non crediamo abbia trovato applicazione; il carbonio avvolto dagli ossidi liquefatti non potrebbe a nostro parere sviluppare queste categorie supplementari non avendo alcun contatto con l'aria ossidante.

L'uso dell'elettricità, come sorgente di calore indipendente, semplifica il problema della riduzione, non dovendo il riduttore compiere che la pura azione chimica della riduzione stessa; la riduzione degli ossidi liquefatti per mezzo del carbonio solido diventa allora possibile.

Nella nota che riassumiamo l'autore ci propone di esaminare tanto nel caso della riduzione degli ossidi solidi per mezzo dei gas carburati, come in quello degli ossidi fusi per mezzo del carbonio solido, le fasi successive

per le quali deve passare il ferro per cambiarsi da ossido in acciaio finito, e gli apparecchi che permettono di realizzarlo praticamente domandando all'elettricità le calorie necessarie oltre a quelle che possono essere fornite dal riduttore utilizzato.

L'energia elettrica come sorgente di calore viene da lungo tempo usata industrialmente su larga scala. In quello che segue potremo quindi trascurare tutti i dettagli d'impianto riguardanti la condotta di correnti di grande potenza, ricordando solamente che l'energia elettrica si trasforma in calore per l'interposizione di una resistenza, analoga a quella delle lampade ad incandescenza; la materia che forma resistenza, i gas, gli ossidi, le scorie fuse si caricano di calore per trasmetterle alle parti vicine ed al metallo prodotto. Le principali difficoltà che si incontrano nella elettrometallurgia del ferro derivano dallo stato pastoso che assumono gli ossidi ad alta temperatura, e dalla forma da darsi agli apparecchi che si incontrano nella elettrometallurgia del ferro per rendere più facili le reazioni che debbono prodursi in ciascuna fase.

••

Ogni processo metallurgico per essere pratico ed industriale deve avere un ordine preciso nel seguito delle operazioni che lo costituiscono, e la possibilità di regolare per ciascuna di esse l'andamento e la velocità.

Se le operazioni o fasi successive hanno luogo in un medesimo punto dello stesso apparecchio, il processo è fatalmente discontinuo; se esse invece avvengono in punti distinti del medesimo apparecchio o di apparecchi differenti, il procedimento può essere a produzione continua o discontinua.

La regolarità di marcia e la continuità della produzione, quando è possibile, sono da ricavarsi con ogni cura, ed è questa ricerca che ha condotto, per l'elettrometallurgia del ferro, l'autore alla costruzione dell'apparecchio completo rappresentato dalla figura della tavola annessa.

L'apparecchio completo si divide in tre parti principali assolutamente distinte, corrispondenti ciascuna ad una fase del trattamento: un primo apparecchio *A*, per la fusione del minerale; un secondo apparecchio *B*, per la riduzione; un terzo apparecchio *C*, per l'affinazione del metallo.

I due primi *A* e *B* sono ad andamento ed a produzione continua; il terzo *C* è pure ad andamento continuo, ma le colate sono successive per dar tempo al metallo prodotto di accumularsi.

Dobbiamo intanto osservare che questa terza parte, o regolatore, costituisce da solo un forno elettrico che può isolatamente sostituirsi al Martin ordinario.

*A. Prima parte o forno di fusione.* — La prima parte nella quale si opera la fusione degli ossidi si compone di un tino 1 a sezione circolare ad asse verticale e del quale le pareti interne vanno svassandosi dall'alto al basso



nel fine di facilitare la discesa del materiale ed evitare gli ingorghi; il profilo della curva di svassamento viene accentuato di mano in mano che, discendendo verso il basso, la temperatura aumenta e le materie divengono più pastose.

Alcuni buchi 2, opportunamente praticati nelle pareti del forno e ordinariamente chiusi da mattoni mobili, permettono di muovere al bisogno il minerale nell'interno, dell'apparecchio, che termina nella sua parte inferiore con il laboratorio 3 di fusione, più svassato del fondo del tino stesso, di maniera che gli ossidi, che riempiono quello completamente, non sono invece sufficienti a riempire il laboratorio, ma lasciano vuota una parte anulare 4 destinata alla circolazione dei gas.

I minerali quindi possono distendersi sulla suola del forno assumendo la pendenza naturale e lasciando il vuoto 4 necessario alla combustione dei gas, che sono costretti ad attraversare tutta la massa degli ossidi per poter uscire dalla bocca 5 e li scaldano.

Questi gas abbracciati completamente non hanno colore alcuno all'uscita del forno; la bocca può quindi rimanere completamente aperta, la qual cosa facilita il caricamento.

La suola del forno 3 è inclinata verso il secondo apparecchio riduttore, allo scopo di facilitare la discesa degli ossidi fusi verso il riduttore, senza che vi sia pericolo che essi possano tendere ad uscire per il foro di immissione nel forno dei carboni 6 destinati a portare corrente.

La fusione degli ossidi nel laboratorio è prodotta dai gas che escono dal riduttore 7 e sono composti in massima parte di ossido di carbonio; le calorie che essi sviluppano con la loro combustione e con il loro raffreddamento sono sufficienti per la fusione degli ossidi corrispondenti.

Uscendo dal riduttore 8 essi s'incontrano con l'aria a forte pressione, che viene soffiata dagli ugelli 9 e che li spinge incandescenti nel forno 3, battono sulla distesa degli ossidi già fortemente scaldati, li fondono e si espandono quindi in tutto il forno e specialmente nella parte anulare 4 dove la loro combustione termina e donde si avviano, progressivamente scaldando il minerale poroso, verso la bocca 5.

Essi sono in generale sufficienti per il riscaldamento e la fusione degli ossidi, tuttavia è necessario poter disporre di una sorgente supplementare di calore, sotto forma di corrente elettrica, allo scopo di provvedere all'eventuale mancanza di calore, ed a regolarizzare la fusione nella suola 3, dove i minerali sono disposti sopra una superficie troppo grande perchè possano fondere tutti egualmente bene.

La corrente elettrica capace di fornire le calorie supplementari per la fusione è portata da due o più carboni 6, ai quali evidentemente si può dare anche una diversa disposizione di quella segnata in figura e tale da assicurare specialmente il riscaldamento del forno nei punti più necessari.

B. *Seconda parte: forno di riduzione.* — La seconda parte, nella quale si opera la riduzione degli ossidi, si compone di un tino 10 a sezione circolare ed asse verticale nel quale si carica dall'alto la materia riduttrice coke, antracite o carbone di legna. Il tino è sempre mantenuto pieno in maniera che il materiale stesso possa esercitare una pressione su quello raccolto nella parte inferiore ed obbligarlo a discendere sulla suola del crogiuolo riduttore. Il tino è chiuso superiormente da un apparecchio 11, disposto in maniera da impedire l'uscita del gas durante il caricamento, e termina alla parte inferiore nel laboratorio di riduzione o riduttore 7, costituito da un forno a sezione orizzontale circolare a pareti quasi verticali e con la suola inclinata verso la parte dalla quale devono uscire il metallo e le scorie, ossia verso il regolatore.

La volta sferica di questo apparecchio presenta una grande apertura dalla quale discende la materia riduttrice, un'altra apertura 8, dalla quale sfuggono i gas generati nella riduzione ed infine diversi fori attraverso i quali passano i carboni conduttori della corrente, quando si giudichi opportuno farla arrivare da quella parte.

Le pareti laterali presentano anche esse dei fori per il passaggio della corrente, quando fosse il caso di farla arrivare lateralmente, alcune portelle per l'esame della parte interna e le riparazioni ed infine due aperture, 12 e 13, per la colata del metallo grezzo e delle scorie.

Nel crogiuolo 7, la riduzione degli ossidi assorbendo maggior calore di quello che non ne produca la trasformazione del coke in ossido di carbonio, è necessario per ottenere il numero delle calorie necessarie ricorrere alla corrente elettrica portata dai carboni 14 e 15.

Dopo che il forno è stato in azione per qualche tempo, il crogiuolo dell'apparecchio riduttore presenta alla parte inferiore sopra la suola un primo strato di metallo grezzo 16; poi al di sopra uno strato 17 di ossidi non ridotti completamente e mescolati più o meno con uno strato 18 composto principalmente di scorie.

I frammenti liberi di coke sollevati dal metallo o dalle scorie in fusione galleggiano per ogni dove sopra la massa liquida e ricrono a riempire tutta la parte inferiore del crogiuolo fino a 19, ed allora tutta la massa liquida circola entro i vuoti lasciati dai frammenti di coke, come nel crogiuolo di un alto forno ordinario. Gli ossidi fusi che arrivano dal laboratorio 3 cascano sulla mescolanza di coke e scorie e si riducono sotto l'influenza della temperatura elevata prodotta dalla corrente elettrica; i gas sfuggono per l'apertura 8 e servono a continuare la fusione del minerale; il metallo prodotto discende sulla suola mentre che le scorie libere sormontano. Per estrarre le scorie ed il metallo si può procedere per grandi colate alternative delle une e dell'altro, ma è preferibile avere, almeno per le scorie, un deflusso continuo, la qual cosa si può facilmente ottenere operando come negli alti forni ordinari.

C. *Terza parte; forno di affinazione o regolatore.* — La terza parte C, nella quale suola dal riduttore il metallo grezzo per essere affinato al punto voluto, è costituita dal regolatore, che si compone di una camera o laboratorio a sezione circolare 20 munito di una porta di caricamento 21, di un canale 22 che porta il metallo grezzo proveniente dal riduttore, di un foro canale 23 per il metallo 24, e di un altro foro di colata 25 per le scorie 26. Il riscaldamento è prodotto dalla corrente elettrica trasmessa al bagno liquido dai due carboni 27, che possono essere disposti o nella volta o sulle pareti laterali verticalmente oppure inclinati.

Il regolatore è formato da un involucro metallico circolare guernito di materiale refrattario; la forma circolare è caratteristica e permette una costruzione semplice e robusta nello stesso tempo; la parte inferiore del forno in lamiera poggia orizzontalmente sul suolo e non può subire deformazioni.

La volta è di preferenza costituita da un unico blocco di materiale. L'immobilità del regolatore con il foro di colata aperto nella parte inferiore presentano per la purezza del prodotto e la sua separazione completa dalle scorie degli incontestabili vantaggi sopra i convertitori del tipo Bessemer, nei quali l'oscillazione e la colata fatta dalla bocca come cause sensibili di alterazione per la cattiva influenza dell'agitazione che dissemina le scorie in particelle impercettibili entro la massa pastosa, dalla quale non si possono separare. L'affinazione con il regolatore elettrico rassomiglia molto a quella che avviene con il processo Martin-Siemens; vi sono tuttavia delle differenze che è bene mettere in chiaro prima di esaminare l'andamento di una operazione.

Il regolatore a sezione orizzontale circolare facilita molto il lavoro dell'operatore per la sua semplicità e solidità e la temperatura elevata permette delle reazioni impossibili nel forno Siemens.

Inoltre gli agenti, dei quali si dispone nell'affinazione con il regolatore, sono gli stessi di quelli del forno termico, con la differenza però che la quantità di ossigeno, di acido carbonico e di vapore d'acqua non viene tassativamente imposta dalla composizione del gas calorifici, ma può variare a piacere dell'operatore.

È questa circostanza è di capitale interesse specialmente nel processo di decarburazione, poiché essa avviene in maniera meno viva, più tranquilla e quindi molto migliore se è fatta con l'ossido di ferro, ossia con il minerale, di quello che se è fatta ossigeno dell'aria lanciata alla superficie od all'interno del metallo liquido. In questo ultimo caso essa attecchisce prima di tutte la più gran parte degli elementi più facilmente ossidabili fra i quali il carbonio; ma, prima che tutto il carbonio sia stato tolto di mezzo, essa agisce, per ragione di massa, anche sopra il ferro originando delle particelle di ossido che rimangono dentro la massa metallica e tolgono ad essa quello che si chiama il corpo del metallo; la qual cosa si rileva facilmente all'esame di

una rottura avvenuta per trazione, dove generalmente si può riconoscere l'aspetto speciale, cui i pratici hanno attribuito il nome di « frattura di legno ».

La decarburazione con l'ossido di ferro da un acciaio migliore, bisogna però poter evitare qualunque diretta influenza dell'aria atmosferica, la qual cosa non si può certamente ottenere nel Martin.

La superiorità quindi del regolatore in questo caso è incontestata, come anche in quello nel quale si abbia da provvedere alla desolfurazione del materiale, potendosi essa fare assai facilmente, quando i gas che si sprigionano finiscono al disopra del bagno metallico una atmosfera riducente e non si abbia per alcun motivo la possibilità di introdurre dall'esterno qualche agente ossidante.

Conoscendo la composizione approssimativa del metallo grezzo, che proviene dal riduttore B, ed il peso della materia che si deve trattare, si può preparare in precedenza sulla suola del regolatore tutto il minerale necessario per la decarburazione.

Sotto l'influenza delle calorie sviluppate dall'elettricità l'affinazione può incominciare subito, quando si giudichi che abbastanza materiale sia sceso dal riduttore nel regolatore, e si lasciano avvenire le reazioni di ossidazione. Quando, dopo le debite aggiunte sia di minerale, sia di materie carbonose, si sia raggiunto il punto voluto per un determinato metallo, la qual cosa si può facilmente riconoscere per mezzo di provette, si lascia il metallo in riposo per qualche tempo, affinché tutte le reazioni possano compiersi e le scorie abbiano campo di separarsi; si procede quindi alla colata che si fa come nel forno Martin, in una tasca prima, poi nelle lingottiere dove si potrà anche compiere una compressione del metallo per trafilamento, onde evitare le cavure prodotte dal ritirarsi del metallo.

Se invece di un metallo relativamente puro, si deve trattare un materiale ricco di zolfo, l'operazione dovrà essere modificata nel senso di aggiungervi una fase riduttrice con scorie boriche e calcoli o manganesiferi, la qual cosa si può ottenere facilmente disponendo sulla suola, prima della colata del metallo grezzo, la materia desolforante invece del minerale ossidante. L'aggiunta del minerale di ferro si farà solamente dopo la colata delle scorie desolforanti.

