

TORINO — ROUX e VIARENGO, Editori — TORINO

GALILEO FERRARIS

# ELETTROTECNICA

1 volume di oltre 450 pagine con molte incisioni.

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

(Dalla Rivista *L'Elettricista*).

Prezzo: Lire 15.

❖ Il secondo volume dell'opera è in preparazione ❖

Ing. G. MARTORELLI

## Le macchine a vapore marine

1 volume di circa 600 pagine illustrato da 500 disegni e da 85 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 contra l'autore o anche il paese; si dichiara il valore dell'opera dimostra anche come le macchine marine incominciano a studiare a casa nostra.

Prima dell'opera del Martorelli sussistevano di un trattato sulle macchine, composto in italiano, e gli studiosi ricorrevano all'opera del Semet, che Nabore Soliani, compagno del Martorelli, aveva tradotta 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 o 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 attinamente disegnate e riprodotte rendono quest'opera di una importanza e di una utilità eccezionali per coloro che si occupano di studi e di costruzioni navali.

❖ Sarà pubblicato nel primo semestre 1901 ❖

FASCICOLO 3-4.

Marzo-Aprile 1901.

Anno I.

# LA RIVISTA TECNICA

DELLE SCIENZE, DELLE ARTI APPLICATE ALL'INDUSTRIA

E DELL'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

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

Pubblicazione mensile illustrata

### I. Memorie.

SU ALCUNE PROPRIETÀ DELLE CORRENTI ALTERNATE

Prof. G. CRASO

I FONDAMENTI SCIENTIFICI DELL'ELETTROCHIMICA

Prof. E. STRANO

GLI INGRANAGGI

Ing. M. FERRERO

DISPERSSIONE E CONCATENAMENTO DEI FLUSSI MAGNETICI IN UNA

COPIA DI CIRCUITI DI CORRENTI

Doc. A. E. ROSSI

I MOTORI A GAS-POMPO NELLE STAZIONI CENTRALI ELETTRICHE

Ing. I. VERGOTTI

### II. Rassegne tecniche e notizie industriali.

I MEZZI TECNICI PER PREVENIRE GLI INFORTUNI SUL LAVORO

NELLE INDUSTRIE

Ing. E. MAGNINI

UN'INCHIESTA AMERICANA SULLE INDUSTRIE MUNICIPALI

Prof. R. BACCI

NOTIZIE INDUSTRIALI

### III. L'insegnamento industriale.

L'INSEGNAMENTO DEL DISEGNO DI MACCHINE NELLE SCUOLE D'ARTI

E MESTIERI E NELLE SCUOLE INDUSTRIALI

Prof. S. CARON

IL NUOVO CORSO SUPERIORE ED IL LABORATORIO DI ELETTROCHIMICA DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO

Prof. E. STRANO

### IV. Rassegna bibliografica.

BIBLIOGRAFIA

P. S.

REPERTORIO DELLA LETTERATURA TECNICA PERIODICA

Ing. G. V.

### V. Bollettini.

R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO

Deliberazioni della Giunta Diretrice — Notizie — Comunicazioni.

CONCORSI

Editori ROUX e VIARENGO, Torino.

DIREZIONE

presso il Museo Industriale Italiano

Via Ospedale 31 — Torino.

AMMINISTRAZIONE

presso gli Editori Roux e Viarengo

Piazza Solferino — 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. 1,35.

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

### COMITATO DI DIREZIONE

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

FARBELLA Ing. FELICE, direttore e professore ordinario emerito della R. Scuola  
Navale superiore di Genova, membro della Giunta direttiva del R. Museo.

PROBERTO Ing. colonnello FEDERICO, direttore dello Stabilimento elettrotecnico  
Ansaldo e Caviglioglio Ligure, membro della Giunta direttiva del Museo.

CAMERANA Ing. ERVINO, ingegnere capo del R. Corpo delle mine, direttore  
reggente del R. Museo.

BONDI Ing. CARLO FEDERICO, segretario.

Per rendere possibile la pubblicazione dei numeri della Rivista puntualmente  
al 15 di ogni mese abbiamo dovuto ritardare il terzo fascicolo e farne una cosa  
voluta con il quarto, di maniera che il presente fascicolo è di 128 pagine.

La compilazione di questo fascicolo doppio ci ha costretti a non rispettare l'ordine  
possibile e ne sono risultate differenze fra il sommario precedentemente annun-  
ciato e quello del presente numero.

Abbiamo così rimandato ad altro momento la pubblicazione della memoria del  
l'ing. Ferrero sulle macchine frigorifere ed abbiamo così per errore annunciate la  
rivista sull'industria chimica all'Esposizione di Parigi del 1900 del prof. Rosendi,  
che, invece, venne pubblicata nell'Annuario del R. Museo Industriale Italiano.

Tutte le queste incosistenze non abbiamo a ripetersi, non pubblicheremo, d'ora in-  
nanti, in ogni numero il sommario di quello successivo, ma daremo, di volta in  
volta, un elenco delle memorie ed articoli che ci pervengono, riservandoci il sta-  
bilire l'ordine con il quale crediamo più opportuno il pubblicarli.

LA REDAZIONE

PROPRIETÀ LETTERARIA.

## SOCIETÀ ITALIANA DI ELETTRICITÀ

già CRUTO

ANONIMA - CAPITALE L. 5.000.000

1, Via Barbaroux - TORINO - Via Barbaroux, 1

Stabilimenti in Alpiquano

## Accumulatori Elettrici

TIPO PLANTÉ (Brevetto Majert)

TIPO FAURE (Brevetto Pescotto)

Batterie Stazionarie

Batterie di Trazione tramviaria e ferroviaria

Batterie per Automobili, per illuminazione Vetture  
per accensione Motori a benzina, ecc.

## Strumenti Industriali di Misure Elettriche

LAMPADIE AD ARCO - ACCESSORI PER IMPIANTI

## Lampade Elettriche

ad Incandescenza

SPECIABILITÀ:

Lampade a consumo ridotto ad alto voltaggio

Ornamentali ed in colore

Cataloghi e Preventivi a Richiesta

Disponibile

# 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 Sacche fine  
d'ogni tinta

## Inchiostri da stampa

VERNICI E PASTA DA RULLI

Casa fondata nel 1780

Fonderia di Caratteri e Fabbrica di Macchine  
**DITTA NEBIGLÒ & C.**

Società in accomandita per Azioni - Capitale L. 2.000.000

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

Studio di incisioni fotomeccaniche  
in zinco e legno

TRICROMIE - CARTELLI RÉCLAME  
IMPIANTI COMPLETI DI TIPOGRAFIE

→ Cataloghi e preventivi a richiesta ←

**MASSAROTTI & BIANCO**

Succ. G. R. DURONI  
TORINO - Via Carlo Alberto, 21-23 - TORINO

**OFFICINA ELETTRO-MECCANICA**

Laboratorio di nichelatura - Trazione elettrica

**Strumenti di Fisica, Chimica, Meteorologia**

Grande assortimento macchine elettriche per applicazioni mediche ed industriali

**Utensili per Laboratorio**

CORREDI PER SAGGI ED ANALISI

Oggetti in vetro - Cristallo - Terra - Porcellana e Gres per Chimica

**Articoli speciali di Amianto - Gomma - Guttaperca**

Manometri - Vamometri - Oliatori - Cinghie

**Tubi vetro ricotti a punta fusa per Caldaie a vapore**

Forniture di articoli tecnici per Stabilimenti industriali

QUADRI INDICATORI - CAMPANELLI ELETTRICI

→ **TELEFONI \* PARAFULMINI** ←

**Ing. Luigi NEGRETTI**

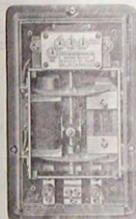
Via dei Mercanti, 18 - TORINO

**Studio Tecnico-Industriale**

**Impianti**

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

Reppresentanza 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

**LAMPADIE 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

Primario Stabilimento Meccanico  
PER LA FABBRICAZIONE SPECIALE  
DI APPARECCHI SANITARI

**Cav. Giovanni Penotti**

Via Lagrange, 22-24 — TORINO — Via Roma, n. 37

con Succursale a MONCALIERI

FORNITORE DELLA RR. CASA

  
Impianti  
e forniture complete  
per Stabilimenti  
Balneo-  
Idroterapici

Costruttore di Pompe Idrauliche  
Studi e progetti per condotte Acque potabili  
Intubazione per Gas a vapore  
Valvole, Saracinesche  
Elevatori Idraulici  
Latrine d'ogni sistema e prezzo  
Lavabo, Bagni e Uoccie  
coi relativi apparecchi per riscaldamento  
Coperture metalliche per edifici  
Grande — Parafulmini  
Oggetti relativi agli usi domestici  
Porcellane — Ghise smaltate

Esposizione Generale Italiana in Torino, 1898

Due Grandi Diplomi d'Onore

(Sezione Igiene).

Gran Medaglia d'Oro | Gran Medaglia d'Oro

per speciale lavorazione dei metalli.

per Gasogeno acetilene.

Ingegneri, Studi tecnici, Industriali richiegono preventivi allo

**Stabilimento Tipografico ROUX e VIARENGO**

Piazza Solferino, 20 — TORINO — Piazza Solferino, 20

per tutti gli stampati che loro possono coörrere.

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

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

Le macchine più perfezionate per la stampa delle incisioni.

Speciale accuratezza nel lavoro — Prezzi mitissimi

ARCHIVIO

DIRITTO INDUSTRIALE

IN RAPPORTO AL DIRITTO PENALE

Violazione delle privilegiate industriali — Contraffazioni  
Reati attinenti al commercio ed alle industrie

PUBBLICAZIONE MENSILE

Direttore: Avv. ABRAMO LEVI

Rivolgersi agli Editori ROUX e VIARENGO — Torino.

**MASSONI & MORONI**

TORINO - MILANO - SCHIO

FORNITORI DEI RR. ARSENALI

346

## *Cinghie per trasmissioni*

marca "Massoni Moroni".

Speciali per dynamo — Insuperabili per grandi trasmissioni

*Guarnizioni per carde di filature da lana e da cotone*

### ONORIFICENZE

1890 - Medaglia d'argento del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.  
1892 - Medaglia d'argento all'Esposizione Italo-Americana di Genova. — 1895 - Medaglia d'argento con diploma: Concorso premi al merito industriale del R. Ministero.  
1898 - Gran diploma d'onore: Esposizione nazionale di Torino. — 1908 - Medaglia speciale del R. Ministero per l'exportazione. — 1909 - Medaglia d'oro: Esposizione internazionale di elettricità di Como.

**FABBRICA NAZIONALE**

DI

**ACCUMULATORI ELETTRICI TUDOR**

GENOVA — Corso Ugo Bassi, 26 — GENOVA

La più grande e rinomata Casa del genere, esistente in 11 Fabbriche in Europa. Da dodici anni si installarono e funzionano in Italia oltre:

220 Batterie a capacità per illuminazione di Città, Stabilimenti, Ville, Treni, ecc. del valore da 1000 a 500,000 lire l'una.

30 Batterie a repulsione per tram, battelli, funicolari, regolazione e distribuzione di forza motrice.

50 Batterie per eccitazione, salditura, areostatica, galvanoplastica ed altri usi.

30 Batterie sostituite ad altri sistemi.

Diplomi d'Onore: TORINO e COMO.

## LA RIVISTA TECNICA

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

### SU ALCUNE PROPRIETÀ DELLE CORRENTI ALTERNATE

(Conferenza tenuta nel R. Museo Industriale)

Le correnti che si impiegano nell'industria, come per illuminazione o trasmissione di energia, per alimentare motori o forni elettrici, si distinguono in *continue* e *alternate*. Le prime sono di intensità costante e sempre nella medesima direzione; le seconde hanno un'intensità continuamente variabile, che cresce da zero ad un valor massimo, per ritornare a zero e cambiar direzione, con una frequenza che è d'ordinario da 30 a 100 alternative al secondo.

Nonostante questo modo di variare, molti effetti della corrente alternata sono simili a quelli della corrente continua, o per lo meno sono simili nel loro insieme, cosicchè in molti casi non sapremmo da tali apparenze distinguere la natura della corrente.

Invece vi sono molti effetti che sono affatto dissimili. E appunto lo studio di queste differenze ci fa conoscere alcuni fenomeni, che o sono sorgenti di feconde applicazioni, o sono interessanti, perchè ci svelano singolari proprietà di ciò che noi chiamiamo corrente elettrica.

Per rivelare la presenza della corrente noi ricorremo a' suoi effetti calorifici e magnetici. A tutti son noti. La lampada ad incandescenza è un filamento di carbone che si riscalda e s'accende al passaggio della corrente. L'azione magnetica la riscontriamo nel campanello elettrico dove la corrente magnetizza un pezzo di ferro, che ne attira un altro, oscillante, attaccato al martelletto della suoneria.

Per vedere questi effetti contemporaneamente, sia colla corrente continua, sia con quella alternata, non ho che a mandare la corrente in una di queste spirali. Mentre si accendono le lampade, che sono in circuito, osservo l'azione della spirale sulla limatura di ferro sparsa su questo foglio di carta, assicurato ad un telaio per tenerlo ben disteso; e noto la disposizione ordinata che assume la limatura.

Ripeto la prova colla corrente alternata e ottengo lo stesso risultato come colla continua.