Gli acciai, che si producono con il regolatore, possono essere di qualunque natura essendo possibili aggiunte di ogni genere ed in ogni caso la qualità del prodotto sarà sempre superiore a quella ottenuta con l'ordinario forno termico per la facilità di poter mantenere al disopra del bagno un'atmosfera non ossidante.

Riassumendo, il procedimento descritto si divide in tre operazioni distinte, fusione degli ossidi di ferro, riduzione dei medesimi ed affinazione del metallo greggio ottenuto; queste operazioni si fanno in tre apparecchi distinti ma combinati in maniera da formare un tutto unito; le calorie necessarie alle



tre operazioni sono fornite in parte dalla materia riduttrice, in parte dalla elettricità.

Il regolatore C è stato indicato come intimamente legato agli altri due apparecchi A e B, ma si può isolarlo e trattare con esso materiali differenti.

\* \*

È necessario ora studiare l'economia del procedimento e cercare di mettere in evidenza la utilizzazione del calore, l'energia elettrica necessaria per ogni tonnellata, il prezzo di costo paragonato a quello corrente dell'acciaio fabbricato con altri sistemi.

Suppongasi che un letto di fusione contenga per ogni tonnellata di ghisa	
Silice . . . . .	190 kg
Allumina . . . . .	32 "
Calce e magnesia . . . . .	340 "
Ferro . . . . .	935 "
Manganese . . . . .	17 "
Ossigeno nel minerale . . . . .	430 "
Acqua . . . . .	126 " da vaporizzare
Acido carbonico e carbonati . . . . .	250 " da separare e volatilizzare
Totale . . . . . 2320 kg	

capaci di produrre 1000 kg di ghisa greggia e 570 kg di scorie, provenienti per 585 kg dal letto di fusione propriamente detto e per 35 kg dal coke o da altro materiale riducente.

La quantità di carbonio o di riducente necessaria per trasformare in CO i 430 kg. di ossigeno contenuti nel letto di fusione, e che si dovrà caricare nel forno 10 sarà di 325 kg per tonnellata di ghisa ossia, ammettendo che il coke riduttore abbia il 10 per 100 di ceneri, di 390 kg.

Ammettendo che le perdite per irradiazione raggiungano, secondo Grüner, le 444.000 calorie per ogni tonnellata di ghisa prodotta e che queste perdite si dividono in tre parti eguali ognuna per i tre distinti apparecchi, avremo che le calorie necessarie per la calcinazione e la fusione nel tipo 1 e nel forno 3 saranno:

Per ridurre 126 kg di acqua in vapore che sfuggirà dalla bocca a circa 100°, $126 \times 695 \text{ cal} =$	76.356 cal
Per separare 250 kg di acido carbonico dalle basi colle quali era combinato (250 kg di acido carbonico corrispondono a 568 kg di carbonati) ossia secondo Grüner $568 \times 373,50 \text{ cal} =$	212.148 cal
Per riscaldare questi 250 kg di CO <sub>2</sub> alla temperatura di uscita dei gas (100°) $250 \times 0,21 \times 100 =$	5.250 cal
<i>A riportarsi</i> 293.754 cal	

Riporto 293.754 cal

Per riscaldare a 100° i 2100 kg di aria necessaria per trasformare in CO<sub>2</sub> tutto il CO prodotto dai 325 kg di carbone ossia  $2100 \times 0,227 \times 100 =$

47.670 cal

Per scaldare e fondere alla temperatura di 1500° gradi i 1944 kg di ossidi diversi corrispondenti ad una tonnellata di ghisa e ammettendo, secondo Grüner, che siano 500 le calorie contenute in un kg di ossido e tope fuse a 1500°  $1944 \times 500 =$

972.000 cal

Perdite per irradiazione . . . . .

150.000 cal

Totale delle calorie necessarie all'apparecchio di fusione . . . . .

1.438.424 cal

L'ossido di carbonio proveniente dalla riduzione e corrispondente ai 325 kg di carbone pesa 758 kg produce colla sua combustione  $758 \times 2400 \text{ cal} =$

1.819.200 cal

con abbassamento di temperatura da 1500° a 100°

$758 \text{ kg} \times 0,24 \times 1400 \text{ cal} =$

234.688 cal

in totale . . . . .

2.073.888 cal

e quindi una quantità di calore superiore a quella consumata nella fusione del minerale; la corrente elettrica quindi dovrà funzionare solamente nel caso di combustione incompleta del Co e nel caso di discesa o di fusione irregolare del minerale.

Nell'apparecchio B destinato alla riduzione saranno necessarie:

Per la riduzione, computando, secondo Grüner, 1.984 calorie per kg di ghisa $1000 \text{ kg} \times 1989 \text{ cal} =$	1.984.000 cal
Per scaldare a 1500° i 325 kg di carbone $325 \times 0,24 \times 1500 =$	117.000 "
Per fondere i 35 kg di cenere $35 \times 500 =$	17.500 "
Per irradiazione . . . . .	150.000 "

in totale . . . . . 2.268.500 cal e siccome i 325 kg di carbone trasformandosi in Co producono 780.000 cal, la quantità residuale di calore ossia 1.488.500 calorie dovranno essere fornite dalla elettricità.

Infine nell'apparecchio C ossia nel regolatore sono necessarie:

Per portare il metallo greggio da 1500° a 1800°	
$1000 \times 0,12 \times 300 =$	36.000 cal
Per formare e fondere in Co 300 kg di scorie $300 \times 500 =$	150.000 "
Per le diverse reazioni che si producono lentamente e di cui l'influenza calorifica non si può ben definire . . . . .	200.000 "
Per irradiazione . . . . .	150.000 "
in totale . . . . .	536.000 cal

da chiedersi totalmente alla sorgente elettrica del calore.

Riassumendo: per una tonnellata di metallo sono necessarie nel forno di fusione 1.473.424 calorie, nell'apparecchio di riduzione 2.268.500 calorie ed in quello di affinazione 536.000 calorie; in totale 4.267.924 calorie. Di queste 2.073.888 vengono prodotte dalla trasformazione del Co, nell'apparecchio di fusione, 780.000 dalla combustione del C nell'apparecchio di riduzione; in totale 2.853.888 calorie, che debbono essere dedotte dalle precedenti, per cui non si dovranno produrre elettricamente che 2.024.500 calorie.

Ridotta in cavalli dinamici l'energia necessaria può essere stabilita nella seguente quantità: nell'apparecchio di riduzione l'elettricità deve fornire ogni ora 1.488.500 calorie ossia al secondo  $\frac{1.488.500}{3600} = 413$  calorie, che equivalgono a  $\frac{413 \times 425 \text{ kg}}{75} = 2340$  cav. din.; nell'apparecchio di affinazione si dovranno produrre al secondo  $\frac{536.000}{3.600} = 150$  cal ossia 850 cavalli dinamici, ed

in cifra tosta 1000 tenendo conto delle perdite di tempo per condurre allo stato di regime il bagno, perdite che si traducono in consumo di energia.

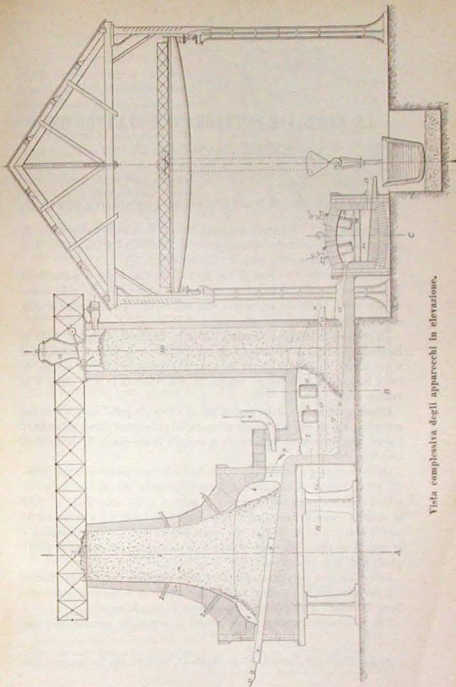
Ammettendo che il prezzo del coke sia di 25 franchi la tonnellata e che 1000 calorie elettriche valgano 0,01 franchi, prezzo attualmente corrente nella regione delle Alpi, una tonnellata di acciaio finito nel triplo forno verrà a costare per 800 kg di coke 9,00 fr., per 2.024.500 cal a 0,01 20,24 fr. ossia in totale 29,24 fr.; mentre che nel processo ordinario essa verrebbe a costare 42,50 fr. così suddivisi: per 1000 kg. di coke 25,00 fr., per macchine ed apparecchi 5 fr., per carbone fossile per il forno Martin Siemens 12,50 fr.

Supponendo che il nuovo procedimento richieda la stessa mano d'opera e gli stessi apparecchi, e le stesse spese generali che l'alto forno ed il forno Martin Siemens riuniti, si vede come si abbia ancora un margine di 13,26 franchi per tonnellata e come quindi la lotta sia ancora possibile (1).

(1) Prima di intraprendere lo studio critico comparativo sopra la produzione del ferro con il procedimento di riduzione termico e quello elettrico, di cui abbiamo fatto cenno nel numero precedente, abbiamo creduto interessante riprodurre queste altre notizie che abbiamo riassunte da una comunicazione riportata negli ottimi *Comptes Rendus mensuels des réunions de la Société de l'industrie minière de St-Etienne*.

LA REDAZIONE.

IL TRIPLO FORNO ELETTRICO HARMET



Vista complessiva degli apparecchi in elevazione.



## LE FERROVIE SOTTERRANEE ELETTRICHE NELLE GRANDI CITTÀ

La linea in esercizio con le rispettive stazioni è rappresentata nella fig. 13.

**Vetture.** — I treni erano dapprima formati di quattro vetture, cioè di una vettura automotrice e di tre vetture di rimorchio (1); ora i treni sono formati da 8 vetture delle quali 2 automotrici (fig. 14).

Le vetture automotrici sono di due tipi: ad una cabina per il manovratore od a due cabine: le prime possono andare solo in un senso, le altre invece nei due sensi: le vetture automotrici sono soltanto di 2ª classe, mentre le altre sono di 1ª e 2ª classe.

L'altezza delle vetture è di metri 3,30 e la larghezza di metri 2,40; la lunghezza fra i due respinti è di metri 9,25 per le vetture automotrici a una cabina, di metri 8,70 per le vetture automotrici a due cabine, di metri 9,85 e m. 8,50 per le vetture di rimorchio di 1ª o 2ª classe e le vetture miste.

Ciascuna vettura è munita ai due lati di due porte poste una per ciascuna estremità: una di esse è riservata all'uscita dei passeggeri, l'altra all'entrata: i sedili sono disposti trasversalmente e separati in due gruppi da un corridoio longitudinale.

Questo corridoio è largo metri 0,85 e lascia da una parte una fila di 10 sedili aventi metri 0,45 di larghezza, quindi sufficiente per un solo posto ciascuno; dall'altra parte i sedili, ancora in numero di 10, sono larghi m. 0,92 in modo che sono sufficienti per due posti; si hanno così per ogni vettura 30 posti a sedere; oltre a ciò vi è uno spazio libero vicino alle porte, spazio che in caso di necessità può essere occupato da passeggeri che stanno in piedi; questi posti sono in numero di 10.

Le vetture sono riscaldate da quattro stufe elettriche poste nel pavimento.

L'illuminazione di ciascuna vettura si compone di 8 lampade poste sulle fasce del soffitto e di quattro lampade poste ai quattro angoli.

Una applicazione importante per ridurre al minimo le fermate nelle sta-

(1) *The Municipal Journal*, Sabato, Aprile 11, 1902, N. 480 Vol. xi, pag. 302.

zioni è l'applicazione di speciali placche luminose nell'interno delle vetture: su queste placche appena partito il treno da una stazione viene indicata la stazione successiva. Le vetture automotrici sono azionate da due motori Westinghouse a semplice riduzione di velocità e ad avvolgimento in serie, della forza ciascuno di 100 cavalli alla velocità di 450 giri; le variazioni di velocità si ottengono con il metodo serie-parallelo (1). Questi motori vennero costruiti dalla Société Industrielle d'Electricité nelle officine di Havre. Essi sono posti sotto il pavimento della vettura.

Si può ottenere una velocità di 36 Km. all'ora, ma effettivamente si hanno da 25 a 30 Km., in modo che il tragitto dal Porte de Vincennes a Porte de Maillot si fa in poco più di mezz'ora comprese le fermate.

Tutte le vetture sono munite di freno continuo sistema Westinghouse, di un freno a mano e di un freno elettrico che non deve funzionare se non in casi d'urgenza.

Questi casi d'urgenza è però difficile si presentino dato il servizio perfetto di segnali.

Il sistema di blocco impiegato è il sistema Hall a funzionamento automatico.

Il segnale d'entrata d'una sezione è chiuso dal treno medesimo al mo-

(1) GOFERNAUX RAYMOND. - Le chemin de fer métropolitain de Paris. - *Revue générale des chemins de fer et des tramways*, Septembre 1900-2º semestre pag. 451, Paris.



Fig. 13. — Linea in esercizio della Metropolitana di Parigi.

mento del suo passaggio davanti al segnale a mezzo di un pedale azionato dalle ruote e producente l'interruzione della corrente elettrica che agisce sul segnale; nello stesso modo all'uscita di una sezione, il treno dopo di aver chiuso il

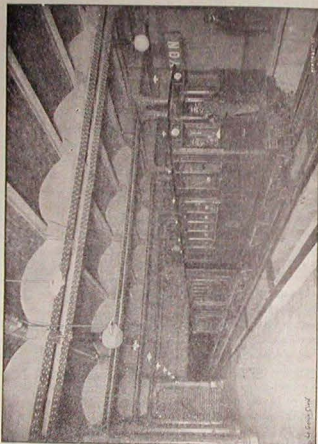


Fig. 14. — Treno della Metropolitana di Parigi nella stazione di Lyon.

segnale di entrata della sezione seguente, nella quale penetra, a mezzo di un pedale simile al precedente, agisce su di un secondo pedale che apre il penultimo segnale passato lasciando chiuso il segnale precedente, cioè il segnale di entrata della sezione che sta per abbandonare.

Con questo sistema il treno si trova sempre coperto in indietro da due segnali.



Fig. 15. - Costruzione di una stazione della Metropolitana di Parigi.

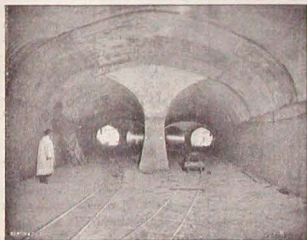


Fig. 16. - Biforcione di un tunnel della Metropolitana di Parigi.



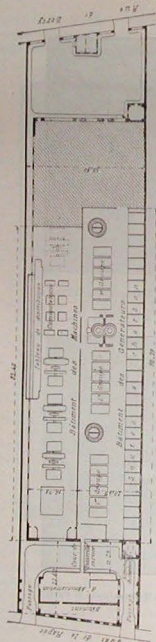


Fig. IV. — Stazione generatrice sul Quai de la Rapée.

Questo sistema Hall venne sperimentato anche dalla Compagnia P. L. M. fra Laroche e Cravante ed è molto usato negli Stati Uniti ove si calcola che nel 1900 esistessero circa 3500 segnali elettrici di questo sistema.

**Stazione generatrice.** — L'officina centrale (fig. 17) posta nel Quai de la Rapée alimenta direttamente tutta la linea in esercizio compresa tra la stazione di Porte de Vincennes e la stazione di Louvre; l'altra parte della linea è alimentata dalla corrente proveniente dalla medesima officina, ma per l'intermediario di una sotto stazione di trasformazione posta sotto la Place de l'Etoile tra l'Avenue Hoche e l'Avenue Wagram.

L'officina centrale possiede 5 unità di 1500 Kw.; una a corrente continua alimenta la linea; le altre quattro forniscono corrente alternata ad alta tensione che è trasmessa alla sottostazione della Place de l'Etoile ove essa è trasformata in continua (1).

L'officina del Quai de la Rapée comprende:

- 3 latterie di sei caldaie ciascuna;
- 1 gruppo elettrogeno di 1500 Kw per corrente continua a 600 volt;
- 4 gruppi elettrogeni di 1500 Kw. per corrente trifasica a 5000 volt e 25 periodi;

diverse macchine elettriche ausiliarie, eccitrici, commutrici, trasformatori, accumulatori, ecc.

(1) « La metropolitana di Parigi » in *The tramway and Railway World*, Luglio, 1900 — Vol. ix, Londra.

Le dicotto caldaie sono tubulari ed a due bollitori inferiori.

Le dimensioni principali di queste caldaie sono (1):

Pressione . . . . .	Kilog.	10
Superficie della griglia per ciascuna caldaia . . .	mq.	3,60
» riscaldata totale . . . . .	»	244,00
Diametro medio bollitori . . . . .	m.	0,90
Spessore lamiera . . . . .	»	0,0125
Diametro medio corpi cilindrici . . . . .	»	2,200
Spessore delle lamiere dei corpi cilindrici . . .	»	0,020
Spessori dei fondi tubolari . . . . .	»	0,025
Diametro esterno dei tubi ordinari . . . . .	»	0,105
»  » tiranti . . . . .	»	0,090
Spessore dei tubi ordinari . . . . .	»	0,035
»  » tiranti . . . . .	»	0,008
Volume d'acqua . . . . .	mc.	15,700
» di vapore . . . . .	»	9,800

Il carbone necessario è coalotto da battelli in faccia all'officina; una gru elettrica lo prende da questi battelli e lo scarica in una tramoggia che alimenta un sistema di trasportatori ed elevatori aventi per fine di immagazzinarlo in locali appositi dopo averlo pesato durante il tragitto.

Questo sistema si compone:

1° di un trasportatore sotterraneo passante sotto il Quai de la Rapée di metri 95 di lunghezza;

2° di un elevatore di metri 24,50 di altezza; questo elevatore scarica il carbone in una tramoggia che alimenta una bilancia automatica che pesa una tonnellata per volta;

3° di un ultimo trasportatore che riceverà il carbone dalla bilancia lo trasporta nei magazzini, facendolo passare dal soffitto.

Questi apparecchi pesano per circa 60 tonnellate all'ora, e la forza necessaria per trasportare il carbone su una lunghezza totale di metri 229 e per una differenza di livello di metri 10 è di circa 20 HP.

La macchina a vapore dei gruppi elettrogeni sono verticali, compound ed a condensazione.

Esse hanno una forza indicata di 2600 cavalli e fanno 70 giri al minuto. L'insieme delle macchine è montato su un massiccio di fondazione avente 11 metri di lunghezza, metri 10,50 di larghezza e metri 12 di profondità.

(1) A. DEMAN. — « La Metropolitan de Paris » — *Le Génie civil*, 29<sup>e</sup> année — tome XXXVII n. 12 (n. 945), samedi 21 juillet 1900, pag. 216. Paris.





2.800.000, quella della Manhattan Railway di New-York 3.150.000, mentre a Parigi si ebbe un traffico kilometrico annuale di 4 milioni di viaggiatori,

**Linea in costruzione.** — La linea è rappresentata nella figura 18 ed è compresa fra la Place de l'Étoile e la Place de la Nation.

Questa linea ha una lunghezza totale di m. 10,539 e comprende una parte in viadotto di circa 2 Km. di lunghezza.

Questo viadotto è posto ad una altezza minima di m. 5,20 dal suolo onde non impedire la circolazione degli omnibus.

Nella parte sotterranea il profilo adottato è il medesimo di quello della linea in esercizio.

Le stazioni sono in numero di 23, delle quali 19 sotterranee e 4 in viadotto.

Ecco quali sono le stazioni (il numero posto dopo il nome della stazione indica la distanza da questa alla precedente):

Avenue de Wagram, Place des Terres (457), Boulevard de Courcelles (rus de Courcelles) (407), Parc Monceau (326), Avenue de Villiers (466), Rue de Rome (517), Place Clichy (545), Boulevard Barbès (410), Rue de la Chapelle (714), Place d'Anvers (475), Boulevard Barbès (410), Rue de la Chapelle (714), Rue d'Aubervilliers (397), Rue d'Allemagne (562), Rue de Meux (562), Rue de Belleville (643), Rue des Couronnes (448), Rue de Ménilmontant (447), Avenue de la République (485), Avenue Philippe-Auguste (605), Rue de Baguot (393), Rue d'Arvon (494), Place de la Nation (539).

Di queste stazioni quelle in viadotto sono le seguenti:

Boulevard Barbès, Rue de la Chapelle, Rue d'Aubervilliers, Rue d'Allemagne. Tutte le altre sono sotterranee del tipo a volta: una sola è a soffitto metallico, cioè quella di Rue de Rome.

Le stazioni a volta sono simili a quelle della linea in costruzione; si è soltanto aumentata di m. 0,20 l'altezza; esternamente esse sono molto eleganti ed in stile moderno (fig. 19).

La spesa totale è di circa 30.000.000 così suddivisa:

Lavori preparatori	{ acqua . . . . . fr. 2.875.000	
	{ fognatura . . . . . * 3.981.500	
		fr. 6.856.500
Totale degli appalti aggiudicati . . . . .		18.586.900
Spese per la strada pubblica . . . . .		450.800
Personale e spese impreviste . . . . .		3.735.000
		<u>Totale fr. 29.629.200</u>

Essendo la lunghezza totale di metri 10,539 si ha una spesa per metro



Fig. 18. — Linea in costruzione della Metropolitana di Parigi.

di fr. 2.811,38, spesa un po' più elevata di quella della linea in esercizio (fr. 2.646,20).

I lavori debbono essere terminati entro 16 o 20 mesi dal giorno dell'aggregazione degli appalti (fine di novembre 1900).

**Nuovo esercizio della rete metropolitana.** — A causa delle difficoltà di far percorrere in certi punti, a grande velocità, treni di differenti linee in certi tratti aventi linea comune si è pensato di cambiare il sistema di esercizio. Prima l'esercizio adottato era l'*esercizio chiuso*: esso consisteva

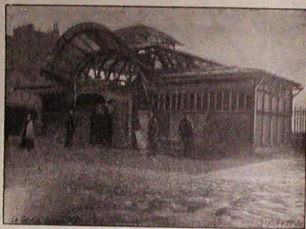


Fig. 19. — Veduta interna di una stazione della linea in costruzione.

nel suddividere la rete in tante linee circolari in modo che un treno la percorra sempre nello stesso senso; ora per ottenere ciò si dovettero adottare degli aghi di scambio in quei tratti ove due o tre linee venivano a percorrere lo stesso tunnel; si è evitato l'uso di questi aghi adottando l'*esercizio a navetta*: esso consiste nel suddividere la rete in tante linee distinte percorse da treni che vanno da una stazione estrema all'altra stazione estrema percorrendo la stessa linea nei due sensi.

Per questo il 14 giugno 1901 si è deciso dal Consiglio municipale che l'esercizio della rete metropolitana dichiarata d'utilità pubblica per legge del 30 maggio 1898 sia fatto per mezzo delle sei linee seguenti (fig. 20):

- 1<sup>a</sup> Linea. — Linea trasversale Est-Ovest da Porte Maillot a Porte de Vincennes (indicata con la lettera A nella fig. 20).
- 2<sup>a</sup> • • — Linea circolare Nord da Porte Dauphiné a Place de la Nation (F).

- 3<sup>a</sup> Linea — Linea circolare Sud da Place de l'Etoile a Place de la Nation (B).
- 4<sup>a</sup> • • — Linea trasversale Est-Ovest, dal Boulevard de Courcelles (presso il parco Monceau) a Ménilmontant (D).
- 5<sup>a</sup> • • — Linea trasversale Nord-Sud dalla Porte Clignancourt alla Porte d'Orléans (C).
- 6<sup>a</sup> • • — Linea trasversale Nord-Sud dal Boulevard de Strasbourg alla Place d'Italie (E).

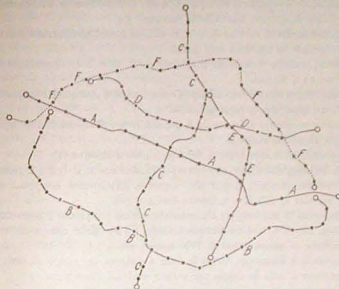


Fig. 20. — Nuovo sistema di esercizio delle linee della Metropolitana di Parigi.

In conclusione venne adottata la linea circolare B dell'antica divisione nelle due reti 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> della nuova divisione, e si sono invece riunite le due linee E ed F dell'antica divisione nella linea 6<sup>a</sup> della nuova divisione.

**Prolungamento della linea d'Orléans.** — Benchè questa linea non faccia parte della rete metropolitana, crediamo utile darne qualche cenno appunto perchè la linea è sotterranea e si è adottata la trazione elettrica. Questa linea è il prolungamento della ferrovia d'Orléans fra la stazione d'Austerlitz ed il Quai d'Orsay; si trattava di rimorchiare i vagoni ferroviari fra le due stazioni onde evitare il trasbordo.

La linea è quasi tutta sotterranea e per evitare le grandi difficoltà della ventilazione si impiegano locomotive elettriche.



Il cambiamento di macchine si fa alla stazione d'Austerlitz. L'officina generatrice è a più di 5 Km. dal Quai d'Orsay; per questa ragione si produce la corrente trifasica a 5500 volt e 25 periodi; l'energia elettrica prodotta serve anche all'illuminazione ed alla alimentazione dei numerosi motori fissi che possiede la Società della Ferrovia d'Orléans ne' suoi stabilimenti; si hanno poi tre sottostazioni: una per l'illuminazione ad Ivry; le altre due sono per la trazione e l'illuminazione.

Per la trazione la corrente è trasformata in continua a 550 volt nelle due sottostazioni di Austerlitz e del Quai d'Orsay, il circuito della illuminazione a 500 volt è distinto da quello della trazione.

Dagli accumulatori servono di volante ed assicurano l'illuminazione durante la notte quando le macchine sono ferme.

L'officina centrale comprende 2 alternatori di 1000 Kw. ciascuno ad indotto fisso ed a 40 poli.

Le macchine a vapore sono del tipo Corliss a triplice espansione ed a quattro cilindri, dei quali due a bassa pressione.

Il vapore necessario è fornito da 8 generatori multitubolari di 186 mq. di superficie riscaldata ciascuno.

I due alternatori sono trifasici del tipo Thomson-Houston (1).

Nella sottostazione d'Ivry che serve per l'illuminazione si hanno 2 generatori a corrente continua di 100 Kw. ciascuno, direttamente accoppiati a 2 motori sincroni di 125 Kw. a indotto fisso e 6 poli.

Il materiale di stazione per ciascuna sottostazione comprende 2 convertitori rotativi di 250 Kw. e 6 trasformatori statici di 50 Kw.; oltre a ciò vi è una batteria di accumulatori di 1100 ampère-ora.

La corrente è distribuita lungo la linea a distanza per mezzo di cavi: la canalizzazione è fatta in doppio per evitare qualsiasi interruzione.

La corrente viene distribuita a mezzo della terza rotaia.

Le locomotive elettriche pesano 45 tonnellate; esse comprendono una cassa che si appoggia su due correlli a 2 assi. Ciascuno di essi è comandato da un motore elettrico d'una potenza di 125 Kw. a 4 poli, eccitati in serie. Le ruote hanno un diametro di m. 1,425.

La lunghezza totale di una locomotiva è di m. 10,609, la larghezza di metri 2,918 e l'altezza di metri 3,891 al disopra delle rotaie; la distanza fra gli assi è di metri 2,388.

Ciascuna locomotiva può trascinare 300 tonn. su una salita di m. 0,011.

(1) A. S. « Installations électriques de la Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans sur la ligne de Quai d'Orsay au quai d'Austerlitz à Paris », — *L'industrie électrique* — 10 août 1900, n. 207.

La cabina del macchinista è nel mezzo. I freni sono ad aria compressa del sistema Wenger: i cambiamenti di velocità sono ottenuti con il sistema serie-parallelo (1).

Questa linea ha il medesimo tracciato della linea G che venne concessa per la rete della ferrovia metropolitana; è appunto per questa coincidenza che la linea G venne abbandonata.