L'azione magnetica si estende a distanza: e in entrambi i casi, se io introduco nella spirale questo fascio di fili di ferro, m'accorgo che l'azione è assai rinforzata.

Però vi è una differenza. Anzitutto, chi fosse vicino osserverebbe che colla corrente alternata molti minuzoli di ferro, quelli più liberi e isolati, si agitano continuamente, mentre colla corrente continua essi rimangono tutti immobili.

Ma poi se avvicino alla parte superiore del nucleo di ferro una calamita, sospesa ad un filo verticale, vedo che con la corrente continua essa viene fortemente attratta o respinta, secondo che l'uno o l'altro polo è più prossimo alla spirale; colla corrente alternata il magnete non si muove.

Dunque la corrente, continua o alternata, esercita un'azione magnetica in tutto lo spazio circostante; diciamo che produce un *campo magnetico*. Ma il campo della corrente continua ha una direzione fissa, quello della corrente alternata si inverte continuamente, e perciò non esercita azione direttiva sui magnete sospeso.

Ora è evidente che se la corrente, quando si stabilisce nel circuito, produce il campo magnetico, e suore, per esempio, i minuzoli di limatura per dar loro una disposizione particolare, si deve spendere del lavoro. Notate bene che intendo considerare non il lavoro fatto per spostare quei minuzoli che, nel nostro esperimento, vediamo percorrere lunghi tratti, per andarsi ad annucchiare dove l'attrazione è maggiore; ma soltanto il lavoro fatto per orientare i minuzoli, senza scostarli dal loro posto.

Perciò, dopo aver interrotto la corrente, lasciando la limatura come era rimasta, richiudo il circuito. Allora vedo un movimento rapido; i minuzoli che giacevano come inerti, si orientano, si rizzano secondo certe direzioni, e si mettono in posizioni che dimostrano l'esistenza della forza magnetica.

Or bene, questa orientazione dura finchè cessa la corrente. Nel campo magnetico vi è come una tensione. La corrente nello stabilirsi fa nel campo circostante un lavoro, come se vi fossero delle molle che, dapprima rilasciate, inerti, vengono tese ad un tratto.

La corrente alternata produce essa pure il campo magnetico, ma anche questo alternato; i minuzoli di ferro, appena magnetizzati in una direzione, si smagnetizzano tosto, per magnetizzarsi in direzione opposta. La corrente ha fatto il lavoro nel primo istante, come la corrente continua; ma il campo si smagnetizza e glielo restituisce; e questo giuoco si rinnova continuamente.

Mentre la corrente continua non riprende la energia spesa che alla fine, quando cessa; la corrente alternata dà e riprende, scambia continuamente col campo quella quantità di energia che è necessaria per magnetizzarlo; come se, per ritornare al paragone delle molle, queste fossero disposte in modo da potersi stendere ora in un verso ed ora in verso opposto, e oscillassero perciò assorbendo e restituendo una certa quantità di energia.

Allora vien naturale la domanda se questo fenomeno non debba influire a sua volta sulla corrente. Ciò che noi chiamiamo corrente, evidentemente non è un fenomeno limitato al conduttore, dal momento che la vediamo agire su tutto lo spazio circostante e modificarlo. Piuttosto dobbiamo dire che la corrente è qualche cosa che per propagarsi ha bisogno non solo del conduttore, ma anche dello spazio circostante. E allora, se nei due casi considerati, della corrente continua e della corrente alternata, avvengono nel campo fenomeni diversi, possiamo prevedere che saranno diversi gli effetti della corrente anche per quella parte che siamo soliti considerare nel conduttore.

Faccio un esperimento semplicissimo. Mentre mando la corrente ad accendere un gruppo di lampade, provo a far variare le condizioni del campo che circonda queste spirali, dove passa la medesima corrente. Mando la corrente continua, introduco nelle spirali e poi ne ritolgo questi nuclei di ferro; pongo delle sbarre di ferro sui nuclei; non vedo alcuna variazione di luce.

Ripeto la stessa prova colla corrente alternata, e subito osservo che un piccolo spostamento dei nuclei dà luogo a variazioni della corrente; introducendo tutti i nuclei spengo le lampade.

La corrente continua dare pur fare il lavoro di magnetizzazione; ma lo fa nel primo istante, e così rapidamente, che se essa ne fa

indebolita, lo fu per così breve tempo che le lampade non ne hanno dato segno; poi s'è rimessa colla sua intensità normale.

La corrente alternata invece viene indebolita in modo permanente. Riflettete che il fatto della magnetizzazione alternata del campo non giustificerebbe tale indebolimento; perchè, se è vero che ad ogni alternatura il campo restituisce la energia assorbita, si potrebbe anche trovar naturale che in media la corrente non risentisse alcuna diminuzione.

Invece è un fatto che la corrente alternata trova maggior difficoltà della corrente continua a trasmettersi, quando è obbligata a produrre un campo più intenso. Per distinguere questo impedimento, che offre

il circuito alla corrente alternata, dalla resistenza opposta alla corrente continua, gli si dà il nome di *impedenza*.

Se ricorriamo al paragone ordinario della corrente elettrica colle correnti nelle condotte d'acqua, non riusciamo a farci un'idea chiara di questo fenomeno.

Per esempio, si abbia un tubo pieno d'acqua che forma una circolazione chiusa (fig. 1), e in un punto di esso una pompa, un'elica *E* che gira in modo da determinare un eccesso di pressione da una parte e una aspirazione dall'altra. Si avrà una corrente costante e sempre in una direzione.

Se si fa girare l'elica ora a destra ed ora a sinistra alternatamente, si ottiene una corrente che va ora in un senso ora in senso opposto; abbiamo l'immagine di una corrente alternata. Invece dell'elica, in questo caso, sostituiamo uno stantuffo che va e viene (fig. 2); l'acqua segue il moto dello stantuffo e in qualunque punto del tubo, se c'è qualche cosa che sotto la spinta dell'acqua è capace di produrre effetti speciali, si potranno avere effetti eguali colla corrente alternata e con la continua.

Supponiamo che l'acqua passando obblighi una spazzola a girare, strofinando un corpo fisso; questo si riscalderà tanto se la spazzola

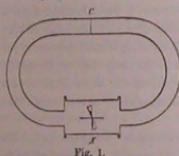


Fig. 1.

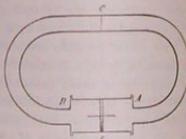


Fig. 2.

gira sempre nello stesso verso, quanto se gira un po' a destra un po' a sinistra. E l'effetto di riscaldamento prodotto dalla corrente elettrica, che accende la lampada ugualmente, sia essa continua, o sia alternata.

Ma, ripeto, con questo artificio non riusciamo a spiegarci le differenze che abbiamo riscontrate.

Bisogna, per aver l'immagine della corrente elettrica, che obblighiamo l'acqua, o meglio la pressione colla quale spingiamo l'acqua, a far qualche cosa di simile alla produzione del campo magnetico.

Per fare tutto ciò immaginiamo che nel tubo ci sia una valvola *C*, ma una valvola alquanto resistente, che si apra solo con un certo sforzo. S'intende che tutto ciò serve soltanto per stabilire un paragone, non per dare una spiegazione; può servire anche per aiutare la mente a ritenere le particolarità del fenomeno elettrico, in quanto sappiamo già che tali particolarità sono fatti, riconosciuti coll'esperienza.

Se l'elica *E* gira sempre in un verso, raggiunta una certa pressione, la valvola comincia ad aprirsi; l'apertura poi aumenterà colla pressione. La valvola rimane aperta finchè la pressione si mantiene; e si richiude appena cessa l'elica di girare.

Ora poniamo in moto lo stantuffo *S*: la valvola si apre alternativamente a destra e a sinistra, e più o meno a seconda del grado di elasticità. Ma notiamo che essa si comincerà ad aprire soltanto dopo che lo stantuffo si sarà già spinto un poco innanzi da una delle sue posizioni estreme. Siccome poi la valvola rimane tutta aperta soltanto per un istante, e comincia subito a richiudersi, l'apertura media sarà minore. Perciò la corrente comincerà un momento dopo iniziata la spinta collo stantuffo, e sarà indebolita, rispetto a quella che si avrebbe colla stessa pressione media, se la valvola rimanesse sempre aperta.

Si vede già una certa somiglianza colla corrente elettrica; ma l'analogia è troppo limitata. Per renderla più spiccata bisogna che supponiamo l'impedimento uniformemente distribuito lungo il tubo. Per esempio, invece di una sola valvola in un punto, molte valvole lungo tutto il percorso; o meglio ancora, che tutto il tubo sia esso stesso una valvola. Insomma dobbiamo immaginare il tubo tale, che, nelle sue condizioni normali, non possa lasciar passare la corrente, e nello stesso tempo sia in tutte le sue parti uniforme. La pressione non deve potere far passare una goccia d'acqua nella condotta se questa non si modifica sotto l'azione della pressione stessa.

Immaginiamo adunque il tubo dotato di pareti elastiche, che si mantengono strette, serrate, in guisa da chiudere il passaggio; ovvero pareti flessibili mantenute da un sistema di molle che le circondano, o dalla pressione di un fluido esterno.

In tal caso l'elica o la pompa, che agisce sempre in un senso, apre al primo impulso il passaggio, le pareti si stendono in proporzione della pressione e la corrente passa, costante, con portata (o intensità) tanto maggiore quanto maggiore è la pressione.

Se si fa agire lo stantuffo con moto alternativo, il tubo si apre e si richiude e dà passaggio evidentemente alla corrente alternata. Però si osservi che l'apertura di tutto il tubo si avrà quando lo stantuffo avrà già percorso un certo tratto della sua corsa.

Qui poi dobbiamo supporre, per fare il paragone colla corrente alternata, che la pressione esercitata dallo stantuffo sia nulla nella posizione estrema, cresca fino ad un massimo nella posizione media, per diminuire di nuovo fino a zero all'altro estremo della corsa.

Terminata la corsa dello stantuffo, quando esso comincia a retrocedere, per esempio, verso sinistra, il primo tratto del tubo, in *A*, reagisce subito e si restringe: ciò impedisce all'acqua di rifluire, mentre il movimento di chiusura del tubo si va, per così dire, propagando da *A* verso *C* e *B*, riacchiando l'acqua sempre nella direzione che aveva prima la corrente; mentre lo stantuffo ha già cominciato a produrre un po' di pressione in senso opposto. Quando questa vincerà la resistenza del tubo, si aprirà il passaggio da *B* nella direzione opposta, verso *C* e quindi da *C* verso *A*.

Ma intanto vediamo che non solo la corrente è in ritardo rispetto alla pressione al suo inizio, ma si mantiene in ritardo anche dopo che la pressione è cessata. E questo è precisamente il carattere della corrente elettrica alternata, quando è obbligata a produrre il campo magnetico.

Il nostro modello ci permette anche di comprendere un'altra particolarità, se immaginiamo che tutto lo spazio circostante prenda parte al movimento elastico delle pareti del tubo. Allora si comprende che la forma del tubo può influire sulla corrente; se esso forma un circuito chiuso è più facile che una parte agisca sull'altra attraverso al mezzo elastico.

E noi possiamo riscontrare questo fatto col seguente esperimento. Mando la corrente ancora in questa spirale munita di nucleo, e nelle

stesso tempo in quest'altra che colloco a fianco. È un solo circuito. Accendo il quadro di lampade. Poi prendo la seconda spirale e a sovrappongo alla prima; immediatamente vedo spegnersi quasi le lampade. Quelle spire agiscono tutte concordemente a magnetizzare il campo, e l'impedenza è aumentata.

Ma io allontano la seconda spirale, la capovolgo, senza alterare le comunicazioni e la rimetto di nuovo sulla prima. Le lampade si ravvivano, come se avessi levato dal circuito una resistenza. Anzi posso togliere ora il nucleo di ferro, senza modificare la corrente.

Le due spirali hanno egual numero di spire, e tendono a produrre l'eguale magnetizzazione del campo, ma in senso contrario. Il campo non si magnetizza, e l'impedenza scompare.

Infine possiamo domandarci se veramente quest'azione sullo spazio che circonda il conduttore, anziché una parte accessoria del fenomeno, non sia proprio la parte essenziale. Se, quando il tubo circondato dal mezzo elastico dà luogo alla corrente, sia proprio il tubo e il mezzo che si mettono in tensione perchè l'acqua scorre nel tubo, o se invece l'acqua scorra perchè noi operiamo direttamente sul mezzo. In tal caso è da prevedere che un altro tubo, collocato nell'ambiente, debba dar luogo ad effetti simili, come quello a cui applichiamo la pressione.

L'esperimento si fa colle stesse spirali. Io stacco la spirale esterna dal circuito e la unisco direttamente e da sola al circuito delle lampade. Mando la corrente alternata nella spirale più stretta munita di nucleo. Quando avvicino l'altra spirale vedo le lampade accendersi.

È il fenomeno notissimo dell'induzione. Ma ciò che importa è il riflettere che quella energia che si comunica alle lampade vien trasmessa *senza conduttori*; attraverso all'aria, e propriamente attraverso a quella sostanza che chiamiamo etere; poichè si può anche togliere l'aria senza modificare l'effetto dell'induzione.