**Altro sistema di metropolitana.** — L'ing. D. A. Casalonga (2) propone per Parigi un altro sistema di metropolitana sotterranea. Esso consiste in uno dei soliti *trois rails roulants* che si applicarono a Parigi nel 1900, a Chigago ed a Berlino: questo *trois rails* sarebbe sotterraneo ed è mosso dall'elettricità.

Lo studio generale venne fatto per una rete di 40 Km., ma lo studio particolareggiato venne fatto per una linea di 10 Km. circa tra la Place de la Concorde e quella della Bastiglia.

Questa metropolitana consiste in un nuovo sistema detto planetario formante due linee parallele vicine, l'una andante in un senso, l'altra ritornante in senso contrario per la medesima via.

Queste due linee si raccordano all'estremità con un percorso circolare attorno alle stazioni come nelle stazioni terminali della linea metropolitana: le velocità sono di 4, 8, 12 Km. all'ora; siccome poi il viaggiatore può camminare con una velocità di 5 Km. all'ora, si può avere una velocità di Km. 17 all'ora.

Non essendo questo sistema fra quelli che noi ci siamo proposti di studiare, non entriamo nei particolari: l'abbiamo accennato come uno dei possibili sistemi di trasporto in comune nelle grandi città.

### III. — La ferrovia sotterranea di Buda-Pest.

**Generalità.** — La città di Buda-Pest, capitale dell'Ungheria, ha una popolazione di 720,000 abitanti (3) ed è la città più industriale di tutta l'Ungheria. Una delle più importanti e frequentate strade di Buda-Pest è la

(1) *Les chemins de fer et les tramways à l'Exposition universelle de 1900. — Revue générale des chemins de fer et des tramways.* — Novembre 1900, tome xxxiii — 2<sup>e</sup> série, n. 5, pag. 988.

(2) « Nouvelle application des plates-formes roulantes à traction électrique » par M. D. A. CASALONGA. — *Mémoires de la société des ingénieurs civils de France.* — Bulletin de Janvier, 1902, pag. 72.

(3) A. L. HICKMANN, *Atlas universel, Politique, Statistique et Commerce.* Paris, 1902, pag. 31.

Andrassy Strasse che unisce la Redoute Platz sulle rive del Danubio al magnifico Parco della città (Városliget).

Dato l'immenso movimento di persone e di merce che sempre si ha in questa via, è naturale che si sia pensato di unire le estremità con una ferrovia sotterranea, che nessun disturbo le arreasse.

Il progetto della ferrovia sotterranea venne approvato nel 1894 e la concessione ha una durata di 90 anni.

**Linea.** — La linea è composta di un tunnel che contiene due linee a scartamento normale su tutto il percorso. Questa linea è quasi tutta in linea retta eccetto che alle due estremità: nella parte verso il Giardino della città la linea si divide in due rami.

Il minimo raggio adottato è di m. 40, e la massima pendenza è di 20 mm. per metro.

Partendo da Redoute Platz e passando sotto Gizella Platz, Harminezdagasse, Deak Ferencz Platz, Waitzner Ring, Andrassy Strasse, va a finire nel Parco della città (Városliget), con un percorso totale di km. 3,8.

La costruzione di questa linea offriva speciali difficoltà in causa delle varie condotte che trovansi sotto il suolo della Andrassy Strasse. Perciò si dovette adottare una sezione molto diversa da quella adottata fino allora nelle ferrovie sotterranee di Londra: per evitare importanti lavori di deviazione delle condutture sotterranee d'acqua, si dovette fare in modo di avere una piccola profondità dal suolo del piano inferiore del tunnel, ed una piccola altezza del tunnel stesso.

Questo tunnel ha perciò un'altezza di m. 2,75 ed ha una sezione rettangolare. La parte superiore di esso è fatta con patrelle di ferro immerse nel cemento; queste patrelle sono a doppio T aventi le dimensioni di 300 x 320 x 350 mm. di altezza (1); esse distano fra di loro di un metro; alla loro metà sono sostenute da colonne in ferro formate da due ferri ad U di mm. 100 x 8 con alette di mm. 65 x 12 e piattabande di mm. 200 x 8; queste colonne distano fra di loro di m. 4.

Data la forma speciale del tunnel ed il piccolo spessore del soffitto, era naturale che l'Amministrazione Ungherese prima di ricevere in consegna la linea, abbia prescritte speciali prove di resistenza.

Queste prove consistettero nel mettere al disopra del tunnel, successivamente allo stato di riposo ed allo stato di movimento dei carri a due assi d'un peso totale di 10,000 kg.: le ruote di questi carri avevano uno scartamento di m. 1,50, ed i due assi distavano fra di loro di m. 3.

(1) A. MOUTIER, « Les Tramways de Buda-Pest », — *L'Eclairage électrique*, annelli 13 février 1897, F° année, n. 7, tome X, Paris.

In certi punti ove il traffico si prevedeva massimo, allora il carico di prova venne aumentato, e così nel Waitzner Ring esso venne portato da 16 tonn. a 24 tonn.; oltre a ciò vennero cambiate le dimensioni dei carri, in modo che la distanza degli assi venne portata a m. 4 e lo scartamento delle ruote a m. 1,60.

Il tunnel venne costruito a cielo scoperto, ed i 150.00 mc. di terra vennero estratti a mezzo di draghe mosse elettricamente ed installate dalla casa Siemens e Halske.

La linea è formata da rotaie di 115 mm. di altezza e di mm. 9 di lunghezza con un peso di kg. 24 al metro; queste rotaie vennero unite con le placche Haarmann.

La corrente viene distribuita a mezzo di due conduttori posti al soffitto del tunnel; la tensione della corrente è di 900 volt.

Dei circuiti speciali assicurano l'illuminazione del tunnel, la manovra delle segnalazioni, ecc.

**Stazioni.** — Le stazioni sono in numero di 11, e cioè: Gisella Platz, Deak Ferencz Platz, Waitzner Ring, Opéra, Oktogon Platz, Városligetdagasse, Punto rotondo, Bajazagasse, Arena Strasse, Giardino zoologico, Bagno artesiano.



Fig. 21.



Fig. 22.

Stazioni della ferrovia sotterranea di Buda-Pest.

Entro la città le stazioni sono sotterranee, ma nel Parco (stazioni X e XI) le stazioni sono a cielo scoperto.

Le stazioni sotterranee sono in comunicazione con le stazioni poste al livello del suolo per mezzo di comode scale.

Le stazioni sotterranee sono molto semplici: esse consistono in due piattaforme poste ai lati delle due linee: queste piattaforme hanno da 3 a 8 metri di larghezza e m. 24 a 32 di lunghezza.

Le scale che mettono in comunicazione queste piattaforme colle stazioni superiori hanno larghezza di m. 1,90, ed i gradini hanno m. 0,21 di pedata e m. 0,15 di alzata.



Le stazioni poste al livello del suolo sono molto eleganti (fig. 20 e 22), e sono decorate con ferro, vetri e mosaici nello stile del Rinascimento italiano.

**Stazione generatrice.** — Per l'esercizio di questa linea ferroviaria sotterranea non venne costruita una speciale stazione generatrice: la forza necessaria viene fornita dall'officina della Società dei Tramways posta nella Kertész Strasse; questa officina fornisce tutta la corrente necessaria tanto alle vetture poste a livello del suolo, come a quelle sotterranee.

La forza che disponeva prima questa officina bastava appena per le vetture poste al livello del suolo, per cui si dovettero, per la linea sotterranea, aggiungere due gruppi di caldaie, motori e dinamo che possono produrre da 1000 a 1500 ampere alla tensione di 300 volt.

Questa corrente viene inviata in due sistemi diversi di feeders: i feeders del primo sistema hanno una sezione di 500 mmq. ed alimentano i conduttori principali che servono per la trazione; i feeders del secondo sistema hanno una sezione di 150 mmq. ed alimentano i conduttori delle lampade ad incandescenza; queste lampade sono disposte tre a tre in serie ed illuminano il tunnel e le stazioni; la corrente per queste lampade ha una tensione di 100 volt.

Tutti questi feeders sono congiunti al tunnel verso la sua metà, cioè nella Oktogon Platz.

**Vetture.** — In questa ferrovia sotterranea non si hanno locomotive, ma si fa uso di vetture automotrici. Data la poca altezza del tunnel, si dovettero adottare speciali vetture, molto basse e molto lunghe.

Il pavimento di queste vetture trovasi a m. 0,50 dal livello delle rotaie, in modo da avere un'altezza utile di m. 2,085; la loro lunghezza è di m. 11.

Gli assi di queste vetture sono in numero di 4 divisi in due coppie di due ciascuna. Questi assi si trovano alle estremità della vettura, e su ciascuna coppia di assi si trova una cabina per il Wattmann.

Ogni vettura ha 2 motori della potenza nominale di 50 HP ciascuno e può avere una velocità da 20 a 25 km. all'ora. Il peso di ciascuna vettura è di 12 ton. a vuoto (1).

Tutte le vetture sono munite di freni elettrici speciali analoghi ai freni Sperry.

Ogni vettura può contenere 28 viaggiatori seduti e 18 viaggiatori in

(1) *Eclairage Electrique*, samedi 1<sup>er</sup> août 1896, 3<sup>e</sup> année, n. 31, tome VIII, pag. 222.

piedi; il numero di vetture è di 20, ma di esse soltanto 14 sono in continuo esercizio.

La ventilazione del tunnel è assicurata dal moto dei treni e da ventilatori speciali: onde poi far sì che anche durante le fermate nelle stazioni le vetture siano egualmente ventilate, ogni vettura è munita di speciali ventilatori che vanno in funzione quando il treno si ferma a qualche stazione.

Il tragitto completo è fatto in 10 minuti ed il prezzo è di 20 heller (20 centesimi). La linea è costata 3,500,000 fiorini (7,300,000 lire circa), cioè quasi 2 milioni al km.

#### IV. — Ferrovia sotterranea di Glasgow.

**Generalità.** — Glasgow è una delle principali città della Scozia. La sua popolazione nel 1871 era di 547,000 abitanti, di 578,000 nel 1879, di 618,000 nel 1891, di 714,000 nel 1896 e di 720,000 nel 1901. Le industrie sono molto numerose e si contavano, nel 1891, circa 1877 stabilimenti (1).

Immenso è il traffico marittimo nel suo importante porto. Ha una estesa rete tramviaria ed è molto importante la sua ferrovia sotterranea funicolare.

Questa linea, benché non a trazione elettrica, ha grande importanza per la poca spesa di esercizio in confronto delle linee metropolitane a trazione elettrica. Diamo, per dimostrare ciò, qualche dato riferentesi alle linee Liverpool Overhead Railway, City and South London Railway, Central London Railway e Glasgow Subway Railway.

Nella tabella A sono riassunte le costanti generali di ciascuna delle 4 installazioni, nella tabella B in dettaglio le spese di esercizio per treno-chilometro e nella tabella C lo stato delle spese e delle entrate; ciò ci permette appunto di giudicare quale esercizio è migliore dal punto di vista finanziario (2):

A. — Costanti generali.

	Glasgow Subway	C. and S. London	Liverpool Overhead	Central London
Vetture per treno . . . . .	2	3	6	6
Viaggiatori per treno . . . . .	65	96	114	298
Peso del treno a vuoto . . . . .	13.720 kg	31.500 kg	31.000 kg	126.000 kg
Lunghezza della doppia linea	10.8 km	7.7 km	10.8 km	5.2 km

(1) *Dictionnaire de Commerce, de l'Ind., etc.*, pag. 335.

(2) *The Tramway and Railway World*, 11 aprile 1901, pag. 174-177, London.

## B. — Spese d'esercizio per treno-kilometro in centesimali.

Linea	Manutenzione linee, officine e stazioni	Ferri locomotive	Riparazioni vetture e materiale	Spese di pulizia al traffico	Spese generali	Totale
Glasgow Subway . . .	4.75	19.8	1.5	17.4	8.90	52.40
C. and S. London . . .	3.69	34.4	3.25	48.2	13.4	102.94
Liverpool Overhead . . .	9.58	26.90	1.69	34.7	15.8	88.47
Central London . . . .	6.45	80.50	7.07	94.2	29.0	217.62

## C. — Stato delle spese e delle entrate.

Linea	Spese per treno kilom.		Rapporto delle spese alle entrate	TOTALE		Km. percorsi	Viaggiatori
	Cont.	Cost.		Lire	Lira		
Glasgow Subway . . .	52.40	104.5	49.57	483.375	966.975	885.700	7.250.857
C. and S. London . . .	102.94	182.6	56.32	657.022	1.168.500	613.800	5.018.842
Liverpool Overhead . . .	88.47	142.5	62.12	560.322	950.575	640.000	4.187.262
Central London . . . .	217.62	370.0	58.0	1.760.850	2.997.050	1.771.500	14.916.322

Questi risultati ci dimostrano che è migliore il sistema adottato nella Glasgow District Subway, cioè il sistema funicolare; esso però non venne finora adottato in nessun'altra ferrovia metropolitana. Diamo qualche dato principale su questa linea.

La costruzione di essa venne autorizzata dal Parlamento nel 1890.

**Linea.** — La linea è composta di due tunnel paralleli, della lunghezza di metri 10.460, 50, ed è completamente sotterranea (1).

Essa parte da Saint-Enoch Square e passa sotto la Buchanan Street ove attraversa un terreno di sabbie acquifere, ciò che richiese l'uso dell'aria compressa durante la costruzione.

La linea passa in seguito sotto Cowcaddens ove si ebbero difficoltà grandissime; la linea poi da Cowcaddens va quasi vicino al Kelvin Bridge la linea retta passando sotto la New City Road e la Great Western Road; passa in seguito sotto il torrente Kelvin e sotto il fiume Clyde fra le stazioni di Partik e di Goran.

Il tunnel sotto il fiume Clyde si trova a m. 17,07 sotto il livello delle massime piene. Dopo Goran la linea trovò da m. 2,45 a m. 3,95 al disotto

(1) *Nouvelles annales de la construction*, 5<sup>a</sup> serie, tome V, n. 519, mars 1898.

del suolo, per una lunghezza di m. 1580 circa. Attraversa in seguito una seconda volta il Clyde per ritornare a Saint-Enoch Square; questo secondo tunnel sotto il Clyde trovò a m. 12,50 al disotto delle acque alte.