Per ottenere lo stesso fenomeno colla corrente continua bisogna far in modo che nel campo avvenga una variazione di magnetizzazione. L'esperimento è facile. Per rendere l'effetto più visibile, mi servo di questo anello su cui sono avvolte due spirali distinte (fig. 3). In una di esse mando la corrente continua, attraverso un

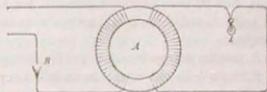


Fig. 3.

interruttore a mercurio *B*. Le altre spire formano un circuito isolato e in comunicazione con una lampadina *L*. Chiudo il circuito; passa la corrente primaria; ma la lampadina è spenta. Invece se interrompo e chiudo rapidamente, la lampadina si accende.

Dunque, dobbiamo concludere, ciò che noi produciamo colla macchina che dà la corrente alternata, è essenzialmente la magnetizzazione di tutto lo spazio. La presenza dei conduttori dà luogo a modificazioni locali, che si rivelano sotto forma di calore, di movimento, di luce o altro. Ma lo stato di tensione magnetica si riscontra specialmente fuori dei conduttori, nei corpi isolanti, che li circondano.

Ne viene di conseguenza che la configurazione di questi corpi può dar luogo a sua volta ad effetti singolari. E son precisamente quelli che nascono dalla presenza combinata di isolanti e conduttori che sono i più interessanti.

Se si cerca di mandare la corrente in una linea che finisce nell'aria, si sa che la corrente non passa; anche appressando un altro filo metallico attaccato all'altro polo, non si ha corrente. Però se invece di accostare i due fili, si fanno terminar questi con due lastre, comincia a manifestarsi la differenza fra la corrente continua e quella alternata; la prima non passa, la seconda riesce a stabilirsi con intensità tanto maggiore quanto maggiore è la grandezza delle lastre, quanto più son vicine, e quanto più frequente è l'alternativa.

Le due lastre affacciate a breve distanza formano un cosiddetto *condensatore*, e danno al circuito ciò che si dice *una capacità*.

L'esperimenti si può fare anche colla tensione e colla frequenza che abbiamo a disposizione; però bisogna che la capacità sia grande. Perciò mi servo di condensatori contenuti in queste cassette, formate di tante lamine di stagnola sovrapposte e alternate con fogli di carta paraffinata. Son 20 cassette; i fogli metallici son riuniti in modo che quelli di posto dispari formano un gruppo e quelli di posto pari un altro gruppo.

A ciascun gruppo è saldato un filo di rame (V. fig. 4).

Riunisco i fili che escono da un lato a un conduttore di rame *A*, e i fili che escono dall'altro lato li attacco a questi 20 morsetti in comunicazione con 20 pozzetti pieni di mercurio. Così posso introdurre nel circuito una capacità variabile da 1 a 20 unità, avendo ogni cassetta la capacità di 1 *microfarad*.

Perciò pongo dei ponticelli di filo di rame fra il pozzetto *B* e il

N. 1, poi fra 1 e 2, fra 2 e 3 e così successivamente. (Nella figura ne sono indicati soltanto 10).

Pongo una lampadina in circuito colla corrente alternata a 115 volt, col 1° pozzetto di mercurio e col conduttore di rame che riunisce tutte le armature dei condensatori. La corrente non passa. Mano mano che introduco maggiore capacità nel circuito, la lampadina si va accendendo, colle 20 unità ottengo una luce brillante.

Qui accade che la corrente carica i condensatori, poi quando cessa e sta per invertirsi, i condensatori restituiscono la carica ricevuta, e si caricano in senso inverso. La lampadina essendo sempre nel circuito è traversata dalla corrente alternata.

Ripeto la stessa prova colla corrente continua a 250 volt; non ottengo alcun effetto quantunque la lampadina sia tale da accendersi benissimo con 40 volt. I condensatori si caricano nel primo istante, ma la corrente cessa perchè la tensione elettrica si stabilisce

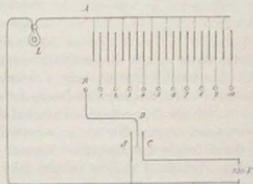


Fig. 4.

con valore costante in tutta la conduttura. Però io posso accendere la lampadina interrompendo il circuito e richiudendo poi i condensatori in modo da scaricarli attraverso la lampadina. Raggiungo l'intento con questo semplice apparecchio formato da due lastre *C*, *S*, di rame, alle quali attacco i fili che portano la corrente; poi ad uno di essi unisco la lampadina e il conduttore *A*; l'altra armatura dei condensatori per mezzo del pozzetto *B* si congiunge ad un filo *D*, che faccio oscillare fra le due lastre. Quando tocco *C* i condensatori si caricano, quando tocco *S* si scaricano, sempre attraverso la lampadina. Se accelero il movimento la lampadina si fa brillante e potrà anche fulminarla.

Il paragone colla corrente liquida può farsi ancora. Supponiamo che il tubo (fig. 5) comunichi con un largo cilindro *C*, dove una massa di gas, per es., sia racchiusa fra due stantuffi *A* e *B*.

Un'elica che gira sempre in un verso, al primo momento spinge uno degli stantuffi, finché la pressione del gas fa equilibrio a quella che produce l'elica; poi cessa la corrente perchè la circolazione è chiusa.

Uno stantuffo *S* che va e viene, spinge per esempio lo stantuffo *A* verso *B*. Ma siccome lo stantuffo motore *S* verso la fine della sua corsa esercita una pressione quasi nulla, lo stantuffo *A* comincerà a retrocedere prima che *S* abbia finita la sua corsa. Dunque prima che sia cessata la pressione in un senso comincia la corrente contraria, e lo stesso avverrà all'altro estremo della corsa; cioè la corrente precede il movimento dello stantuffo.

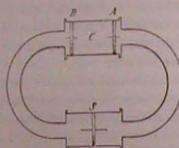


Fig. 5.

Ciò accade quando nel resto del tubo il passaggio è perfettamente

libero; ma se il tubo è, come abbiamo supposto prima, per dar ragione della impedenza, a pareti elastiche, o circondato da molle o da un mezzo elastico, vi sarà una causa che tende invece a far ritardare la corrente. Secondo che predomina l'una o l'altra influenza, la corrente potrà anticipare, ritardare o esser in concordanza esatta colla pressione.

Questi fenomeni si riscontrano appunto nella corrente elettrica alternata, quando vi siano in circuito nello stesso tempo condensatori e conduttori in condizioni da produrre impedenza, come sono le spirali con nucleo di ferro.

Se poi si chiude il circuito delle lampade con resistenze ordinarie e spirali induttive, e si mettono i condensatori in derivazione, si ottengono effetti curiosissimi.

Colla corrente continua, quando il circuito si suddivide, la somma delle correnti nelle diramazioni è sempre esattamente eguale a quella del circuito principale; come nel caso di un canale che alimenta parecchie derivazioni.

Invece colla corrente alternata si trova che le correnti nelle diramazioni non solo non rispettano questa legge, ma possono essere maggiori di quella che circola nel ramo principale; e in un medesimo circuito può essere la corrente di diversa intensità nei successivi tratti; può persino avverarsi il caso che ad un certo punto del circuito la corrente cambi direzione.

Se poi oltre a misurare le correnti per mezzo delle lampade, noi misurassimo anche le tensioni nei vari punti del circuito, troveremmo altri risultati singolari.

In un circuito contenente una resistenza induttiva e un condensatore, la tensione può essere fra le armature del condensatore maggiore che all'origine dove si applica la sorgente d'elettricità. Diamo per esempio 100 volt al principio della linea, e ne troviamo 150 all'estremità. Fatto assolutamente impossibile colla corrente continua, eccetto al primo istante. Ora questa particolarità trova pure la sua analogia nel nostro modello idraulico. La forza della corrente può benissimo spingere lo stantuffo del cilindro, che rappresenta il condensatore, in modo da comprimere il gas ad una pressione maggiore di quella massima che esercita lo stantuffo motore.

Non vi deve sorprendere questo fenomeno. Quando, per esempio, si applica un peso su di uno stantuffo che chiude un cilindro verticale, contenente dell'aria, per effetto della caduta lo stantuffo oltrepassa la posizione d'equilibrio, e comprime il fluido ad una pressione molto maggiore di quella corrispondente al peso. Se non vi fosse attrito né altro cause di sperdimento, lo stantuffo risalirebbe fino alla posizione iniziale, per ricadere nuovamente, e l'oscillazione continuerebbe.

Il rialzo della tensione si ottiene anche coi condensatori in derivazione. E non è necessario dilungarsi ulteriormente per trovarne il riscontro nel caso delle correnti liquide.

Per verificare coll'esperienza alcuni degli effetti ricordati, ho disposto l'apparecchio nel modo seguente.

Dalla presa di corrente alternata a 230 volt formo un circuito che contiene per ordine (fig. 6) una 1<sup>a</sup> spirale *K* con nucleo, una 1<sup>a</sup> lampada, e una 2<sup>a</sup> spirale *S* con nucleo. Poi fra le due lampade attacco un filo che va ad un'armatura dei condensatori; l'altra armatura si collega alla presa di corrente.

In questo caso la corrente, se si inserisce un certo numero di cassette, carica i condensatori. Ora vediamo gli effetti delle varie combinazioni:

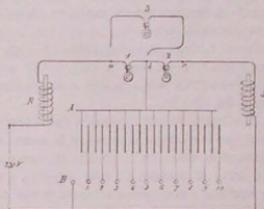


Fig. 6.

1° Escludo i condensatori. Le due lampade danno egual luce; la corrente è unica.

2° Tolgo i nuclei; li rimetto; le lampade si fanno più o meno brillanti. È il solito effetto dell'impedenza. Ricordiamo d'averlo riconosciuto anche con questa disposizione.

3° Comincio ad aggiungere capacità, 1, 2, 3, ecc. La lampada 1 si va spegnendo, l'altra si fa più brillante. Il singolare è che la *meno brillante è quella più vicina all'origine della corrente*, e quella che si trova nella diramazione prende più corrente che se fosse sulla linea principale. La differenza è fortissima.

4° Aumento la capacità; la lampada 1 è quasi spenta, la 2 invece è splendente. Tolgo e rimetto i nuclei e riconosco il solito effetto della impedenza; introducendo i nuclei le lampade si fanno più oscure, la corrente diminuisce.

5° Aumento ancora la capacità; la lampada 1 torna ad accendersi; la 2 si fa più brillante. Dunque ora anche la *corrente principale va crescendo; però è sempre minore dell'altra nella derivazione.*

6° Ora tolgo e rimetto il nucleo della spirale R. La corrente si fa più intensa in tutto il circuito quando il nucleo viene introdotto. *L'effetto della impedenza è invertito.*

7° Tolgo addirittura tutta la spirale R dal circuito. La corrente in tutti e due i rami invece di crescere diminuisce.

8° Lo stesso fenomeno della inversione nell'effetto dell'impedenza si osserva pure togliendo il circuito della lampada 2, e colla sola lampada 1 in serie coi condensatori. Ben inteso ciò avviene soltanto quando il condensatore ha una certa capacità in relazione colle dimensioni della spirale.

Possiamo finalmente riscontrare un altro singolare fenomeno. Le due lampade 1 e 2 sono in serie, poichè non vi è fra di esse alcuna diramazione che vada a riunirsi mediante semplici conduttori con altri punti del circuito.

D'ordinario quando si pongono due lampade in serie si sa che la tensione che le alimenta deve essere la somma di quelle occorrenti per ciascuna di esse. Ora io prendo un'altra lampadina 3; ne attacco i fili, prima ai morsetti a, b della lampada 1 e poi a quelli b, c della 2; in entrambi i casi essa si accende; perchè fra quei morsetti vi è una tensione di circa 40 volt. Ma se attacco la lampadina fra i morsetti più lontani a e c, comprendenti la 1 e la 2, essa non si accende affatto.

*La somma delle due tensioni è minore di ciascuna di esse.* Ciò dipende da che realmente noi non prendiamo la somma, ma la differenza. *In questo momento le due correnti sono quasi contrarie.*

I condensatori compensano la differenza, ricevendo e restituendo energia.

Ora questi fenomeni, che io ho riprodotto qui in un modo che può sembrare artificioso, hanno completo riscontro e somma importanza anche nella pratica. Nelle trasmissioni d'energia a correnti alternate, con lunghe linee aeree o sotterranee, gli effetti ottenuti in questi esperimenti mediante spirali induttive e condensatori di forma speciale, sono prodotti in modo analogo dagli ordinari apparecchi elettrici, dai motori, dalle lampade ad arco, dai trasformatori che danno luogo a impedenza; dalle lunghe linee sotterranee che funzionano da condensatori. In vece di una spirale unica, e di un ampio condensatore concentrato in un solo punto, si hanno molteplici apparecchi disseminati o raggruppati in vari punti, e l'azione della capacità è distribuita lungo tutta la linea. Ma questa differenza nella disposizione degli apparecchi non fa altro che rendere molteplice il fenomeno, l'essenza sua è sempre quella che risulta dalle nostre esperienze.

I fenomeni che vi ho mostrato non presentano nulla di nuovo nei loro effetti, che non differiscono da quelli a tutti noti, ove si considerino nelle loro apparenze generali, del riscaldamento e della magnetizzazione prodotta dalla corrente elettrica.

Ma esaminati accuratamente essi ci svelano speciali caratteristiche del fenomeno elettrico. Il raggruppare tali proprietà, paragonarle fra di loro, illustrarle con esperimenti, mi è parso che potesse offrire qualche novità per alcuni, e non dovesse mancare d'interesse anche per coloro che già sono addentro nelle dottrine elettriche.

GUIDO GRASSI.

## I FONDAMENTI SCIENTIFICI DELL'ELETTROCHIMICA

Il secolo, ormai appena chiuso, vide sorgere quasi dal nulla due scienze, la fisica e la chimica, le quali, per la loro importanza filosofica, per la grandiosità delle loro applicazioni si diffusero con un'inusitata rapidità. La storia dell'umanità nel secolo decimonono non potrà certo mai narrarsi senza dare una larghissima parte allo svolgimento di queste due scienze. Ormai ogni persona colta ne conosce almeno i principi più generali, le analogie e le differenze profonde, le interessanti applicazioni, le ardite speranze. Meno nota invece è la storia dell'assiduo lavoro scientifico, che ne stabilì le basi, dei metodi che gli scienziati seguirono nelle loro alte speculazioni.

Niuno, quanto chi ha dedicato alle scienze la sua attività, prova tanto vivamente il desiderio di vederne stabiliti i principi su salde basi. Nella mirabile rappresentazione degli affetti umani che ci offre il Faust di Goethe, noi troviamo il vecchio Faust tormentato dal desiderio di non dover più con acre sudore dire quello che egli stesso non sapeva:

Dass ich nicht mehr, mit saurem Schweiss  
Zu sagen brauche, was ich nicht weiss.

Questo desiderio divisero certo tutti gli scienziati. Ma mentre il Faust della leggenda cercò nell'esercizio della magia la soddisfazione del suo nobile desiderio, e, per la vanità dei suoi risultati, cadde nell'estrema disperazione, lo scienziato moderno cercò di conquistare il vero desiderato con diligenti studi. Per quanto egli sia ancora lontano dal vagheggiato ideale, non solo egli può non disperare, ma può trarre dalla considerazione dei suoi successi, validi argomenti di conforto e speranza.

Il seguire passo passo la scienza che con fatica strappa i suoi segreti alla natura, li analizza, li studia e da essi trae le meravigliose applicazioni, che hanno tanta parte nella nostra vita, costituisce certo una delle più belle pagine della storia dell'umanità. E infatti molto interessante di vedere, mediante quale lavoro faticoso, quali speculazioni

zioni filosofiche si giunse al possesso delle cognizioni che ora ci permettono di servirci per nostra comodità di fenomeni che si crederono per lungo tempo assolutamente ribelli al dominio dell'uomo. Specialmente negli ultimi anni le persone colte presero grande interesse alla storia ed ai principi delle scienze, come dimostrano le pubblicazioni ognor più numerose atte a diffondere nel pubblico idee esatte sulle differenti scienze.

Ma chi abbracciava con uno sguardo il complesso del nostro edificio scientifico, non poteva non sentirsi stranamente impressionato dal fatto, che mentre fra le diverse parti di ogni scienza apparivano strettissimi vincoli, fra le diverse scienze esistevano abissi che parevano insormontabili. Anche fra le scienze che l'uso ha fra loro avvicinate, si conoscevano molte differenze e poche o nessuna analogia. La fisica e la chimica, per quanto spesso insegnate da uno stesso professore e dette scienze sorelle, avevano ben pochi punti di contatto. Entrambe, come tutte le scienze esatte, si proponevano di giungere alla conoscenza del vero procedendo nei loro ragionamenti con un saggio avvicinarsi di analisi e di sintesi, onde poter scoprire i loro concetti fondamentali, e da essi dedurre quei fenomeni che già erano noti ed altri nuovi. Ma quanto erano differenti i mezzi impiegati dalle due scienze nel loro sviluppo!

La fisica cercava di definire e misurare esattamente tutte le quantità di cui doveva valersi; impiegava sempre ragionamenti rigorosi, spesso in forma matematica; nella verifica sperimentale delle teorie nulla trascurava. Essa costituiva uno splendido modello di una scienza naturale esatta.

La chimica invece si poneva in generale un problema più limitato. Essa restringeva spesso le sue considerazioni ai rapporti fra le quantità nelle quali intervenivano una serie di corpi detti semplici che aveva enumerati e descritti; considerava alcune proprietà con cura speciale e ne trascurava altre; nelle deduzioni procedeva meno logicamente e spesso determinava empiricamente le condizioni in cui si dovevano far avvenire i fenomeni, senza riuscire a rendersi conto delle loro cause. Essa costituiva un grandioso esempio di una scienza fra descrittiva e deduttiva.

Ma malgrado le profonde divergenze che esistevano, specialmente nei metodi fra la chimica e la fisica, e malgrado l'antagonismo che ne aveva sempre divisi i cultori, non mancarono qua e là dei tentativi di ravvicinamento. Specialmente nei chimici sorgeva il desiderio di

poter dedurre tutte le proprietà dei corpi considerati dalla loro costituzione chimica opportunamente definita, e furono fatti parecchi tentativi di formazione di una meccanica chimica. Però se qualche risultato parziale di queste teorie era atto ad incoraggiare gli studiosi a nuove ricerche, non era certo sufficiente a gettare un ponte sull'abisso che divideva le due scienze sorelle.

Le difficoltà che incontravano gli scienziati che si proponevano il ravvicinamento della chimica e della fisica, dipendevano specialmente dalla difficoltà di applicare ad una di esse i metodi ed i concetti dell'altra. I fisici già da tempi antichi riguardavano con disprezzo i metodi poco esatti dei chimici, e alla loro volta i chimici accusavano i fisici di limitare le loro considerazioni alle proprietà esterne dei corpi. E ciò era naturale; i metodi fisici per quanto esatti non potevano applicarsi alla chimica, ove i fenomeni sono più complessi e quelli chimici non potevano soddisfare i fisici.

Ma verso la metà del secolo passato sorse come per incanto una nuova scienza, immensa per la sua portata, meravigliosa per la sua semplicità; una scienza, che senza entrare nei particolari delle nostre rappresentazioni meccaniche, abbraccia tutti i fenomeni naturali in cui la vita non ha parte. Questa scienza, sorta in seguito a considerazioni relative alla teoria del calore, fu detta *Termodinamica*; nome troppo umile per una scienza che si applica non solo ai fenomeni termici, ma anche a tutti i fenomeni meccanici, elettrici, ottici, chimici. Questa scienza, prima ancora di giungere al suo grandioso sviluppo, venne applicata in casi particolari e generò la *Termochimica*.

Il passo fatto era immenso. I chimici cominciavano ad ammettere che era utile, di considerare anche nelle reazioni chimiche i fenomeni termici che le accompagnavano. Introdotta nella chimica questa nuova generalizzazione, il dissidio tra fisica e chimica disparve. Faraday, Berzelius, alternando i loro studi fisici e chimici, scoprivano importanti relazioni fra elettricità e chimica; altri scienziati proseguivano con ardore l'opera di questi sommi e gettavano le basi di una nuova scienza, la fisico-chimica.

Intanto la Termodinamica giungeva per opera di Carnot, di J. B. Meyer, di Joule e di Clausius a tutta la sua generalità; il suo nome di Termodinamica si poteva ormai sostituire con quello più generale di *Energetica*. Appena padrona dei suoi principi fondamentali, la nuova scienza veniva applicata da Clausius, da Thomson, da Kirchhoff

ai fenomeni della vaporizzazione, della fusione, della dissoluzione che fino allora erano stati trascurati tanto dai fisici quanto dai chimici; veniva applicata da Sainte-Claire Deville, da Horstmann, da Gibbs alle reazioni chimiche generali. Allora si vide con grande stupore che le due grandiose scienze, la fisica e la chimica non erano che casi particolari di una scienza più ampia, i cui principii straordinariamente generali abbracciavano tutti i fenomeni della natura inorganica.

Allora fisici e chimici si trovarono ad essere cultori di una sola scienza. Il fecondo lavoro eseguito in seguito a questo accordo è quasi incredibile. Scienziati che avevano grande familiarità coi metodi matematici, che avevano dati tanti splendidi risultati nei diversi rami della fisica, si adoperarono attivamente a fondare la vera meccanica chimica; scienziati pratici di operazioni chimiche verificarono, ampliarono, confutarono queste teorie ed in pochi anni sorse quel meraviglioso edificio scientifico che è una delle glorie più belle della fine del secolo decimonono.

Il tempo limitato per questa conferenza e la vastità del soggetto mi impediscono di seguire, sia pur sommariamente, lo sviluppo che prese la fisico-chimica in Germania, donde poi si diffuse per tutto il mondo. A Göttingen, a Darmstadt, a Würzburg, a Carlsruhe, a Lipsia, a Berlino, eminenti professori insegnano la nuova scienza e dirigono grandiosi laboratori. Anche i mezzi più modesti di cui dispongono gli studiosi in Italia, non hanno impedito a molti italiani di contribuire all'edificazione di questa scienza interessante. Ma, per quanta sia l'attrattiva che esercita la storia di questa scienza di pochi anni, devo limitare le mie considerazioni ad un ramo speciale di essa, all'*Elettrochimica*.

\* \*

L'Elettrochimica si può considerare come la scienza che studia le relazioni fra l'energia chimica e l'energia elettrica. La sua teoria presenta un interesse specialissimo perchè l'Elettrochimica è la più ampia fra quelle scienze che, sorte ai confini di altre due, si trovò nella speciale condizione di non poter scegliere arbitrariamente i suoi concetti fondamentali, ma dovette cercare di usufruire dei concetti delle scienze affini, introducendo solamente in essi lievi modificazioni. Essa è dunque una scienza, cui la sua stessa natura impose dei vincoli ed incontrò fin dai suoi primordi difficoltà del tutto speciali. È quindi

molto interessante vedere come essa riuscì a superare queste difficoltà, perchè ci piace sempre quello che è difficile. Ma la sua origine merita di essere considerata anche sotto un altro aspetto.

I desiderii più grandi dei cultori di una scienza sono certo quelli di potere, analizzando fatti nuovi, aggiungere qualche particolare alla conoscenza dei concetti fondamentali di essa, e quello di poter da questi concetti meglio definiti dedurre sinteticamente qualche altro nuovo fatto. Or bene, le modificazioni che l'elettrochimica suggerì per i concetti fondamentali della chimica generale furono anche per quest'ultima fecondi di utili conseguenze. L'elettrochimica poté certamente sorgere e svilupparsi più rapidamente servendosi di concetti analoghi a quelli della chimica, ma a sua volta la chimica poté, servendosi dei concetti dell'elettrochimica, risolvere alcune questioni che erano fino allora rimaste insolute. Qui più che altrove presentiamo l'unità della scienza e comprendiamo che le nostre differenti discipline non sono che parti di un'unica scienza più vasta.

La chimica, rinnovando un'ipotesi originariamente dovuta ai filosofi greci, creò la feconda teoria atomica. Per essa, ogni sostanza si considera formata dal raggruppamento di alcuni atomi di elementi semplici in un complesso detto molecola, il quale costituisce la più piccola particella di quella sostanza che ne ha ancora tutti i caratteri chimici.

L'elettrochimica naturalmente doveva cercare di conservare questa ipotesi, che era stata tanto utile alla chimica. Ma il concetto dell'atomo e della molecola chimica nella forma ordinaria non era sufficiente ai bisogni dell'elettrochimica. Alle forze dell'*affinità* che presiedono alla combinazione degli atomi nelle molecole, se ne dovettero aggiungere altre dovute alle azioni elettriche, ed a poco a poco sorse un edificio scientifico mirabile per la sua semplicità.

Molte molecole chimiche quando vengono sottoposte all'azione della corrente elettrica subiscono una decomposizione; i prodotti di essa però non si manifestano mai in seno alla massa della sostanza che subisce l'azione della corrente, ma solo in vicinanza dei conduttori che servono a portare la corrente nella massa. Faraday, che per primo studiò con molta cura questa categoria di fenomeni, denominò *elettrodi* i due conduttori, *ioni* (dal greco *ur*, participio del verbo andare) i prodotti della decomposizione della molecola, ed *elettrolisi* il fenomeno complessivo. Si cominciò allora a considerare l'elettrolisi come

l'effetto di un'attrazione, che i due elettrodi esercitano sulle due parti della molecola e si formularono parecchie teorie per spiegare il meccanismo secondo cui avviene questo fenomeno. Il concetto dominante però era sempre quello che si stabilisce una specie di antagonismo tra le forze dell'*affinità* e le forze elettriche, e che l'elettrolisi appunto avvenisse quando queste ultime avevano il sopravvento. Ma un'osservazione importante di Clausius venne a scuotere le basi di questa teoria. Questo sommo fisico osservò che se le forze dell'*affinità* esistevano fra le due parti della molecola, che si supponeva infranta dalle forze elettriche, doveva essere possibile di trovare una forza elettrica tanto piccola da rendere impossibile l'elettrolisi. Ora l'esperienza ci diceva che le più piccole tensioni elettriche erano sufficienti a produrre questo fenomeno.