Il diametro interno dei tubi è di m. 3,533; essi sono rivestiti sia in muratura, sia in cemento, oppure con anelli in ghisa.

Delle aperture avanti m. 0,914 di lunghezza e m. 1,524 di altezza sono praticate fra i due tunnel ad ogni 22,86 m. di distanza.

Le curve hanno un *minimum* di m. 200 di raggio.

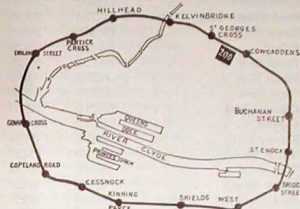


Fig. 23. — Ferrovia sotterranea di Glasgow.

I *bouliers* impiegati nella costruzione vennero costruiti dalla casa Markham di Chesterfield; essi avevano un raggio di m. 3,696 internamente ed una lunghezza di m. 1,981.

L'installazione dei motori e compressori comprendeva due motori Sicc con cilindri a vapore di m. 0,6096 di diametro, e cilindri compressori d'aria di m. 0,762 di diametro e m. 0,9144 di corsa, con 60 giri; vi era poi un compressore Duplex con cilindro a vapore di m. 0,6096 di diametro e cilindro compressore d'aria di m. 0,762 di diametro e m. 0,6096 di corsa con 75 giri; questo compressore venne fornito dalla Anderson Foundry Company.

Tre caldaie di Lancashire fornivano il vapore alla pressione di 5  $\frac{1}{4}$  atmosfere; l'aria compressa alla pressione di kg. 1,76 al centimetro quadrato era immagazzinata in due recipienti di m. 7,515 di lunghezza e m. 1,524 di diametro.

I progetti della funicolare vennero fatti dai signori Simpson e Wilson; le installazioni meccaniche, il materiale rotabile e le installazioni elettriche vennero fatte da D. H. Morton.



Tutto compreso (anche il materiale rotabile) la linea è costata 27,742,000 lire, cioè 2,664,140 lire per km. in doppia via.

**Stazioni.** — Le stazioni sono in massima parte allo scoperto; esse sono: (i numeri fra parentesi indicano l'altezza sul livello del mare delle stazioni, gli altri numeri danno le distanze parziali fra le singole stazioni):

Saint Enoch Square . . . . .	(43,586)	—
Buchanan . . . . .	(40,283)	554,42
Cowcaddens . . . . .	(50,596)	795,50
Saint Georges Cross . . . . .	(45,71a)	705,30
Kelvin Bridge . . . . .	(38,494)	788,80
Hillhead . . . . .	(34,442)	838,50
Partik East . . . . .	(45,719)	607,75
Partik West . . . . .	(41,757)	656,80
Goran Cross . . . . .	(45,719)	853,40
Copeland Road . . . . .	(45,719)	916,50
Cesneck . . . . .	(45,719)	965,06
Kinning Park . . . . .	(43,281)	491,94
Shields Road . . . . .	(44,195)	814,20
West Street . . . . .	(36,271)	508,62
Bridge Street . . . . .	(42,671)	524,20
Saint Enoch . . . . .	(43,586)	671,76

La stazione di Buchanan Street è posta vicino alla stazione termine della North British Railway, ed il livello della piattaforma è inferiore di m. 12,20 al livello della strada.

A ciascuna stazione si hanno delle piattaforme della larghezza di m. 3,048 ed elevate di m. 0,66 al disopra del piano delle rotaie.

Le stazioni hanno una larghezza di m. 8,530.

Il dislivello fra le piattaforme ed il livello del suolo della strada è in media di m. 6,100 variando fra m. 4,286 a m. 12,191; soltanto ad Hillhead si ha un dislivello di m. 38,710. Vicino alle stazioni si sono stabilite delle piccole pendenze nella linea onde facilitare la partenza dei treni.

(Continua).

ING. EYREN MAGRINI.

## NOTIZIE INDUSTRIALI

**Esperienze su motori a gas (1).** — A. Staus riferisce su esperienze fatte nel laboratorio dell'Istituto di Karlsruhe su un motore a gas, tipo Otto, il cui cilindro ha un diametro di 173 mm. e una corsa di 340 mm. A fine di determinare la quantità di calore asportata dai prodotti di scarica egli costruì un calorimetro speciale (vedi fig. 1).

Esso consiste in una cassa A che contiene la pignatta di scarica C, il sistema di tubi E; i tubi F e G servono per l'ingresso e l'uscita dell'acqua di raffreddamento. I prodotti di scarica del motore entrano per il tubo a nella pignatta C (un piccolo foro c, che si trova sul fondo di questa, permette l'uscita dell'acqua di condensazione). Dal coperchio della pignatta partono sei tubi, dei quali due E-F si vedono in figura, che si innalzano fino quasi alla sommità della cassa A, poi si ripiegano e discendono quasi fino al fondo di essa. I gas di scarica li percorrono, poi escono, si diffondono nella cassa A e salgono lentamente in essa fino a raggiungere il tubo di uscita b; l'acqua che cade dal cielo della cassa serve a raffreddarli fino quasi alla temperatura dell'ambiente.

Essa giunge pel tubo F (nel quale corrispondentemente a I trovasi un termometro per misurare la temperatura di arrivo dell'acqua) e per mezzo di un apparecchio K è viene lasciata cadere nel cassone sotto forma di minuta pioggia. L'acqua si raccoglie poi in B, penetra, passando attraverso a fori, sotto la cassetta m (che ha per scopo di impedire che i gas di scarica possano sfuggire pel tubo G) ed esce per G; un termometro posto in L serve a misurare la sua temperatura.

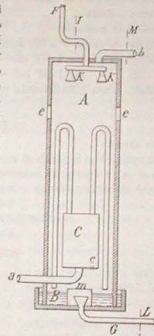


Fig. 1.

(1) Dalla Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 3, 5, 902.

e sono finestre, chiuse con vetri, che permettono di guardare nell'interno dell'apparecchio durante il suo funzionamento.

Durante le esperienze si misurò la temperatura di ingresso dell'acqua, quella di uscita, nonché il peso di acqua che effluiva da G. In M si ha un altro termometro che serve solo a vedere se i prodotti di scarica si sono sufficientemente raffreddati.

Esperienze su un motore di 4 HP — durata dell'esperienza 1 ora:

numero dei giri . . . . .	161,2
peso di leva del freno . . . . .	0,811 m.
peso al freno . . . . .	18,927 Kg.
potenza al freno . . . . .	3,453 HP
numero esplosioni al minuto . . . . .	71,77
potenza indicata . . . . .	4,596 HP
rendimento meccanico . . . . .	0,751
consumo in gas (a 0° e 760 mm.) netto metri cubi — . . . . .	3,0695
consumo in gas per 1 HP eff. — ora m. cubi . . . . .	0,8716
id. id. per 1 HP ind. — ora id. . . . .	0,6548
consumo acqua raffreddamento per il cilindro Kg. . . . .	241,48
id. id. calorimetro Kg. . . . .	598,46

Temperature:

aria aspirata . . . . .	20,45 C°	
gas scarica (dopo la valvola di scarica) 412,65 C°		
* all'uscita dal calorimetro 26,58		
acqua raffreddam. cilindro ingresso 13,916	} differenza	33,058
uscita 46,974		
calorimetro ingresso 13,243	}	11,281
uscita 24,524		

Bilancio del calore:

potere calorifico del gas a 0 e 760 (misurato col calorimetro di Junker)		
cal. 5968,5 per metro cubo		
quantità di calore disponibile . . . . .	3,0695 × 5968,5 = 17962,2	100,00
equivalente lavoro indicato . . . . .	4,596 × 632,3 = 2906,1	16,18
calore asportato dall'acqua di raffreddamento . . . . .	33,058 × 241,48 = 7982,7	44,44
calore asportato dal gas di scarica . . . . .	11,281 × 598,46 = 6751,0	37,58
residuo (perdite per irradiazione)	322,4	1,8
	17962,2	100,00

L. m.

**Il più grande alto forno a carbone di legna del mondo** è attualmente quello esistente a Vares in Bosnia, ed appartenente alla Vareser Eisenindustrie Actien-Gesellschaft.

Prima che l'Austria pigliasse la direzione degli affari nella Bosnia la produzione del ferro era ancora allo stato primitivo. Generalmente essa si faceva in piccoli alti forni di un metro di diametro e cinque metri di altezza, muniti di due ugelli in rame che soffiavano aria compressa da un mantice ordinario mosso da una ruota idraulica.

Si manteneva in azione il forno per 3 giorni consecutivi, trascorsi i quali si estraevano circa 3 tonn. di metallo in parte allo stato fuso assieme alle scorie ed in parte allo stato solido; quest'ultimo veniva ulteriormente lavorato sotto un piccolo maglio frontale. Per produrre 100 Kg. di ferro erano necessari da 300 a 500 Kg. di carbone di legna.

I minerali adoperati nella ferriera di Vares provengono da giacimenti di grande potenza e di uno spessore che raggiunge qualche volta i 100 metri. Questi giacimenti si estendono, secondo i saggi di ricognizione fin qui fatti, per una lunghezza di oltre 5 Km.

I centri di escavazione più attiva si trovano attualmente a Pzici, Bresik, Droskovic e Smreka, e l'estrazione fu fatta fin qui con semplici lavori a giorno, ed è tanto facile che un esperto minatore può riuscire ad estrarre dalle 6 alle 7 tonn. di minerale al giorno, ed un operaio ordinario in media 1,4 tonnellate.

I minerali migliori sono le ematiti di Pzici che contengono il 6 % di ferro e qualche poco di manganese e sono adatte per la produzione tanto della ghisa come dell'acciaio al basso fucio; i minerali di Bresik sono invece costituiti da ematiti bruno che contengono circa il 48 % di ferro; mentre che a Droskovic e a Smreka si presentano soprattutto dai carbonati spatici ricchi di manganese, adatti specialmente per ghise bianche e spiegel.

Nella seguente tabella sono riportate alcune analisi di questi minerali (1).

	Fer	Bar-	Sile	Cal	Mg	Argila	Ind	S	P	Cu
	per	panno								
Ematite rossa di Pzici . . . . .	65,07	0,53	4,14	0,40	0,26	1,00	—	0,04	—	0,01
Ematite scura di Pzici . . . . .	61,20	0,11	6,95	0,35	—	0,68	3,00	0,16	0,075	trace
Limoneite di Bresik . . . . .	48,70	2,00	6,28	0,7	0,30	1,35	3,03	0,12	0,25	0,36
Ematite di Droskovic . . . . .	54,30	2,53	11,20	1,83	1,74	2,20	0,85	0,23	0,31	0,01
Siderite di Droskovic . . . . .	45,9	0,08	6,55	—	—	—	—	—	0,30	0,02
Siderite torrefatta di Droskovic . . . . .	57,66	6,17	7,04	non determinati	—	—	—	0,01	0,02	0,08
Ematite di Smreka . . . . .	40,37	11,25	10,15	—	—	—	—	0,06	0,35	0,05

(1) Stahl und Eisen, 1902, p. 491.



Le miniere di Bressil e Prizio sono direttamente collegate con la officina di Vares mediante una funicolare, di 700 metri di lunghezza, e che supera un dislivello di 250 metri, capace di trasportare ad ogni viaggio 3 vagoni con 17 ton. di minerale.

La carica ordinarimente si compone del 60 % di ematite bruna torrefatta e del 40 % di ematite rossa con l'aggiunta del 13 % di calcare; la resa di essa in ferro varia dal 50 al 53 %. L'alto forno venne calcolato per una produzione giornaliera di 80 ton., e quindi di una capienza di 182 m<sup>3</sup> con un'altezza dal piano dell'officina alla bocca di 21,25 m., diametro al ventre 4,50 m., diametro del crogiuolo 2,50 m., della bocca 3,20 m. e tutte le altre dimensioni corrispondenti.

La macchina soffiante può dare circa 12 m<sup>3</sup> di aria compressa ad ogni giro ed in media essa è capace di fare 20 giri al minuto; l'alto forno è munito di sei rigeneratori del calore sistema Cowper di 4,50 m. di diametro e 20 metri di altezza, i quali sono capaci di riscaldare l'aria a 850° C.

Il consumo di combustibile nel maggio 1901, mese di maggior attività del forno e durante il quale produsse giornalmente 105,5 ton. di ferro, fu di 35 Kg. per ogni 100 Kg. di ghisa.

Fino ad ora il forno più grande a carbone di legna era l'alto forno di Hinkle della Ashland Iron and Steel CO. in Ashland nell'America, che ha un'altezza di 18,80 m., 2 m. di diametro al crogiuolo, 3,66 m. al ventre e 2,28 m. alla bocca.

Quasi quattro anni di servizio ininterrotto, i buoni risultati di resa ed il minimo consumo di combustibile, che raggiunge la metà di quello degli alti forni della Carinzia, ed appena un terzo di quello degli alti forni, che lavorano nelle migliori condizioni in Italia, sono argomenti tali da fare considerare e studiare il problema anche nel nostro paese per vedere se spingendo la produzione ed innalzando la temperatura dell'aria soffiata non si riesca anche da noi a rendere economica, per il diminuito consumo del combustibile, la produzione della ghisa al carbone di legna, adoperando specialmente i minerali carbonati della Lombardia e cercando di produrre non le ghise correnti, ma quelle speciali e più fine come si possono ottenere con le nostre eccellenti materie prime.

Certamente il problema andrebbe studiato in tutta la sua complessità, collegandolo con quello di una completa riorganizzazione delle miniere lombarde, di un più esteso e razionale rimboschimento delle nostre montagne e con quello infine di una maggiore facilitazione e di un minor costo dei trasporti: in ogni modo abbiamo creduto di qualche interesse riassumere i dati dell'alto forno di Vares, i quali servono a dimostrare come nel processo tecnico di riduzione dei minerali ossidati di ferro possa spingersi a tanto la utilizzazione del calore, che andrebbe altrimenti perduto, e della residuale forza espansiva

siva del gas da ridurre al minimo il consumo del combustibile, in modo da far relegare in seconda linea altri processi preconizzati, che se sorridono alla fervida fantasia degli inventori, non reggono all'urto della concorrenza e non sanno ancora piegarsi alle esigenze della tecnica e del mercato.

b. c. f.

#### Un nuovo metodo di produzione industriale dell'idrogeno.

— Secondo una proposta dell'ing. d'Arsonval pare che questo gas potrebbe ottenersi in grande dal gas d'illuminazione, applicando alla sua produzione le macchine frigorifere.

Il gas illuminante contiene in generale circa il 50 %, di idrogeno, il 40 %, di metano ed il 10 %, di altri gas, carboni, ossido di carbonio, anidride carbonica, ossigeno, azoto; tutti questi gas, compreso il metano, possono essere liquefatti mediante un conveniente abbassamento di temperatura, mentre l'idrogeno resta ancora gassoso.

Sembra anche che questo mezzo debba riuscire anche abbastanza economico se, sempre secondo d'Arsonval, una forza motrice di 15 cav.-vap. bastava per preparare 100 m<sup>3</sup> di idrogeno all'ora.

**Una nuova seta artificiale.** — Dopo quella preparata con i procedimenti Chardonnet, Lehner e Seyfert, attualmente, sotto il nome di Stearnodil, si presenta una nuova seta inventata da Steam di Londra e preparata a mezzo del viscoso, che è il prodotto del trattamento della pasta di legno con un alcali caustico. Si ottiene così una soluzione di cellulosa che s'introduce in un recipiente conveniente, donde è fatta uscire, sotto pressione attraverso fori microscopici scavati in un disco. I filletti liquidi entrano in un bagno di cloruro di ammonio che li trasforma in filletti consistenti. Durante il passaggio nel bagno, diciotto di questi filamenti sono messi al contatto gli uni degli altri per formare un filo unico che viene raccolto sopra un tamburo ed esposto all'aria. Il filo viene in seguito torto, per aumentare la sua resistenza, lavato ed imbiancato.

Secondo l'inventore e i detentori del brevetto, questa seta artificiale possederebbe delle qualità superiori a quelle di tutte le sete artificiali fin qui ottenute.

## L'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

### LA COLTURA INDUSTRIALE E I BREVETTI D'INVENZIONE

La *Rivista Tecnica*, per opera del signor \*\*\*, ebbe ad accennare nel numero d'agosto 1901 alla convenienza di rimettere sotto la direzione del Museo Industriale l'ufficio dei brevetti d'invenzione — o della proprietà industriale — che dal 1884 trovai aggregato al Ministero d'Agricoltura, Industria e commercio, a Roma.

L'argomento è importante, e merita che la *Rivista* vi ritorni sopra ora ed ancora, e che tutti quelli che s'interessano dell'insegnamento tecnico, del progresso scientifico ed industriale del nostro paese, promuovano e tergano viva sopra di essa un'attiva discussione.

Quest'argomento si collega strettamente ad un altro, a quello della pubblicazione integrale, per fascicoli separati, delle descrizioni e dei disegni annessi alle privative industriali.

Ricordandoci, per esaminarli ambedue, ai principii informativi dell'istituto dei brevetti d'invenzione, quest'istituto di cui si può dire senza esitazione che offre uno dei più splendidi esempi di quanto pesa la protezione individuale, largamente e giustamente intesa, ridondare a beneficio della intera società.

L'Italia è uno dei paesi in cui esso ha dato risultati minori, specialmente in confronto colle altre grandi nazioni europee ed americane, e la ragione di ciò se può trovarsi in gran parte nelle condizioni economiche speciali, sfavorevoli del paese, che nessuna legge può da oggi al domani mutare, non è men vero che in parte non indifferente può anche risiedere in difetti incorsi nella esplicazione pratica del detto istituto, nella dimenticanza o nella cattiva esplicazione che si fece dei suoi principii informativi fondamentali, senza dei quali non si può attendere che esso produca tutti i possibili benefici effetti.

Secondo il concetto primordiale della tutela delle invenzioni, la Società fa una specie di contratto coll'inventore. Essa concede cioè all'inventore il monopolio dell'invenzione per un breve tempo, e ritrae due compensi: 1) la pubblicazione dell'invenzione, che va ad accrescere il patrimonio intellettuale di tutti; 2) il miglioramento, o perfezionamento ulteriore dell'invenzione e la sua

effettiva introduzione nell'industria protetta dallo stesso inventore che, eccitato dalla promessa di guadagno, continua a lavorare attorno alla sua opera.

Di questi compensi il secondo deve venire da sé alla Società, naturalmente, per forza degli interessi messi in giuoco; il primo no.

Perchè di un'invenzione, come di qualsiasi altra produzione intellettuale, si possa dire che è effettivamente pubblicata, cioè acquisita al patrimonio intellettuale sociale, non basta che di essa se ne abbia una copia al Ministero, e che questa sia tenuta a disposizione di chi desidera esaminarla ed averne una trascrizione. Credere una cosa simile è un'ingenuità, tanto più se, come succede ancora in Italia, per prendere copia di un brevetto bisogna farne domanda in carta bollata, e parimenti su carta bollata far trascrivere descrizione e disegni!

Tutti sappiamo con quanta fatica, con quanto lavoro si conquista il sapere, anche da coloro che sono più favoriti dalla natura per doti intellettuali. E lo sappiamo tanto che ogni giorno, per nobili iniziative pubbliche e private, vediamo inaugurarsi scuole, università popolari, associazioni scientifiche e letterarie, biblioteche, un numero inenotabile infine di istituzioni che hanno questo solo scopo: vincere gli ostacoli che si oppongono alla diffusione del sapere.

Nella letteratura scientifica e tecnica le descrizioni annessi ai brevetti d'invenzione occupano uno dei posti più importanti. E fra loro che si trovano segnate le prime notizie relative alla soluzione dei problemi attorno a cui si afflitta la mente umana in tutte le nazioni. Di esse si alimenta il sapere non solo, ma sopra di esse si fonda coloro che con nuovi sforzi segneranno pel progresso nuovi trionfi.

E quindi supremo dovere, e diciamo anche supremo interesse della Società, di fare quanto è possibile perchè lo studio di tali descrizioni sia facilitato al massimo grado, che la loro diffusione sia favorita con tutti i mezzi, che infine esse vengano considerate dallo stesso punto di vista elevato con cui si considerano tutte le produzioni intellettuali per la cui diffusione e popolarizzazione si creano biblioteche, scuole, accademie.

La pubblicazione di esse per fascicoli separati e la loro messa in commercio a prezzi moderati accessibili a tutti, s'impongono quindi ad evidenza, anche semplicemente in considerazione del beneficio che ne deriverebbe alla coltura generale del paese. E vero che nella massa enorme di queste descrizioni, poche, pochissime anzi, saranno quelle degne veramente di esser lette o studiate, ma è questa appunto una ragione di più per metterle tutte in una forma facilmente ed economicamente accessibile, classificandole e catalogandole opportunamente affinché lo studioso possa esaminarne molte e fare quella razionale cerchia che è necessaria per i suoi studi. Così che, come sappiamo, è assolutamente impossibile nelle condizioni attuali, perchè l'esame di una anche limitatissima categoria di invenzioni, tra spese di copiatura, onorari d'agenti e carta bollata impiegata, richiede una tale somma di denaro da far arretrare il meglio intenzionato.



Ma non è solo da questo punto di vista che la cosa deve essere considerata, bensì e con non minor attenzione, anche tenendo presente l'interesse dell'inventore.

L'inventore è senza dubbio fra quelli che maggiormente contribuiscono allo sviluppo di una nazione, e tutti gli Stati civili hanno compreso che la protezione dell'inventore equivale alla tutela dell'incremento nazionale, così lo comprese l'Italia nel 1855, quando, dopo molte altre nazioni, promulgò la legge per la tutela delle invenzioni, e così dovrebbe comprenderlo ancora oggi e cercare che l'applicazione pratica della legge dia all'inventore tutto quel beneficio che lo spirito della legge stessa vorrebbe.

L'inventore, che si accinge a domandare un brevetto, si trova sempre di fronte al dubbio che ciò che egli crede sua invenzione sia già stato da altri scoperto e brevettato. E tale situazione è grave di conseguenza perchè se l'inventore erroneamente reclama per sé una invenzione già brevettata da altri, inizia una serie di spese inutili, spese di brevetto e spese di attuazione dell'invenzione, che possono salire a cifre elevate, e ciò che è peggio si mette in una posizione difficile, poiché l'inventore brevettato che lo precedette, potrà non solo fermarlo nel suo lavoro, ma ancora reclamare indennizzi. Di qui una sfiducia nei brevetti, che contrasta fortemente col loro sviluppo e col raggiungimento dei benefici effetti, che da essi è lecito attendersi.

Anche l'industriale in genere trovandosi in analoghe situazioni, poiché ogni qualvolta si presenta per esso la convenienza di dedicarsi ad una lavorazione nuova, esita davanti al timore, che tale lavorazione possa essere brevettata da altri ed al rischio conseguente di dovervi esporre al risarcimento di danni quale contraffattore. Esitazione che si traduce in un rallentamento dello sviluppo industriale del paese.

Rimedio a ciò sarebbe, come si è già accennato, la pubblicazione e la diffusione delle descrizioni delle invenzioni brevettate. Tale pubblicazione si faceva una volta in Italia per bollettini, che contenevano brevetti rilasciati in dati periodi di tempo, poi si cominciò a ridurli ad estratti delle descrizioni, e finalmente la improvvisa legge del 4 agosto 1894, dettata da uno spirito di mal intesa economia, la pubblicazione venne interamente soppressa.

Ma non sarebbe difficile ritornare all'antico colla sola variante di pubblicare le invenzioni per fascicoli separati, sistema seguito all'estero e che evidentemente meglio si presta al raggiungimento dello scopo per cui tale pubblicazione ha luogo. Non occorrerebbe neanche inquietarsi i più rigidi difensori del bilancio nazionale, poiché un leggero aumento delle tasse di annualità per gli ultimi anni di vita dei brevetti, per esempio a partire dalla quarta, compenserebbe facilmente le nuove spese; tali tasse essendo certo suscettibili di aumento senza inconvenienti. Basta confrontare la progressione delle poste annualità con quelle recentemente adottate in Austria, Russia e Ungheria, e con quelle più antiche di Germania e Gran Bretagna per persuadersene.

A questa riforma sarebbe degna compagna quella che togliesse l'ufficio dei brevetti dalla immediata direzione del Ministero di agricoltura, industria e commercio, per restituirlo ad un Istituto tecnico superiore. Come già accen-

nava il signor \*\*\*, l'Istituto meglio indicato a ciò sarebbe forse il R. Museo Industriale di Torino, il quale dev'essere per suo programma il centro delle informazioni, degli studi e delle ricerche relative all'industria, sia che provengano dal Governo o dai privati per tutta l'Italia. Come può sviluppare il Museo un tale programma, se esso stesso, come ora succede, non è in grado di sapere che cosa si fa agli avamposti dell'industria, quale il contenuto delle ultime invenzioni brevettate?

Prendendo del resto dalle considerazioni che consiglierebbero in modo particolare la scelta del Museo Industriale, rimane pur sempre certo che l'annessione dell'ufficio dei brevetti ad un Istituto tecnico-scientifico superiore, è cosa di interesse tanto per l'insegnamento e per la diffusione della cultura industriale, quanto per il miglior funzionamento dello stesso Istituto dei brevetti d'invenzione.

Un Istituto tecnico-scientifico è, per natura sua, e lo sarà sempre più, frequentato da professori, da studiosi, da industriali, da professionisti. Queste persone, use a valersi dei mezzi che loro offre l'Istituto, quali collezioni di libri, di giornali, di strumenti, di disegni, ecc., sono precisamente quelle che hanno maggior tendenza, maggiori opportunità di valersi anche delle collezioni dei brevetti per i loro lavori e studi. Per questo fatto solo viene già assicurata una migliore utilizzazione di tali collezioni, un miglior rendimento, direi quasi, delle spese che per esse si fanno. Occorre notare, a questo proposito, che l'ufficio dei brevetti, senza spesa e per semplice scambio, può ricevere regolarmente, appena rilasciate le descrizioni di brevetti esteri, per esempio, quelle di Germania, degli Stati Uniti, della Francia, ecc., e per tale mezzo possedere una raccolta completa contenente quanto si fa nel mondo civile in fatto di invenzioni; raccolta eminentemente utile per coloro che esercitano professioni industriali attinenti ai brevetti.

Così, poi, da canto loro, si troveranno molto favoriti dall'essere la collezione annessa ad un Istituto tecnico-scientifico, poiché potranno procurarsi nello stesso locale gli altri elementi che sono sempre indispensabili per qualsiasi ricerca in materia di brevetti, e cioè libri scientifici, sentiti di lezioni, raccolte di periodici, di disegni, ecc., che trovandosi abitualmente annessi a tali Istituti sotto forma di abbonamenti e comode biblioteche.

E non si dimentichi il non indifferente benefico effetto che deriverebbe dal contatto reso più frequente e dal conseguente scambio di idee fra i cultori della scienza, la cui vita si svolge nell'Istituto, ed i professionisti ed industriali che più attivamente ricorrerebbero ad esso per le loro ricerche ed i loro lavori. Ed a questo proposito non è fuor di luogo rammentare che precisamente alla maggior fusione degli elementi teorici e degli elementi pratici molti Stati esteri devono la loro grandezza e la loro potenza industriale.

Le ragioni che consigliano la accennata riforma nell'amministrazione dei brevetti sono, come si vede, molte, complesse e d'ordine elevato, e la loro trattazione potrebbe svilupparsi ben oltre i modesti limiti del presente articolo, che volle darne un solo cenno sommario. Altri spero verra portarli il suo contributo, in modo che per l'azione collettiva di tutti coloro cui sta a

cuore il successo di tali riforme si possa passare dal campo dei voti a quello dell'attuazione.