Vediamo così l'elettrochimica costretta a ricorrere a qualche ipotesi nuova che le permetta di eliminare la contraddizione messa in evidenza da Clausius. Ma l'ipotesi che essa introduce ha una portata ben maggiore e passa immediatamente dal campo della elettrochimica a quello della chimica e vi riceve numerose e svariate conferme. Arrhenius immagina che le molecole che servono al trasporto dell'elettricità non siano già allo stato normale di molecole, come suppone la chimica, ma invece dissociate nei loro ioni. Essi, come atomi liberi o come complessi, in cui le forze dell'*affinità* non sono soddisfatte, non sarebbero suscettibili di esistenza, se non si ammettesse che le cariche elettriche che gli uni positivamente, gli altri negativamente possiedono, soddisfanno in qualche modo le *affinità* chimiche. Così un elettrolito può venire considerato un complesso di ioni liberi sui quali agiscono in senso contrario le forze elettriche, che hanno la loro origine agli elettrodi. Questa teoria, ora molto accettata, è nota col nome di teoria della dissociazione di Arrhenius.

La nostra mente vede con meraviglia l'importanza di questa teoria. Per quanto il motivo che ne determina l'origine sia molto particolare, essa si generalizza rapidamente e la vediamo in breve estendere la sua influenza su quasi tutto il dominio della fisica e della chimica. Ho già ricordato che sulle basi della termodinamica era sorta una meccanica chimica. Essa era riuscita a stabilire leggi eleganti, che presiedono agli equilibri ed alle reazioni chimiche, ed a tutte le trasformazioni fisiche delle sostanze, quali sarebbero i fenomeni di fusione, evaporazione. Ma tutte quelle leggi venivano verificate per-

feltamente dall'esperienza per tutte le sostanze che non potevano venire decomposte dalla corrente elettrica ed erano contraddette per le sostanze che da essa venivano decomposte, cioè per gli elettroliti. In generale i fenomeni chimici e fisici cui ho accennato, dipendono dal numero delle molecole delle sostanze considerate contenute in un certo volume, ote esercitano una specie di pressione, detta pressione osmotica. L'eccezione che offrono gli elettroliti alle leggi generali, poteva venire eliminata supponendo che le molecole di questi elettroliti fossero, almeno in parte, dissociate nei loro ioni e che gli ioni esercitassero un'azione osmotica, come se fossero molecole complete.

L'esperienza doveva decidere sull'accettabilità di una teoria tanto importante, che doveva esercitare in così diversi campi la sua influenza. Ed essa le diede una sufficiente conferma. I coefficienti di dissociazione, cioè i rapporti fra il numero delle molecole dissociate al numero delle molecole primitive, determinati per una stessa sostanza ed in una data condizione fisica, furono sempre trovati corrispondenti, tanto quando per la loro determinazione si ricorse a metodi elettrochimici, quanto quando si ricorse agli equilibri chimici o ai fenomeni fisici. Perciò la teoria della dissociazione, per quanto non del tutto esente da obiezioni, fu quasi generalmente accettata e stabilì una salda unione fra l'elettrochimica e tutte le altre scienze fisiche e chimiche.

Per seguire poi quantitativamente il fenomeno dell'elettrolisi, era necessario di introdurre qualche ipotesi relativamente alla quantità di elettricità contenuta in ogni singolo ione. Anche qui la legge fu la più semplice che si potesse prevedere. Faraday fin dai primordi della sua brillante carriera scientifica, trovò sperimentalmente che quantità eguali di elettricità decompongono sempre quantità chimicamente equivalenti di elettrolito. Data quindi una certa quantità di una sostanza qualsiasi, è sempre possibile di calcolare *a priori* la quantità di elettricità che è necessaria per decomporla. Da questa legge, unitamente alla teoria di Arrhenius, si deduce facilmente che gli ioni debbono possedere cariche o positive o negative, che stanno fra di loro come le valenze che vennero infrante nella molecola primitiva. Così, se consideriamo due soluzioni, una di cloruro di sodio e la seconda di solfato di rame, dovremo ammettere che il ione formato dall'atomo *sodio* possiede una carica elettrica precisamente eguale alla metà del ione *rame*. La rappresentazione meccanica dei

fenomeni elettrolitici veniva ad assumere così una grande precisione e semplicità.

Ulteriori sviluppi della teoria dell'elettrochimica si presentano ora spontanei. Questi ioni carichi di elettricità si muovono nell'elettrolito per effetto delle azioni elettriche degli elettrodi, gli uni verso l'elettrodo positivo, gli altri verso l'elettrodo negativo. Le loro velocità dipenderanno dall'intensità di questa forza e dalla resistenza passiva che offre al loro movimento l'attrito fra essi ed il medio in cui si muovono. Queste velocità saranno perciò assai differenti per i diversi ioni. Per la conoscenza perfetta del fenomeno dell'elettrolisi era necessario di trovare un metodo atto a misurarla almeno relativamente. Hittorf molto ingegnosamente osservò che col rapporto delle velocità dei due ioni doveva essere inevitabilmente collegata la variazione della concentrazione in vicinanza dei due elettrodi, e riuscì con un mirabile lavoro a misurare il rapporto fra le velocità dei due ioni di moltissimi elettroliti.

Rimaneva da farsi un'ultimo passo perchè tutte le quantità che si devono conoscere per seguire esattamente il fenomeno dell'elettrolisi fossero note. Kohlrausch formulò una legge semplicissima, meravigliosa per la sua portata. Egli, considerando che la quantità di elettricità che passa da un elettrodo all'altro, attraverso l'elettrolito, debba dipendere dalla velocità relativa dei due ioni, che essi si muovono in senso contrario l'uno all'altro, e perciò la loro velocità relativa è eguale alla somma delle loro velocità, dedusse che la conducibilità elettrica di un elettrolito è una proprietà additiva dei due ioni. In altri termini la conducibilità elettrica di un elettrolito potrà rappresentarsi quantitativamente colla somma di due numeri, l'uno riferentesi al primo ione, l'altro al secondo. Qui pure una legge dedotta in seguito a considerazioni che si riferivano ad un caso particolare, acquistò grande generalità; ora, mediante queste proprietà additive delle soluzioni saline, si spiega una quantità di fenomeni dei differenti rami della fisica e della chimica che prima si sottraevano ad ogni legge. Qui, come sempre, possiamo osservare il meraviglioso concatenamento fra le diverse parti delle scienze naturali e l'utilità di non limitare i nostri studi ad una sola specialità, ma di cercare di abbracciare anche qualche volta colla mente un campo più vasto di quello in cui generalmente esercitiamo la nostra attività. Come chi esplora un nuovo paese deve studiarne i particolari, ma

anche possibilmente osservarne dall'alto di un monte la struttura complessiva, così lo scienziato moderno deve spingere qualche volta il suo sguardo investigatore al di sopra dei suoi studi speciali e cercare di scoprire e comprendere gli ammirabili principii filosofici della scienza.

Riassumendo dunque le semplici teorie dell'Elettrochimica noi possiamo immaginarci le molecole dei corpi atti a trasportare elettroliticamente l'elettricità dissociate almeno in parte in ioni, in corpuscoli, cioè, che possono solo esistere fino che posseggono le loro cariche elettriche positive o negative; essi servono quasi di veicolo all'elettricità che per loro mezzo passa da un elettrodo all'altro. La regolarità con cui avviene questo trasporto è veramente meravigliosa, e noi possiamo col calcolo seguirne esattamente i particolari perchè conosciamo almeno in modo relativo il numero, la portata, la velocità di questi veicoli minuscoli. Ma il punto su cui è interessante di insistere è che malgrado la estrema semplicità di questa teoria, anzi, appunto per la sua semplicità, noi possiamo seguire e regolare l'andamento dei fenomeni elettrochimici con grande esattezza; noi possiamo, per questa teoria, considerare l'Elettrochimica come una scienza veramente esatta.

L'Elettrochimica, di cui abbiamo rapidamente veduti i principii fondamentali, differisce dalle altre parti della Fisico-Chimica per la sua straordinaria importanza pratica. Prima di ora non si aveva mai avuto un esempio di una scienza, che in tempo così breve, conquistasse tanta importanza industriale. Si può dire che essa portò nel campo della chimica tecnica una vera rivoluzione, cominciando a dare l'assalto alle più grandi industrie chimiche, quali sono quella della soda, dell'acido solforico, del cloro ed alle industrie metallurgiche.

A questa grande importanza industriale dell'Elettrochimica, che il prof. Rotondi nel suo discorso inaugurale dell'anno accademico 1897-98 mise in evidenza ed all'interesse con cui la Giunta direttiva di questo R. Museo segue tutti i progressi industriali, che possono migliorare le condizioni del nostro paese, è dovuta l'istituzione del nuovo insegnamento.

L'importanza pratica di questa nuova scienza non è posta in dubbio da alcuno. I metodi elettrochimici per le estrazioni dei metalli dai

loro minerali, per la loro raffinazione, sono spesso più economici e permettono sempre di avere prodotti più puri che coi metodi ordinari. La più grande industria chimica, quella della soda, è ormai destinata a divenire un'industria elettrochimica, alla quale poi si collegheranno altre industrie affini, quelle dei clorati, ipocloriti e quella dell'acido solforico. Le industrie più delicate, poi, quelle delle materie tintorie e dei prodotti organici, vanno pure introducendo su vasta scala metodi elettrolitici per la grande facilità con cui si riesce a produrre regolarmente reazioni che con altri mezzi sono di difficile regolazione.

L'Italia vide con soddisfazione questo trionfo dell'elettricità. Quantunque le conseguenze di un doloroso passato ci facciano essere ancora tributari dell'estero in questo ramo dell'industria, in cui noi avremmo potuto e dovuto essere i primi, perchè italiani furono i pionieri di questa scienza, pure si vedeva con gioia l'emancipazione della grande industria chimica dal carbone di cui siamo sprovvisti. Anzi, si è andata rapidamente formando la convinzione che l'industria elettrochimica diverrà una grande risorsa per l'Italia.

Certamente essa lo può divenire, non solo perchè ci dà la possibilità di emanciparci dall'estero per la grande industria chimica, ma anche perchè ci permetterà forse di esportare i nostri prodotti chimici. Ma sarebbe errore gravissimo il credere che l'Elettrochimica debba divenire una grande industria italiana, quasi come una necessità, senza un forte buon volere da parte degli industriali italiani.

L'introduzione dell'Elettrochimica nell'industria, è stata, come ho già detto, una rivoluzione. Essa, come succede nelle rivoluzioni politiche, ci permise di chiudere un passato per noi funesto e ci pose in condizioni pari a quelle degli altri paesi che fino allora furono più favoriti. Ma non ci diede alcun privilegio. Essa costringendo tutti a rifare i colossali impianti delle grandi industrie chimiche, determinando delle migrazioni delle grandi fabbriche dai paesi carboniferi ai paesi ove le forze idrauliche naturali permettono di avere l'energia elettrica a prezzo mite, ci offre l'occasione di sollevare la nostra industria e di bastare a noi stessi. Però questa occasione è fugace; se noi non la coglieremo al volo, se noi lasceremo che altri faccia quello che noi dovremmo fare, ci ritroveremo ben presto nelle condizioni del passato, senza alcuna speranza in qualche nuova rivoluzione a noi favorevole.

Se cerchiamo di riassumere le idee che sorgono spontanee nella nostra mente dopo la rapida corsa fatta nel campo dell'Elettrotecnica, noi vediamo che questa scienza gode del grande privilegio di essere una scienza molto esatta e nel tempo stesso molto pratica. Vediamo inoltre che essa, perciò appunto, esige dai suoi cultori conoscenza perfetta della teoria e della pratica; essa richiede che chi la esercita non rifugasi dai metodi scientifici esatti, come troppo spesso avviene in tutte le scienze applicate; essa, infine, esige che fin d'ora, senza perdere un tempo prezioso, scienziati ed industriali, procedendo di comune accordo, pensino seriamente a ritrarre da essa quei vantaggi che il nostro paese aspetta.

Non per mania di ammirare incondizionatamente quanto si fa all'estero, ma per rendere un tributo doveroso di ammirazione ad un'opera grandiosa, osserviamo l'industria della chimica organica in Germania. In quel campo uomini della teoria e uomini della pratica procedono uniti; gli industriali non disdegnarono di porre a capi delle più colossali fabbriche, che il mondo ha vedute, professori di università; gli scienziati non scordarono nei loro studi i bisogni dell'industria ed in pochi anni la chimica organica industriale divenne monopolio della Germania. Attualmente, benché in ogni altro paese vi siano chimici valenti, industriali animosi e intelligenti, si acquistano in Germania quasi tutte le sostanze organiche che servono in tintoria ed in altre industrie, ed il mondo paga annualmente quei prodotti a quell'industrioso ed intelligente paese circa un miliardo di franchi!

Consideriamo dunque l'importanza del momento; ricordiamo che abbiamo ora la possibilità di creare alcune industrie importanti alle quali credevamo di dover rinunciare per sempre, ma nel tempo stesso ricordiamo che questa risurrezione dipende essenzialmente da noi e ciascuno colle nostre forze e coi nostri mezzi portiamo il nostro contributo, sperando altamente nell'avvenire dell'industria italiana.

Prof. E. STRANEO.

## GLI INGRANAGGI

1. — Con lo sviluppo dell'applicazione dei motori elettrici le trasmissioni per ingranaggi hanno ripreso oggi un'importanza che prima non avevano, ma d'altra parte la necessità di ottenere trasmissioni ad alto rendimento impone alla costruzione degli ingranaggi una perfezione che non si può più raggiungere con i mezzi usati una volta; l'ingranaggio fuso e ripassato dall'aggiustatore con la lima e l'ingranaggio tagliato con la limatrice, secondo il profilo preventivamente tracciato sulla corona, non possono più essere impiegati.