Del resto la questione è di quelle che si possono dire passate in giudicate. La maggior parte degli Stati civili l'ha risolta nel senso qui patrocinato, e quelli che non l'hanno fatto, si può dire che stanno facendolo. La legge recata dal Governo francese decretò ultimamente la pubblicazione dei brevetti per fascicoli separati e l'annessione dell'Ufficio dei brevetti al Conservatorio di arti e mestieri — istituto analogo al nostro Museo — e, si può dire, la sintesi e la conclusione di tutto quanto si disse e scrisse in Francia per anni ed anni sull'argomento.

Il Governo francese fece tale riforma dietro sollecitazioni di Associazioni ed Enti morali, i quali insistettero seppero reclamarla mettendone in luce i grandi vantaggi. La stessa cosa dovrebbe avvenire in Italia, poiché è difficile che il Governo d'iniziativa propria possa rivolgere il pensiero a tale questione: sarebbe quindi desiderabile che Associazioni scientifiche e tecniche promovessero discussioni in proposito e formularono voti.

Verso il prossimo settembre avrà luogo in Torino l'Assemblea generale della « Association Internationale de la Propriété Industrielle », che già ebbe gran parte nel provocare l'analoga riforma in Francia, e speriamo che essa trovi modo di occuparsene nelle sue sedute.

Ed altrettanto, se non più utilmente, potrebbe occuparsene il Congresso degli Istituti industriali e commerciali che avrà luogo verso la stessa epoca presso il Museo Industriale di Torino. Dato l'interesse che l'argomento presenta, considerata la sua relazione colla coltura generale del paese e coll'istruimento, difficilmente esso potrebbe trovare una sede più opportuna per una proficua discussione. D'altra parte l'autorità di una tale raccolta di dotte persone, convocate da tutte le parti d'Italia, non mancherebbe di esercitare presso i nostri legislatori la più salutare influenza a favore della desiderata riforma.

Entusiasmo per tutti ad occuparsene dovrebbe essere il pensiero che, per fare una cosa veramente buona, occorrerebbe questa volta ben poco davvero: un poco di buona volontà da parte del Governo. Un semplice decreto può determinare l'annessione dell'Ufficio brevetti a quell'Istituto, che sembra meglio indicato. Per la pubblicazione delle descrizioni e l'eventuale aumento nella progressione delle tasse annuali potrebbe provvedere una legge, anche più semplice di quella 4 agosto 1894 di infelice memoria, la quale passerebbe alle Camere ugualmente inosservata. Però farebbe onore ai suoi proponenti, altrettanto quanto la consorella fece loro torto.

Ing. MARIO CAPUCCO.

## RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

### BIBLIOGRAFIA.

D'AGUIRE FRANCESCO. — *Della fondazione e ristabilimento degli studi generali in Torino*, 1715. — Opera inedita pubblicata a cura del Municipio di Salemi dall'on. Ignazio Lampiasi, deputato al Parlamento. Palermo, a Giannitrapani — 1901.

Alla fine della guerra di successione di Spagna, la Sicilia (1713) passò a Vittorio Amedeo II di Savoia che ne ebbe il titolo di Re. Tornando in Piemonte dopo la incoronazione, egli condusse seco una pleiade di illustri siciliani, fra i quali sono da ricordare il Pensatore di Palermo, l'Ossario di Trapani, il Iuvare di Messina ed il D'Aguirre di Salemi.

A questo ultimo, che insignì del nobile titolo di conte e che procedette a suo consigliere, quel Re sapiente e generoso affidò l'incarico di riformare la Università di Torino.

Egli infatti, detto e mise in pratica tali riforme che Napoleone I, dopo un secolo, le adottò, siccome riferisce il Vallanti, per applicarle all'Università di Francia.

Onde il deputato Filippo Cordova, nella seduta del 10 dicembre 1853, parlando di Salemi alla Camera, ebbe a dire: « che se Napoleone I fosse passato innanzi a Salemi, si sarebbe tolto il cappello in riverenza della patria di Francesco D'Aguirre ». Le sue riforme in quel tempo, ispirate a sensi liberi e civili, secolarizzano le scuole universitarie, che erano allora sotto il dominio dei gesuiti.

Ma il D'Aguirre pagò assai caro il suo coraggio, poiché fu esiliato dal Piemonte, ed andò a morire in Austria, dopo che la prepotenza della Corte romana e dei gesuiti prese il sopravvento.

Il dottore Ignazio Lampiasi, deputato dal 1892 dello storico collegio di Calatanisole, intendendo che il D'Aguirre dovette lasciare tracce luminose della sua opera in Piemonte, si diede a diligenti ricerche, finché rinvenne nella Biblioteca Nazionale di Torino il prezioso manoscritto, che ora per la prima volta vede la luce a cura del Municipio di Salemi e dedicato ad Umberto di Savoia-Aosta, primo conte di Salemi.

ROGBOX PIETRO, professore di Banco nella R. Scuola Superiore di Commercio di Bari. — *Studi antichi e moderni intorno alla tecnica dei commerci*. — Discorso inaugurale dell'anno accademico. Bari, Avellino e C., 1901-1902.

L'A. prendendo le mosse dall'epoca gloriosa, in cui all'Italia spettava il primato commerciale nel mondo, ha presentato un quadro storico molto ben fatto e molto interessante della letteratura antica e moderna della tecnica dei commerci.

Il discorso termina con una osservazione molto giusta e che dovrebbe essere sempre ricordata da chi si occupa di studi applicati.

8 — LA RIVISTA TECNICA.



« La teoria, dice il prof. Rigobon, senza la pratica è albero senza frutto, ma la pratica a sua volta è frutto infocando, se non è nutrita dal succo vigoroso offerto dalla scienza ».

VERROTTI ing. IONAZIO. — *L'industria italiana delle macchine ed apparecchi elettrici.* — Torino, Camilla e Bertolero — 1902.

Con questo studio, compilato con molta cura e molta spassionatazza, il nostro amico e collega ha voluto presentare ai lettori del periodico: *L'ingegneria civile e le arti industriali*, lo stato reale della industria elettrotecnica italiana per cancellare la penosa impressione che era rimasta in molti dopo la visita della Esposizione internazionale di Parigi, dove per diverse ragioni il concorso dei costruttori elettrotecnici italiani fu tanto meschino.

La rivista, come dianzi ho accennato, è scritta molto bene e redatta con molta accuratezza, e tratto tratto vi si trovano alcune osservazioni critiche appropriate, nelle quali si rivela lo spirito acuto ed intelligente del nostro collega, il quale termina la sua recensione constatando la notevole attività italiana nell'industria costruttiva delle macchine ed apparecchi elettrici ed augurandosi che presto si possa da noi provvedere alle esigenze del nostro mercato.

È solo col lavoro serio, spassionato, onesto che si può conquistare quella riputazione industriale, la quale mantenendosi imperterrita dinanzi all'incessante progresso degli altri, ci renderà indipendenti dalle case costruttrici straniere, anche in quelle produzioni, oggi meno sviluppate, in cui abbiamo tutte le qualità necessarie per emergere.

Il bibliotecario.

## BOLLETTINI

S. M. il Re al R. Museo Industriale Italiano. — Nella sua permanenza a Torino in occasione della apertura della Mostra Internazionale d'Arte Moderna e della inaugurazione del monumento al Duca Amedeo, S. M. il Re si è degnato di concedere l'alto onore di una sua visita al R. Museo Industriale Italiano.

Erano a ricevere S. M. il Re il Presidente della Giunta Direttiva on. Frola, i membri della Giunta on. Casana, sindaco di Torino, onorevole Rossi, comm. prof. Fasella, cav. Rogoone, il Direttore del Regio Museo cav. ing. Maffiotti, i prof. Rotondi, Bottiglia, Bonelli, Ferraris, Artom, gli assistenti dott. Testa, ing. Bonini, ing. Verrotti, dott. Lombard, ing. Magrini, dott. Ceresa, dott. Scavia, ing. Lignana, il Segretario capo prof. Bachi, il segretario economo rag. Durando.

S. M. il Re, accompagnato dai generali Brusati e Serafini e dal capitano aiutante di campo di servizio, incominciò la sua visita entrando dal portone di via Cavour ed attraversando i locali destinati alla sezione di elettrotecnica, dove assistette con interesse ad alcuni esperimenti di telegrafia senza fili del prof. Artom.

In questa sezione ebbero l'onore di fornire indicazioni a S. M. estante al prof. Artom il prof. Ferraris e l'ing. Verrotti.

Salito al piano superiore il Sovrano percorse i nuovi locali destinati alle scuole di disegno e per le lezioni orali della sezione di meccanica ed una parte delle collezioni, sulle quali fornì le richieste spiegazioni l'ing. Bonini.

Dicese quindi nei locali destinati al Gabinetto di Assaggio per le carte e materie affini, nella visita del quale venne guidato dal dottore Scavia specialmente addetto al laboratorio medesimo.

Attraversati i locali centrali del piano terreno, dove si trovano la sala delle adunanze, della Giunta Direttiva, il Gabinetto del Presidente e gli uffici di Direzione, S. M. si recò per ultimo nel laboratorio di Chimica tecnologica, dove il prof. Rotondi ed il dottore Testa, primo assistente, risposero alle domande di S. M. intorno alla destinazione dei vari locali ed all'uso dei vari apparecchi.

Il giovane Sovrano ad dimostrò più volte la sua alta soddisfazione nel visitare un istituto del quale aveva sentito sempre parlare molto

bene, ma che non ritenesse la importanza che era lieto di poter constatare di persona.

Durante la visita richiese minuziosamente e con grande interesse notizie sulla organizzazione economica del R. Museo, sulle sue risorse finanziarie, sugli insegnamenti che si impartiscono, e sopra i lavori e le ricerche che si compiono nei gabinetti e laboratori dei vari reparti, notizie che gli furono esaurientemente fornite dal Presidente on. Frola.

Terminato il giro nei congedarsi volle personalmente stringere la mano a tutti coloro che lo avevano accompagnato nella visita e con il Presidente on. Frola, con i membri della Giunta, col Direttore, col ingegnere Bonelli, autore del progetto di costruzione, si rallegrò ripetutamente della buona disposizione dei nuovi locali, pieni di aria e di luce, della appropriata loro distribuzione e ripartizione nei vari laboratori, gabinetti, scuole in cui si divide il R. Museo Industriale, il quale, per la complessità e molteplicità delle mansioni scientifiche e didattiche che è chiamato a compiere, per l'importanza e la ricchezza dei suoi laboratori può dirsi il primo d'Italia e tale da costituire una vera *Università Industriale*.

Il sincero elogio del supremo capo dello Stato fu certamente la più bella ricompensa che potesse toccare in sorte alla Presidenza, ai membri della Giunta, che tante cure dedicano all'Istituto, ed a tutti quanti con essi collaborano all'ulteriore sviluppo del R. Museo Industriale, e saranno il più grande ed il più proficuo incitamento perchè essi intendano sempre a cose migliori.

Dopo di quella sovrana il R. Museo venne ancora onorato delle visite di S. E. il Ministro della Pubblica Istruzione on. Nasi e di S. E. il Sottosegretario di Stato per le Poste e Telegrafi on. Squitti, che dimostrarono un vivo interessamento e chiesero dettagliate notizie sulla organizzazione del R. Museo, sulla funzione dei vari suoi laboratori e gabinetti, ed ebbero parole di vivo elogio per la ricchezza del materiale messo a disposizione degli studiosi, per l'ordine e la proprietà, la buona organizzazione dei vari reparti e la studiata distribuzione dei locali.

**L'inaugurazione del monumento a Galileo Ferraris a Livorno (Piemonte).** — Domenica, 18 maggio, venne inaugurato in Livorno Piemonte il monumento che i conterranei vollero eretto alla memoria del sommo fisico e del grande elettrotecnico. Il Prefetto della Provincia di Novara rappresentava alla cerimonia S. M. il Re, il marchese Boydì Patìgari, S. A. R. il Duca di Genova, il sotto-

segretario per il Ministero delle Poste e Telegrafi onorevole Squitti, il Governo, il senatore Frola, presidente del R. Museo Industriale Italiano, il Ministro di agricoltura, industria e commercio, l'on. Casana la città di Torino; vi erano inoltre le rappresentanze del Senato e della Camera dei deputati, della città di Vercelli, e di molti altri Comuni vicini.

Dei corpi ed Istituti scientifici avevano mandato rappresentanze la R. Accademia dei Lincei, la R. Accademia di Torino e di Napoli, il Politecnico di Milano, l'Università e la R. Scuola di applicazione di Torino, la R. Scuola di applicazione di Napoli e molti altri Istituti.

Del R. Museo Industriale, oltre che il presidente on. Frola, erano presenti il direttore ing. G. B. Maffiotti, i professori Grassi, Thovez, Bottiglia, Ferraris, Artom, gli ingegneri Decugis, Bonini, Verrotti, Lignana, il dott. Scavia e quasi tutto il personale secondario con la bandiera della propria Società di M. S.

Lesse il discorso inaugurale l'ing. Arnò, uno dei discepoli più cari al maestro ed attualmente professore di elettrotecnica a Milano, il quale dopo aver ricordato la maggior parte degli studi e la operosità grande di tutta la vita di Galileo Ferraris, spiegò nella sua assenza in maniera facile e piana la grande scoperta del campo rotante e le importanti applicazioni pratiche che da tale principio scientifico si possono derivare. Terminò ricordando l'amore di Galileo Ferraris alla sua terra nata e con una riancitissima evocazione all'anima del grande maestro.

Al banchetto, tenutosi nel cortile delle scuole, parlarono il sindaco di Livorno, ringraziando tutti gli intervenuti, il senatore Faldella, l'avv. Fracassi, deputato del collegio, l'on. Squitti, l'on. Casana in nome della città di Torino, l'on. Frola per il Museo Industriale, l'on. Colombo per il Politecnico di Milano, il prof. Grassi per l'Accademia dei Lincei.

L'on. Frola, nella sua qualità di Presidente del R. Museo Industriale Italiano, rendendo omaggio al grande pensatore e scienziato, del quale tanta luce e tanta risonanza effuse sull'Istituto, ricordò come per sua iniziativa il Governo, con R. Decreto in data 8 dicembre 1897, concesse alla Scuola e Laboratorio di Elettrotecnica, fondato da quel grande, e che attualmente merca l'attiva operosità dei suoi degni successori può dirsi una delle migliori d'Europa, di portare il titolo di Scuola e Laboratorio di Elettrotecnica Galileo Ferraris.

Rammentò ancora che nel prossimo settembre Torino, anziché il Museo Industriale coadiuvato da un Comitato internazionale del quale fanno parte i maggiori elettricisti di tutto il mondo, si appresta pure ad innalzare un monumento alla memoria di Galileo Ferraris.



E come Livorno Piemonte, con gentile affetto di madre volle ricreato ai venturi il cittadino, che onorò la terra natale, con una cerimonia che rivestì il carattere di una affettuosa dimostrazione famigliare, così Torino ed il Museo industriale si preparano ad eternare nel bronzo l'effigie dello scienziato, del matematico illustre, dell'inventore geniale nella città e nell'Istituto dove egli ebbe campo di studiare ed apprendere le discipline che lo fecero grande.

#### ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO.

**Riassunto delle deliberazioni prese dalla Giunta direttiva del Regio Museo Industriale Italiano nella seduta del 31 maggio 1902.** — *Presidente* sen. Fida — *presenti* i membri: Abrate, Casana, Passola, Maffiotti, Pescetto, Rossi, Visconti.

**SCUOLA L'ASSENZA I MEMBRI ALLASIA, COSSA, RIGNONE** — *Segretario*: Bachl.  
Il Presidente informa la Giunta che S. M. il Re si compiace di visitare il Museo e di esprimere la sua alta soddisfazione per lo sviluppo preso da questo Istituto, e che il Museo venne visitato pare dalle LL. EE. gli onorevoli Nasi e Squilli.

Informa che alcuni professori ed assistenti hanno tenuto conferenze su importanti argomenti di applicazione industriale e che altre saranno tenute in seguito.  
La Giunta delibera di insistere presso il Ministero onde sia concesso che il Regio Museo sia sede degli esami per il conferimento della patente di abilitazione all'ingegnerato artistico industriale.

Prende atto di una proposta fatta dall'Amministrazione municipale circa il riordinamento del Corso di strumentazione industriale. Approva lo schema di regolamento didattico; approva il bilancio preventivo per l'esercizio 1902-03, nel quale è previsto l'impianto del laboratorio di macchine termiche, del laboratorio di macchine utensili, e l'ampliamento del laboratorio di elettrochimica.

Prende infine varii provvedimenti di ordine interno.

## CONCORSI

### SOCIETÀ ITALIANA PER LE STRADE FERRATE DELLA SICILIA.

**Ammissione di nuovo personale tecnico.** — La Società Italiana per le Strade Ferrate della Sicilia ha stabilito di aprire un concorso per titoli per l'ammissione a sei posti nel ramo tecnico colla qualifica di *Ingegneri allievi provvisori*.

Possono prendere parte a detto concorso tutti gli ingegneri allievi provvisori, che alla data del 1° luglio 1902 non abbiano oltrepassata l'età di 30 anni, esclusa qualsiasi eccezione.

che siano di sana e robusta costituzione fisica, da constatarsi da sanitari designati dall'Amministrazione;

che abbiano tutti gli altri requisiti voluti dal regolamento sul personale sociale, attualmente in vigore.

Gli aspiranti ai suddetti posti dovranno far pervenire alla Direzione Generale, in Palermo, non più tardi del 31 maggio corrente anno, regolare istanza, su carta semplice, corredata dai seguenti documenti:

a) estratto autentico dell'atto di nascita;  
b) fotografia con la firma;  
c) certificato di buona condotta, di data non anteriore ad un mese, rilasciato dall'Autorità municipale del luogo in cui risiede il concorrente;  
d) fedina criminale netta, di data non anteriore ad un mese, rilasciata dal Tribunale civile e correctionale avente giurisdizione nel luogo di nascita;  
e) diploma di ingegnere civile ed industriale, rilasciato da una Scuola di applicazione o da un Istituto tecnico superiore del Regno, o dal Museo industriale in possesso del diploma si accetterà il corso nell'anno non fossero ancora formalmente rilasciato dall'Istituto presso cui furono ultimati gli studi;

f) specificazione degli Istituti e Scuole presso i quali l'aspirante percorse gli studi stessi;

g) attestato speciale degli esami sostenuti presso le Università o presso le Scuole od Istituti sopra indicati;

h) attestati speciali dai quali risulti quali lingue straniere l'aspirante parla e scrive correntemente;

i) certificati della pratica eventualmente fatta;

l) certificati di studi complementari, regolarmente eseguiti, oltre quelli accennati a conseguire la laurea.

Gli aspiranti ex-militari, oltre ai suddetti documenti, dovranno presentare:

1) il congedo militare corredata dal certificato di buona condotta, se trattasi di congedo illimitato.

Gli aspiranti che non furono militari dovranno presentare:

m) il certificato di esito di leva.

Ai documenti sopra indicati, di obbligatoria presentazione, gli aspiranti potranno aggiungere:

n) un esemplare delle opere e memorie eventualmente pubblicate;

o) disegni di costruzione e di macchine, firmati dall'aspirante, con indicazione dell'epoca nella quale furono eseguiti e qualche autenticazione atta a far prova che sono veramente opere di chi li presenta;

p) ogni altro documento che il concorrente credesse produrre a suo favore.

Non potranno prender parte al concorso quegli aspiranti che, essendosi riservati di compiere il volontariato militare dopo compiuti gli studi, dovessero ancora soddisfare a tale obbligo.

Le istanze dovranno essere scritte di pugno del concorrente, il quale, dopo la firma, indicherà chiaramente il proprio domicilio per rendere possibili le comuni-

cazioni che dovessero farglisi e si scriverà lo stesso dei documenti presentati. Non sarà tenuto conto delle istanze o dei documenti che arriveranno a questa Amministrazione coi timbri postali posteriori al 31 maggio corrente anno.

Quelli fra i concorrenti che dalla ispezione dei documenti esibiti risulteranno ammissibili saranno chiamati alla visita sanitaria in Palermo, in ordine di preferenza. A tal scopo saranno muniti di biglietto di viaggio gratuito.

La visita sanitaria eseguita per conto dell'Amministrazione ferroviaria sarà inappellabile.

I sei aspiranti che dall'esame dei titoli riusciranno i primi della graduatoria verranno assunti, immediatamente, in servizio con la retribuizione giornaliera di lire cinque, che rimarrà invariata per tutto il tempo in cui, a tenore del regolamento sociale anzidetto, durerà il periodo di prova che precede la nomina definitiva: non per meno di un anno.

L'Amministrazione si riserva di chiamare in servizio, assegnandoli al personale straordinario addetto alle costruzioni, i migliori che dalla graduatoria di merito risulteranno classificati dopo i primi sei, secondo i bisogni che, progressivamente, si manifesteranno ed alle condizioni che saranno comunicate agli aspiranti stessi. Si preceggono, poi, gli aspiranti che non si terrà alcun conto delle domande d'impiego che fossero già state presentate all'Amministrazione.

Palermo, maggio 1902.

La Direzione Generale.

## R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO IN TORINO

### AVVISO DI CONCORSO

a un posto di assistente volontario per il Laboratorio di chimica tecnologica.

A termini dell'art. 8 del Regolamento approvato con R. Decreto 8 giugno 1896, n. CCXXIV (parte suppl.) e del Regolamento interno per gli assistenti del R. Museo Industriale Italiano, approvato dal Ministero di agricoltura, industria e commercio con nota del 9 maggio 1898, n. 5025.

Vista la deliberazione presa dalla Giunta direttiva del R. Museo nella seduta del 31 maggio 1902, e la nota del Ministero sottoscritto in data 14 giugno 1902, n. 10458.

È aperto presso questo R. Museo il concorso per titoli a un posto di assistente volontario per il Laboratorio di chimica tecnologica.

Al concorso sono ammessi i *dottori in chimica* e gli *ingegneri industriali*. Le domande devono essere presentate alla Direzione del Museo Industriale Italiano in Torino entro il giorno 31 agosto p. e. restate su carta da bollo da lire 0,60 ed essere corredate:

- dei titoli posseduti, fra cui il certificato delle votazioni riportate negli esami speciali e nell'esame di laurea;
- dalla fedina penale di data non anteriore a quattro mesi;
- dal certificato di sana e robusta costituzione;
- dal certificato di nascita dal quale risulti che l'aspirante è di età non superiore ad anni trenta.

Torino, 23 giugno 1902.

Il Presidente  
S. FROLA.

ADAMSO PAOLO, *Gerente responsabile*.

Torino — Tip. Roux e Viarengo.

LA RIVISTA TECNICA rende conto di tutte le opere italiane e straniere che le perverranno, sia dagli autori, che dagli editori ed accetta il cambio con le raccolte ed i giornali scientifici e tecnologici.

TORINO — ROUX e VIARENGO, Editori — TORINO

È pubblicata in 3<sup>a</sup> edizione.

ING. G. VOTTERO

## Manuale del fuochista e macchinista

AD USO

della scuola tecnica operaia di S. Carlo e degli allievi conduttori di caldaie e macchinari a vapore.

Primo ed. in Belgio e ripreso all'incirca in base del 1903

1 vol. in-12 con 18 tavole e 61 figure L. 2.

### Le mois scientifique et industriel

Revue instructive et d'information.

Prezzo d'abbonamento

Francia e Belgio Estero

anno fr. 20 — anno fr. 26

Ann. e 23 Boulevard des Batignolles 1. Paris.

Red.: 83 Boulevard des Batignolles 1. Paris.

### Il Politecnico

Rivista mensile

Giornale dell'Ingegnere, Architetto, Civile ed Industriale

Prezzo d'abbonamento

Italia Unione postale Altri paesi

anno L. 24 — anno L. 30 — anno L. 45

Amministr. Piazza S. Gerardo 3, Milano.

### L'ingegneria civile e le Arti Industriali

Periodico tecnico quindicimale.

Prezzo d'abbonamento

Italia anno L. 20 — Estero anno L. 23

### L'ingegnere igienista

Rivista quindicimale di ingegneria sanitaria.

Prezzo d'abbonamento

Italia anno L. 12 — Estero anno L. 15

Direz. ed. Ann. - Via Induno, 37 - Torino

### Rivista di Artiglieria e Genio

Pubblicazione mensile.

Prezzo d'abbonamento

Italia anno L. 24 — Estero anno L. 30

Direzione - Via Artelli, 16 - Roma.

### L'Eclair des Mines et de la Métallurgie

Journal Bimensuel.

Prezzo d'abbonamento

Parigi Départements Etranger

anno fr. 28 — anno fr. 38

Ann. Belges - 30 Rue Brunel - Paris.

### Giornale del Mugugno

Pubblicazione mensile.

Prezzo d'abbonamento

Italia anno L. 8 — Unione Postale anno L. 10.

Red. ed. Ann. - Piazza S. Gerardo 3, Milano.

### L'Industria

Rivista Tecnica ed Economica Illustrata

Pubblicazione settimanale.

Prezzo d'abbonamento

Italia anno L. 20 — Estero anno L. 28

Red. ed. Ann. - Palazzo Cordusio 2 - Milano.

### Revue du Travail

publiée par l'Union des Travailleurs Belges.

Parait tous les mois.

Abonnement

Belgique 2 fr. — Unione postale 4 fr.

Bruxelles - Rue de la Liberté, 21.

### Russkaja Minneraria

« delle

Industrie Mineralurgiche e Metallurgiche

Si pubblica il 1-11-21 di ciascun mese.

Prezzo d'abbonamento

Italia anno L. 20 — Estero anno L. 30

Direz. ed. Ann. - Galvani, via S. Torino.



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 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 questo lavoro 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'Elettrotecnica*).

•• Prezzo: Lire 15 ••

Ing. G. MARTORELLI

## Le macchine a vapore marine

1 volume di oltre 500 pagine illustrate da 500 disegni e da 80 tavole.

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

Bella cosa davvero che a pochi anni di distanza s'opera che in commercio vale venti lire, abbia una seconda edizione. — Il caso prova l'autore e aiuta 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 mancavamo di un trattato sulle macchine, composto in italiano, e gli studiosi ricorrevano all'opera del Senner, che Nabore Soliani, compagno del Martorelli, aveva tradotto dall'originale inglese per ordine del Re, allora ministro.

JACK LA BOLINA.

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 dimostrare quali progressi abbiano fatto gli studi di ingegneria navale presso di noi. Il valore scientifico del testo, la quantità straordinaria delle figure ottimamente disegnate, e riprodotte fedelmente, cioè l'opera di una importanza e di una utilità eccezionale per coloro che si occupano di studi e di costruzioni navali.

•• Sarà pubblicato entro l'anno 1902 ••

FASCICOLO 7.

Luglio 1902.

ANNO II.

# 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

Publicazione mensile illustrata



AVVERTENZA.

### I. Memorie.

RICERCHE SULLE PROPRIETÀ ELETTRICHE DEL DIAMANTE . . . . . ING. A. ARZUM  
LE PERFORATRICI ELETTRICHE . . . . . ING. L. MONTELLI

### II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

DI UN NUOVO DINAMOMETRO PER MISURARE LA RESISTENZA DELLA CARTA ALLA PERFORAZIONE . . . . . DOT. M. SCAVIA  
IL MOTORE TERMICO DIESEL, MODELLO 1901 . . . . . ING. E. MARDINI  
LE FERROVIE SOTTERRANEE ELETTRICHE NELLE GRANDI CITTÀ . . . . . ING. E. MARDINI

SEMINARIO INTERNAZIONALE DI TORINO — LE AUTOMOBILI ELETTRICHE KILÉBER . . . . . ING. I. VERONETTI  
NOTIZIE INDUSTRIALI.

### III. L'insegnamento industriale.

IL CONGRESSO DEGLI ISTITUTI INDUSTRIALI E COMMERCIALI

### IV. Rassegna bibliografica.

### V. Bollettini.

ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO.  
CONCORSI.

Editori ROUX e VIARENGO, Torino

DIREZIONE  
presso il Museo Industriale Italiano  
Via Ossola 21 — Torino

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