Gli ingranaggi si tagliano oggi generalmente con fresatrici provviste di apparecchi a dividere: e le frese montate su queste macchine sono a profilo invariabile (1), perchè il taglio del dente si mantenga sempre lo stesso anche consumandosi la fresa tagliatrice (fig. 1).

Ma poiché il profilo di un dente anche per le ruote aventi tutte lo stesso passo è diverso secondo il diametro della ruota, e conseguentemente secondo il suo numero di denti, le macchine a tagliar ingranaggi di questo tipo richiedono tante frese quante sono le ruote d'assortimento che si vogliono fare. Ma l'attrezzamento costando caro, i costruttori raggruppano ruote di diametro e quindi di numero di denti poco diverse fra di loro e le tagliano con una stessa fresa, quella che corrisponde al caso medio: così facendo una fresa può servire per tagliare tre o quattro ruote. Naturalmente questo pro-



Fig. 1.

(1) *Interdrehre fräse* in tedesco, *fraises déprofilées* in francese, *relieved cutters* in inglese.

cedimento non dà che una sola ruota tagliata esattamente ogni tre o quattro: le altre sono solo approssimativamente giuste.

Preoccupati di questo inconveniente, alcuni costruttori, come il Fellows, il Biernatski, il Reinecker, hanno ideato delle macchine a tagliare ingranaggi, in cui un solo utensile serve per tutte le ruote d'assortimento dello stesso passo, qualunque sia il numero dei denti. Di queste parlerò in altra memoria.

Per ora mi limito a parlare degli ingranaggi: e quanto sopra ho riferito serve a dimostrare come l'attrezzamento ed il macchinario piuttosto costoso a cui il costruttore moderno deve sottoporsi per eseguire bene un ingranaggio, impongano di ridurre i tipi di dentatura ai più semplici ed ai più uniformi possibili.

2. — In pratica non si adopera che la dentatura ad evolvente.

Fra tutti quelli che si possono studiare, due sono i sistemi più importanti, quello a epicloide e quello ad evolvente: ciascuno d'essi ha i suoi vantaggi ed i suoi inconvenienti, che però non sono sempre esattamente conosciuti.

Per quanto il tracciato ad epicloide dia in teoria la forma più giusta del dente, e la perdita per attrito la più piccola possibile, non è meno vero che questo risultato si ottiene solo se l'esecuzione delle ruote e la distanza fra i centri sono assolutamente quelle che devono essere.

La dentatura ad evolvente non ha bisogno di un aggiustaggio così rigoroso nella distanza dei centri delle ruote: le ruote possono essere allontanate l'una dall'altra senza che la trasmissione sia danneggiata.

Se il tracciato ad evolvente è fatto, come d'uso, con angolo di *ingranamento* di  $15^\circ$ , le ruote che hanno meno di 31 denti hanno il piede del dente più piccolo del corpo del dente misurato alla circonferenza primitiva (fig. 2); e questo difetto è tanto maggiore quanto minore è il numero dei denti della ruota, tanto che per ruote di 12 denti il dente riesce troppo debole alla sua base, e l'ingranaggio non può essere impiegato convenientemente per trasmissione di sforzi.

Si adoperano due sistemi per ovviare a questo inconveniente. Il primo è di fare la testa del dente più alta ed il piede più basso per modo che l'altezza totale del dente resti la stessa, per quanto il diametro esterno sia maggiore; per la ruota ingranante con questa si fa il contrario. Il secondo sistema consiste nel tracciare il profilo del

dente ad evolvente con un angolo di ingranamento maggiore di  $15^\circ$ : se per esempio si adotta un angolo di  $20^\circ$ , il difetto appare per le ruote aventi meno che 16 denti, e se si adotta un angolo di  $22^\circ.30'$  si può costruire in modo soddisfacente anche la ruota di 10 denti. La fig. 2 e la fig. 3 dimostrano graficamente quanto abbiamo detto: la fig. 2 è d'una ruota di 10 denti tracciata con angolo di  $15^\circ$ , e la

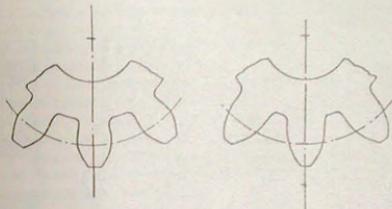


Fig. 2.

Fig. 3.

fig. 3 mostra la ruota dello stesso numero di denti tracciata con angolo di  $22.30'$ .

In pratica dunque, per le ragioni anzidette, si impiegano quasi esclusivamente ruote di ingranaggio con dentatura ad evolvente.

3. — Il passo delle ruote d'ingranaggio è sempre un multiplo di  $\pi$ : il valore del rapporto tra il passo e  $\pi$ , cioè il numero che rappresenta questo multiplo, dicesi il *modulo* o *passo diametrale*: il passo misurato in mm. dicesi *passo circolare* o semplicemente *passo*.

La prima colonna della tabella n. 2 indica i moduli generalmente adottati e i corrispondenti passi in mm.

Poichè la circonferenza primitiva della ruota di diametro primitivo  $d$ , e di numero di denti  $n$ , e di passo circolare  $p$  è data dalla relazione

$$\pi d = n p$$

e poichè la relazione fra il passo  $p$  e il modulo  $m$  è

$$p = \pi m$$

si ha sostituendo

$$\pi d = \pi m n$$

e quindi

$$d = m n.$$

Questa relazione ci mostra l'utilità dei passi diametrali o moduli, perchè ci permette di trovare i diametri dei cerchi primitivi moltiplicando semplicemente il modulo pel numero dei denti.

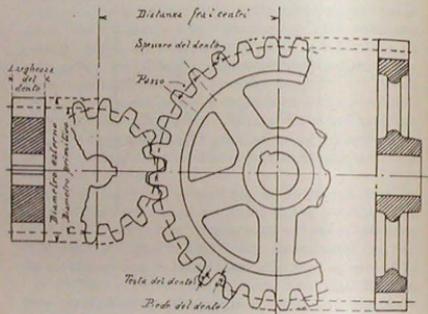


Fig. 4.

Lo spessore del dente (fig. 4) si fa precisamente eguale alla metà del modulo, per modo che fra le due ruote ingrananti alla periferia dei cerchi primitivi non vi sia alcun giuoco: in questo modo si assicura l'andamento più silenzioso dell'ingranaggio.

L'altezza della testa del dente è eguale al modulo, e quindi il diametro esterno  $d$ , risulta

$$d_e = (n + 2) m.$$

La distanza fra i centri di due ruote aventi rispettivamente  $n$  ed  $n'$  denti di modulo  $m$ , sarà:

$$h = \frac{(n + n') m}{2}$$

Il piede del dente è  $= 1,166 m$ .

L'altezza del dente è dunque  $= 2,166 m$ .

La costruzione esatta del tracciato ad evolvente è molto difficile e per i passi fini quasi impossibile.

Se ne può fare però una costruzione approssimata, sostituendo agli archi di evolvente che formano il profilo del dente degli archi di cerchio, dei quali è necessario fissare il centro ed il raggio. Fra tutti i sistemi il più comodo è quello dell'odontografo di Grant, il quale dà per tutti gli ingranaggi aventi più che 10 denti un'esattezza sufficiente per tutti i bisogni della pratica.

Questo sistema di tracciato dei denti si impiega per la produzione di frese, di utensili e di calibri, e per la fabbricazione di ruote modelli. Naturalmente nella costruzione di tali apparecchi per passi molto piccoli l'esattezza non può essere molto grande, e sarebbe molto conveniente in questo caso l'uso di speciali macchine capaci di produrre i profili delle frese o dei calibri, riducendo meccanicamente (come i pantografi e le macchine a copiare) i profili tracciati esattamente in proporzioni maggiori.

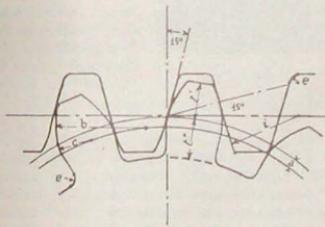


Fig. 5.

I fianchi del dente sono (fig. 5) rettilinei e diretti secondo i raggi: il fianco si raccorda alla curva della testa con un arco di cerchio; e la curva della testa è essa stessa un arco di cerchio; i centri di questi due archi sono sopra una circonferenza detta circonferenza di costruzione, che dista nel senso radiale dalla circonferenza

primitiva di una quantità  $a = \frac{1}{60} n m$ , ossia di  $\frac{1}{10}$  del diametro primitivo, ed è di raggio minore del raggio della circonferenza primitiva. I raccordi dei fianchi col fondo del vano hanno per raggio

$$e = 0,166 m.$$

Se la ruota ha più che 36 denti o se il passo è molto piccolo, l'arco del profilo della testa del dente si attacca senz'altro al fianco del dente.

I raggi  $b$  e  $c$  sono dati dalla tabella seguente:

N. 1.

Tabella per tracciare i profili delle ruote di ingranaggio secondo l'odontografo di Grant, con angolo di ingranamento di 15°.

N° dei denti	Raggio dell'arco di testa $b$	Raggio dell'arco del piede $c$	N° dei denti	Raggio dell'arco di testa $b$	Raggio dell'arco del piede $c$
10	2,28 m.	0,69 m.	38	3,22 m.	2,59 m.
11	2,40 "	0,83 "	39	3,39 "	2,67 "
12	2,51 "	0,96 "	40	3,56 "	2,76 "
13	2,62 "	1,09 "	41	3,73 "	2,85 "
14	2,72 "	1,22 "	42	3,90 "	2,93 "
15	2,82 "	1,34 "	43	4,07 "	3,01 "
16	2,92 "	1,46 "	44	4,23 "	3,09 "
17	3,02 "	1,58 "	45	4,39 "	3,16 "
18	3,12 "	1,69 "	46	4,55 "	3,23 "
19	3,22 "	1,79 "	47 — 49	4,70 "	3,30 "
20	3,32 "	1,89 "	41 — 45	4,83 "	3,37 "
21	3,41 "	1,98 "	46 — 51	5,06 "	3,44 "
22	3,49 "	2,06 "	52 — 60	5,28 "	3,51 "
23	3,57 "	2,15 "	61 — 70	5,52 "	3,58 "
24	3,64 "	2,24 "	71 — 90	5,77 "	3,65 "
25	3,71 "	2,33 "	91 — 120	6,03 "	3,72 "
26	3,78 "	2,42 "	121 — 180	6,30 "	3,79 "
27	3,85 "	2,50 "	181 — 180	6,57 "	3,86 "

$$m = \frac{p}{\pi}; \quad d = n m; \quad d_s = (n + 2) m; \quad t' = m; \quad t' = 1,166 m.$$

$$a = \frac{1}{60} d = \frac{1}{60} n m; \quad e = 0,166 m; \quad i = 2,1 m.$$

Per le cremagliere il fianco del dente e la metà della testa hanno profilo rettilineo inclinato di 15° sulla normale alla retta primitiva; l'altra metà della testa del dente è ad arco di cerchio di raggio

$$i = 2,1 m$$

avente il centro sulla retta primitiva.

È inutile ricordare che il rapporto di velocità  $\omega_1$  ed  $\omega_2$  di due ruote ingrananti, aventi rispettivamente  $n_1$  ed  $n_2$  denti e  $d_1$  e  $d_2$  diametri è dato dalla relazione

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_2}{d_1} \quad \dots \quad (1)$$

4. *Ruote cilindriche a denti elicoidali.* — Si distinguono quelle ad assi normali fra di loro e quelle ad assi paralleli.

a) *Ruote elicoidali ad assi perpendicolari fra di loro* (fig. 6).

In questo caso ambedue le ruote ingrananti devono avere la stessa direzione della spirale, devono essere cioè o ambedue destrorse o ambedue sinistrorse, ma l'angolo di inclinazione dei denti può essere diverso. Se le due ruote ingrananti possono diventare comunque conduttrici o condotte, è necessario scegliere l'angolo  $\alpha$  d'inclinazione eguale alla metà dell'angolo fatto dagli assi delle due ruote.



Fig. 6.

I passi reali, cioè misurati normalmente alla direzione dei denti di due ruote ingrananti, devono essere eguali per ambedue. I passi obliqui, cioè misurati in una sezione retta della ruota, di due ruote ingrananti, sono eguali se le due ruote hanno spirali aventi lo stesso angolo  $\alpha$  di inclinazione, sono disuguali se hanno disuguali angoli  $\alpha$  di inclinazione.

Mentre per le ruote cilindriche a denti dritti, il rapporto dei diametri primitivi è eguale al rapporto del numero dei denti ed eguale al rapporto inverso delle velocità, ciò non è più vero in generale per le ruote a denti elicoidali, nelle quali con determinati diametri primitivi si possono ottenere diversi rapporti di velocità secondo i valori delle inclinazioni delle spirali.

Le ruote a denti elicoidali presentano attrito di scorrimento nel funzionare, ed hanno poca superficie di contatto; esse convengono per trasmettere sforzi relativamente piccoli a velocità piuttosto elevate, e devono essere costruite molto accuratamente. Quando sono costruite con materiali convenienti e sono ben eseguite e ben mantenute, camminano molto silenziosamente.

Specialmente dopo l'introduzione di macchine automatiche, capaci di tagliarle esattamente, l'uso di ruote elicoidali ad assi non paralleli va estendendosi, in grazia delle soluzioni che esse offrono nei casi di trasmissioni fra alberi non paralleli (macchine utensili, distribuzioni di matrici, ecc.).

b) *Ruote elicoidali ad assi paralleli* (fig. 7). In questo caso il passo reale e l'angolo d'inclinazione  $\alpha$  dei denti, e quindi anche il passo obliquo devono essere eguali per due ruote ingrananti; però mentre una ha la spirale destrorsa, l'altra ha la spirale sinistrorsa.

In causa della inclinazione dei denti si esercita una spinta assiale che produce una perdita di lavoro per attrito sui cuscinetti che sostengono gli alberi, tanto più grande quanto maggiore è l'angolo di inclinazione: si è perciò che tale angolo non supera mai i 20°. Queste ruote ebbero alcuni anni o sono una certa voga presso i costruttori di macchine utensili, perché si riusciva con una dentatura anche poco perfetta ad avere una trasmissione più silenziosa, che con ingranaggi a denti dritti. Ma i mezzi di costruzione essendosi perfezionati, gli ingranaggi a denti dritti si possono eseguire in modo quasi perfetto e costano meno di quelli a denti elicoidali, e sono oggi preferiti.

A questo proposito mi preme di far rilevare un errore in cui sono incorsi quasi tutti i costruttori di torni che hanno adottato gli ingranaggi a denti elicoidali per il ritardo della fantina. Quasi tutti



Fig. 7.

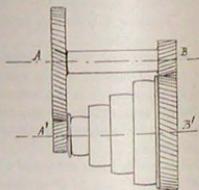


Fig. 8.

hanno disposto i denti della ruota A (fig. 8) e del rocchetto B del ritardo con inclinazione contraria gli uni agli altri, ritenendo di annullare sui cuscinetti dell'albero la spinta assiale. Ma la ruota A è condotta e la B è conduttrice: quindi la componente dell'azione dei denti della ruota A sui denti della A e la componente della reazione che i denti della B ricevono dai denti della B, sono diretti nello stesso senso, appunto perché le inclinazioni dei due denti sono per versi contrari.

c) *Ruote con denti à chevrons*. — Sono sempre ad assi paralleli e sono costituite di due parti riunite da bulloni, e con i denti elicoidali è per versi contrari: in questo modo si elimina la spinta assiale che presentano le ruote del secondo caso. Le ruote à chevrons sono molto difficili ad eseguire, assai costose e quindi usate solo in casi speciali (fig. 9.)

5. — Se una ruota ha denti elicoidali con inclinazione  $\alpha$ , fig. 10, misurata rispetto all'asse di rotazione, se  $m$  è il modulo reale misurato normalmente al dente, il modulo obliquo o meglio apparente (quello che appare in una sezione retta della ruota) è

$$m' = \frac{m}{\cos \alpha}$$

Il diametro della circonferenza primitiva è

$$d = n m' = n \frac{m}{\cos \alpha}$$

Il diametro esterno, poiché si fa l'altezza della testa del dente eguale al modulo reale, è:

$$d_e = n m' + 2 m = n \frac{m}{\cos \alpha} + 2 m = \left( \frac{n}{\cos \alpha} + 2 \right) m$$

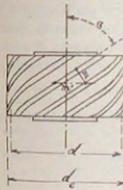


Fig. 10.

L'altezza del piede del dente si fa = 1.166 m.

Per due ruote ad assi non paralleli facenti fra di loro l'angolo  $\gamma$ , se l'angolo di inclinazione del dente di una ruota con l'asse è  $\alpha_1$ ,

l'altra ruota deve avere i denti inclinati col suo asse dell'angolo  $\alpha_2$ , tale che

$$\gamma = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (2)$$

Il rapporto della velocità di due ruote di denti  $n_1$ , ed  $n_2$ , inclinati rispettivamente degli angoli  $\alpha_1$ , ed  $\alpha_2$ , e di diametri primitivi  $d_1$ , e  $d_2$  è

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_2 \cos \alpha_2}{d_1 \cos \alpha_1} \quad (3)$$

Da questa si ricava che anche da due ruote dello stesso diametro si può ottenere un rapporto di velocità diverso da 1: basterà scegliere opportunamente  $\alpha_1$ , ed  $\alpha_2$ . Per esempio, se si vuole avere una trasmissione con rapporto di velocità  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{2}$  tra due alberi a 90° fra di loro, e con due ruote di diametri primitivi eguali, basterà fare nella (2) e nella (3)

$$\frac{\cos \alpha_2}{\cos \alpha_1} = \frac{1}{2}$$

ed

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ$$

Queste due relazioni danno:

$$\alpha_1 = 26,35'$$

$$\alpha_2 = 63,25'$$

Naturalmente la ruota che ha i denti meno inclinati ( $\alpha_1$ ) avrà un numero di denti doppio della ruota che ha i denti più inclinati ( $\alpha_2$ ).

Es.: si vuol costruire una ruota che ingrani con una ruota elicoidale, il cui numero di denti è  $n_1 = 20$ , il modulo reale  $m = 10$  e l'inclinazione dei denti  $\alpha_1 = 50^\circ$ . Si vuole che il rapporto di trasmissione sia  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 1$  e l'angolo fra gli assi delle due ruote è  $\gamma = 90^\circ$ .

Avremo l'angolo di inclinazione dei denti della ruota che si vuol progettare

$$\alpha_2 = 90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$$

il modulo apparente sarà:

$$m' = \frac{m}{\cos \alpha_1} = \frac{10}{0,766} = 13,05$$

il numero dei denti sarà di 20, e il diametro primitivo sarà

$$d_1 = m'_1 \cdot n = 20 \cdot 13,05 = 261 \text{ } m'_1$$

e il diametro esterno

$$D_1 = d_1 + 2m = 261 + 20 = 281 \text{ } m'_1$$

Per comodità di chi deve fare calcoli su queste ruote di ingranaggio si riporta una tabella dei moduli apparenti per diverse inclinazioni  $\alpha$ .

N. 2.

Tabella dei passi e dei moduli per ruote a denti elicoidali.

Angolo $\alpha =$	10°	20°	26°35'	45°	63°25'	Altezza dei denti	Testa dei denti
Modulo	1/2	0,506	0,530	0,560	0,706	1,120	0,50
Passo $m'_m$	1,57	1,59	0,560	1,75	2,22	3,50	1,08
Modulo	1	1,010	1,063	1,117	1,414	2,232	—
Passo $m'_m$	3,14	3,18	3,34	3,56	4,44	7,00	2,17
Modulo	1 1/2	1,270	1,330	1,400	1,770	2,860	—
Passo $m'_m$	3,93	4,00	4,18	4,70	5,56	8,77	2,71
Modulo	1 1/2	1,522	1,592	1,673	2,120	3,247	—
Passo $m'_m$	4,71	4,78	5,00	5,28	6,66	10,52	3,25
Modulo	1 1/2	1,777	1,863	1,953	2,477	3,906	—
Passo $m'_m$	5,50	5,59	5,85	6,34	7,78	12,27	3,79
Modulo	2	2,030	2,127	2,235	2,830	4,470	—
Passo $m'_m$	6,28	6,37	6,68	7,02	8,88	14,04	4,33
Modulo	2 1/4	2,285	2,600	2,800	3,537	5,600	—
Passo $m'_m$	7,07	7,98	8,96	8,79	11,11	17,58	4,90
Modulo	2 1/4	2,540	2,660	2,800	3,537	5,600	—
Passo $m'_m$	7,86	7,98	8,96	8,79	11,11	17,58	5,40
Modulo	2 1/4	2,790	2,923	3,070	3,880	6,140	—
Passo $m'_m$	8,63	8,76	9,18	9,65	12,20	19,30	5,96
Modulo	3	3,045	3,190	3,350	4,250	6,700	—
Passo $m'_m$	9,43	9,57	10,03	10,53	13,34	21,06	6,50
Modulo	3 1/4	3,294	3,450	3,626	4,560	7,250	—
Passo $m'_m$	10,20	10,35	10,85	11,40	14,42	22,80	7,04
Modulo	3 1/4	3,550	3,730	3,910	4,954	7,820	—
Passo $m'_m$	11	11,16	11,70	12,29	15,56	24,58	7,60

Segue Tabella dei passi e dei moduli per le ruote a denti elicoidali.

Angolo $\alpha =$	10°	20°	25°35'	45°	63°25'	Altezza del dente	Testa del dente
Modulo 3 $\frac{3}{4}$	3,800	3,984	4,190	5,300	8,380	$\frac{3}{4}m$	$\frac{3}{4}m$
Passo $\frac{3}{4}m$	11,77	11,94	12,52	13,15	16,65	26,50	8,12
Modulo 4	4,067	4,203	4,400	4,740	5,660	8,940	4, —
Passo $\frac{3}{4}m$	12,57	13,37	14,04	14,94	17,79	28,08	8,70
Modulo 4 $\frac{1}{4}$	4,310	4,520	4,740	6,000	9,480	—	9,21
Passo $\frac{3}{4}m$	13,34	13,54	14,19	14,94	18,86	29,80	4,25
Modulo 4 $\frac{1}{2}$	4,570	4,790	5,030	6,360	10,060	—	3,70
Passo $\frac{3}{4}m$	14,14	14,36	15,05	15,80	30, —	31,60	4,50
Modulo 4 $\frac{3}{4}$	4,810	5,045	5,300	6,704	10,690	—	10,29
Passo $\frac{3}{4}m$	14,90	15,12	15,85	16,65	21,08	33,30	4,75
Modulo 5	5,080	5,320	5,584	7,070	11,188	—	10,80
Passo $\frac{3}{4}m$	15,71	15,96	16,71	17,56	22,22	35,12	5, —
Modulo 5 $\frac{1}{4}$	5,325	5,580	5,860	7,420	11,720	—	11,38
Passo $\frac{3}{4}m$	16,18	16,73	18,41	18,41	23,31	36,82	5,25
Modulo 5 $\frac{1}{2}$	5,580	5,850	6,140	7,780	12,280	—	11,92
Passo $\frac{3}{4}m$	17,28	17,53	18,38	19,30	24,44	38,50	5,50
Modulo 5 $\frac{3}{4}$	5,850	6,110	6,420	8,253	12,840	—	12,45
Passo $\frac{3}{4}m$	18,05	18,32	19,20	20,17	12,840	40,34	5,75
Modulo 6	6,160	6,380	6,710	8,455	13,420	—	13, —
Passo $\frac{3}{4}m$	18,86	19,15	20,06	21,05	26,67	43,12	6, —
Modulo 6 $\frac{1}{4}$	6,590	6,910	7,266	9,190	14,520	—	14,08
Passo $\frac{3}{4}m$	20,42	21,71	22,80	24,87	45,00	—	6,50
Modulo 7	7,110	7,450	7,820	9,910	15,550	—	15,16
Passo $\frac{3}{4}m$	22,34	22,34	24,58	31,12	49,16	—	7, —
Modulo 8	8,120	8,510	8,940	11,320	17,890	—	17,35
Passo $\frac{3}{4}m$	25,14	25,50	26,74	29,08	35,55	56,17	8, —
Modulo 9	9,140	9,574	10,060	12,730	20,120	—	19,40
Passo $\frac{3}{4}m$	28,27	28,08	30,07	31,58	59,98	63,17	9, —
Modulo 10	10,160	10,640	11,180	14,150	22,360	—	21,60
Passo $\frac{3}{4}m$	31,42	31,50	33,42	35,10	44,44	70,21	10, —

(Continua).

Ing. MICHELE FERREO.

## DISPERSIONE E CONCATENAMENTO DEI FLUSSI MAGNETICI

in una coppia di circuiti di corrente

Tutti gli apparecchi generatori e trasformatori elettromagnetici di energia elettrica possono ridursi schematicamente ad una coppia di circuiti elettrici concatenati ad un circuito magnetico, ove ad ogni variazione di energia corrisponde una variazione di concatenamento, e viceversa.

Nelle brevi considerazioni teoriche seguenti, avremo di mira una coppia di circuiti simili, occupanti posizioni relative determinate, d'altra parte qualunque, in un mezzo di permeabilità costante, come l'aria. È il caso del trasformatore teorico indeformabile più semplice, che suole considerarsi in prima approssimazione matematica.

Allora, come è noto, con  $L_1$  ed  $L_2$  (coefficienti di autoinduzione) si indica ordinariamente il flusso che a ciascuno dei circuiti si concatena quando esso è percorso dalla corrente *uno*; con  $M$  (coefficiente di mutua induzione) si indica il flusso di induzione unitario concatenato ad entrambi i circuiti. Le due prime grandezze sono, in tali termini, soltanto coefficienti di forma, e l'un dall'altro in generale indipendenti; la terza grandezza è un coefficiente di forma e di posizione e dipende, cioè, da tutte le caratteristiche geometriche del sistema dei due circuiti.

Con  $M$  si rappresenta di fatto tanto quella parte del flusso magnetico originato dalla corrente *uno* nel circuito I che attraversa il circuito II, quanto quella parte del flusso dovuto alla corrente *uno* nel circuito II, che attraversa anche il circuito I. Ciò che si esprime scrivendo che il flusso concatenato unitario dovuto all'un circuito è uguale al flusso concatenato unitario dovuto all'altro circuito:

$$M = L_2 (1 - \xi) = L_1 (1 - \xi), \quad (1)$$

ore con  $L_1 \zeta$ , ed  $L_2 \zeta_0$ , si indichino rispettivamente quelle parti dei flussi unitari che si concatenano con i soli circuiti omonimi. Di conseguenza, i simboli

$$\zeta = \frac{L_1 - M}{L_1}, \quad \zeta_0 = \frac{L_2 - M}{L_2} = \frac{l_2}{L_2} \quad (2)$$

rappresentano coefficienti di dispersione dei flussi concatenati, ed  $l_1$ ,  $l_2$  sono quindi i coefficienti di autoinduzione reali dei due circuiti, in quanto cioè entrano a creare la loro reattanza.

Si deduce dalle (1):

$$(a) \quad \frac{l_1}{l_2} = \frac{1 - \zeta_0}{1 - \zeta}, \quad \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \sqrt{(1 - \zeta)(1 - \zeta_0)} \quad (b)$$

cioè:

a) Il rapporto dei coefficienti di autoinduzione nominali (o geometrici) è uguale al rapporto inverso dei coefficienti di concatenamento;

b) La quota di flusso concatenato vale la media geometrica dei coefficienti di concatenamento.

Per analogia con i coefficienti di concatenamento, si usa di porre questa quota di flusso concatenato sotto la forma

$$1 - \zeta = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

scrivendo quindi, con le (1),

$$\sqrt{L_1 L_2} (1 - \zeta) = L_1 (1 - \zeta) = L_2 (1 - \zeta_0), \quad (3)$$

tre espressioni diverse del valore di  $M$ . La prima enuncia il *quantum* di flusso concatenato unitario siccome relativo a due circuiti identici fittizi, ciascuno de' quali concatenasse totalmente un flusso unitario  $\sqrt{L_1 L_2}$ , e ne lasciasse disperdere al di fuori dell'altro la parte  $\zeta \sqrt{L_1 L_2}$ . È la espressione più notoria pel coefficiente di induzione mutua

$$M = \sqrt{L_1 L_2} (1 - \zeta).$$

Le altre due espressioni (3) enunciano il valore di  $M$ , quale è nella sua realtà fisica, siccome il *quantum* di flusso unitario, dovuto a volta a volta a ciascun de' circuiti, che si concatena anche all'altro circuito.

La (b) può quindi scriversi

$$(1 - \zeta)^2 = (1 - \zeta)(1 - \zeta_0). \quad (b')$$

Questo coefficiente di dispersione  $\zeta$  del flusso concatenato non ha però altro significato logico che quello analogico espresso dalle (b'), cioè solo in quanto è funzione di  $\zeta_0$  e  $\zeta_0$ . In molti casi della teoria, singolarmente nello studio del motore d'induzione (trasformatore generale), la considerazione tacita del sistema fittizio con l'uso del solo coefficiente  $\zeta$  si dimostra assai meno opportuna, per non dire affatto insufficiente, che non quella del sistema reale con l'uso esplicito dei coefficienti  $\zeta$ , e  $\zeta_0$ . I quali sono in generale essenzialmente differenti; infatti, dalle (3)

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{1 - \zeta_0}{1 - \zeta} = \left( \frac{1 - \zeta_0}{1 - \zeta} \right)^2 = \left( \frac{1 - \zeta}{1 - \zeta_0} \right)^2$$

e quindi, in generale,

$$\text{per } \frac{L_1}{L_2} \geq 1 \quad \text{si ha} \quad \zeta_0 \geq \zeta \geq \zeta_0.$$

cioè  $\zeta$  è sempre compreso fra  $\zeta_0$  e  $\zeta_0$ .

Se consideriamo una coppia di circuiti simili, per esempio toroidi con le linee assiali coincidenti, quali possono ravvisarsi prossimamente in un trasformatore schematico, come quello sperimentato da Faraday, e che permettano cioè di supporre

$$L_1 = \frac{4\pi}{R} N_1^2, \quad L_2 = \frac{4\pi}{R} N_2^2, \quad (4)$$

ove  $N_1$ , ed  $N_2$  indichino i rispettivi numeri di spire, ed  $R$  una riluttanza, — allora

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{1 - \zeta_0}{1 - \zeta},$$

ed

$$M = \frac{4\pi}{R} N_1^2 (1 - \zeta) = \frac{4\pi}{R} N_2^2 (1 - \zeta_0). \quad (5)$$

Queste espressioni ci invitano a rappresentare  $M$  nella stessa forma di  $L_1$ , ed  $L_2$ , cioè come proporzionale al quadrato di un certo numero di spire  $N$ ,

$$M = \frac{4\pi}{R} N^2. \quad (5')$$

quale ci è offerto dalle (5) medesime e che costituisce una parte delle  $N_1$  ed  $N_2$ :

$$N = N_1 \sqrt{1 - \zeta_1} = N_2 \sqrt{1 - \zeta_2} \quad (6)$$

Vale a dire, con  $N$  si può indicare il numero delle spire concatenate (dal flusso comune) pertinente a ciascuno dei due circuiti. Orvìo è l'avvertire che tale considerazione presuppone che il circuito magnetico offra la stessa riluttanza tanto al flusso concatenato quanto ai flussi dispersi, come è scritto nelle (5).

Resteranno, dei numeri di spire totali  $N_1$  ed  $N_2$ , due parti, in generale differenti, di spire non concatenate con altro flusso che quello proprio, cioè, i numeri di spire disperse, risp.  $n_1$  ed  $n_2$ .

E, siccome in corrispondenza delle (2)

$$L_1 = M + l_1, \quad L_2 = M + l_2,$$

si ha

$$N_1^2 = N^2 + N_1^2 \zeta_1, \quad N_2^2 = N^2 + N_2^2 \zeta_2, \quad (7)$$

questi numeri di spire saranno rispettivamente

$$n_1 = N_1 \sqrt{\zeta_1}, \quad n_2 = N_2 \sqrt{\zeta_2}. \quad (8)$$

In un trasformatore, per es., a tali spire disperse sono dovute le induttanze vere, primaria e secondaria, della forma

$$l_1 = \frac{4\pi}{R} n_1^2, \quad l_2 = \frac{4\pi}{R} n_2^2,$$

e le conseguenti forze elettromotrici di autoinduzione

$$\frac{2\pi}{T} l_1 I_1, \quad \frac{2\pi}{T} l_2 I_2,$$

quando il flusso principale  $\Phi$  è dovuto alla composizione delle ampère spire  $N_1$ ,  $I_1$  ed  $N_2$ ,  $I_2$ .

Fisicamente, le (7) hanno una significazione reale. Esse corrispondono cioè ad immaginare scomposto ciascuno dei due dati sistemi di spire  $N_1$  ed  $N_2$  in una coppia di sistemi di spire in due piani ortogonali, in modo tale che il flusso magnetico di ciascun sistema componente non attraversi l'altro sistema componente omonimo, ma soltanto si concateni con uno dei sistemi dell'altra coppia. L'un sistema componente di ciascuna coppia produce la sua parte di flusso totale concatenato, l'altro sistema il flusso disperso rispettivo.

Questa rappresentazione si interpreta dunque dicendo che  $N$ , numero di spire concatenate dal flusso comune nei due circuiti, a volta a volta  $N_1 \sqrt{1 - \zeta_1}$  ed  $N_2 \sqrt{1 - \zeta_2}$ , possono considerarsi come formanti un sistema di un doppio numero di spire coplanari e coincidenti; e che  $n_1 = N_1 \sqrt{\zeta_1}$  ed  $n_2 = N_2 \sqrt{\zeta_2}$ , numeri di spire disperse, non concatenate, cioè, che con flussi propri, possono considerarsi come due sistemi di spire in due piani normali fra loro e normali al piano delle spire concatenate dei due circuiti.

Lo schema teorico della Fig. 1 ci offre dunque la considerazione di una terna dei piani C, A, B ortogonali, nei quali giacciono rispettivamente i tre sistemi di spire,  $2N$ , concatenate, ed  $n_1$ ,  $n_2$ , disperse, e dei quali le intersezioni potrebbero considerarsi come direzioni dei flussi corrispondenti:  $\Phi$ ,  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ .

Nel piano C è definita numericamente l'induzione mutua teorica; nei piani A, B sono definite le autoinduzioni teoriche che entrano a costituire le reattanze vere dei due circuiti.

Sappiamo ora questi circuiti animati risp. dalle correnti alternative sinusoidali unitarie  $\text{sen}(\omega t + \varphi)$ ,  $\text{sen}(\omega t - \varphi)$ , spostate di fase di  $\varphi = \varphi' + \varphi''$ .

Portiamo su tre assi ortogonali O  $\Phi$ ,  $\Phi_1$ ,  $\Phi_2$ , tre segmenti proporzionali risp. ai nostri tre numeri di ampère spire massime  $N$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ , (fig. 2).

Le ampère-spire concatenate  $N$  sono quelle per le quali l'energia passa dall'uno all'altro circuito.

Le ampère-spire disperse  $n_1$  ed  $n_2$  sono in quadratura con le ampère-spire energetiche  $N$ , e sono in quadratura fra loro; se nelle  $N$

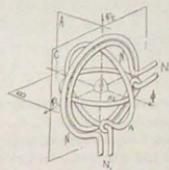


Fig. 1.

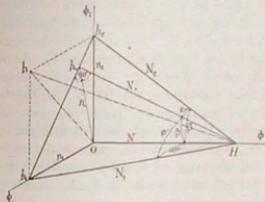


Fig. 2.

si consuma energia a mo' di una resistenza ohmica, le altre due possono riguardarsi siccome componenti oziose delle ampère-spire totali  $N_1$ ,  $N_2$ . Ciò corrisponde al fatto che ad esse son dovute le  $f. e. m.$  di autoinduzione nei due circuiti, le quali operano senza produrre variazioni di energia nel campo di altri circuiti che in quelli degli omonimi rispettivi.

Le relazioni

$$N = \sqrt{N_1^2 - n_1^2} = \sqrt{N_2^2 - n_2^2}$$

determinano i due seguenti  $\overline{Hh}$ , ed  $\overline{Hh_1}$  rappresentanti le ampère-spire unitarie totali  $N_1$ ,  $N_2$ . Se nel loro punto d'incontro  $H$  tali segmenti comprendono un angolo uguale o supplementare alla differenza di fase  $\varphi = \varphi' + \varphi''$ , il loro piano è allora quello nel quale si svolge il diagramma ordinario delle forze magnetomotrici ed elettromotrici. Esso taglia il terzo piano coordinato  $O\Phi_1\Phi_2$  in un segmento  $\overline{h_1h_2}$ , lato di chiusura delle ampère-spire totali, il cui valore è, ovviamente,

$$\overline{h_1h_2} = \sqrt{n_1^2 + n_2^2} = \sqrt{N_1^2 + N_2^2 - 2N_1N_2 \cos \varphi}. \quad (9)$$

Donde:

$$N^2 = N_1N_2 \cos \varphi. \quad (9)$$

L'avere noi assunto le dette due correnti sinusoidali per animare lo schema della fig. 1, equivale ad immaginare i due circuiti percorsi da correnti continue uguali ad 1:  $\sqrt{2}$  unità, mentre i numeri di spire totali si facciano variare col tempo secondo quelle leggi sinusoidali, partendo dai valori massimi  $N_1$ ,  $N_2$ . La equazione (9) che regge la costruzione della fig. 2, mostra, con la conseguenza (9), che il nostro schema crea una dipendenza diretta fra l'angolo di spostamento  $\varphi$  ed il numero di spire concatenate, per date  $N_1$ ,  $N_2$ . Questa relazione va però considerata come riguardante indifferentemente o lo spostamento di fase nel tempo o lo spostamento angolare nello spazio, dei due raggi vettori  $N_1$ ,  $N_2$ . Nel primo caso essi rappresenteranno le correnti, nel secondo gli assi magnetici dei campi ad esse dovuti. Allora, la (9) esprime che, per dati valori scalari di  $N_1$ ,  $N_2$ , quando il numero delle spire concatenate si annulla il detto spostamento diviene di 90°: alcuna energia non si trasporta dall'un circuito sull'altro, o perchè le fasi sono in quadratura (momento della forza uguale a zero), o perchè gli assi magnetici sono ortogonali (concatenamento nullo).

Ora: ogni segmento, per  $O$ , giacente nel piano  $O\Phi_1\Phi_2$ , come, per es.,  $\overline{Oh} = \overline{h_1h_2}$ , può considerarsi omogeneo con un numero di ampère-spire unitarie disperse.

Ogni segmento, per  $H$ , nel piano  $Hh_1h_2$  può considerarsi omogeneo con un numero di ampère-spire totali, scomponibile sempre in una coppia ortogonale di concatenate ( $N$ ), e disperse ( $n$ ). Da tutte queste coppie, che comprendono  $N$ , ve ne sarà una che potrà prendersi a rappresentare il sistema fittizio equivalente cui spettano i coefficienti d'induzione  $\sqrt{L_1L_2}$ ,  $\sqrt{L_1L_3}$ ,  $M$ , cioè il coefficiente unico di dispersione  $\zeta$  della (3).

Dimostro che si tratta di quel numero di ampère-spire totali che sul piano  $Hh_1h_2$  è rappresentato dal segmento  $N$ , di fase zero, cui si riferiscono cioè  $\varphi'$  e  $\varphi''$ , e che è determinato dalla intersezione del piano  $Hh_1h_2$  col piano ad esso normale passante per  $OH = N$ .

Notando che  $N$ , ed  $n$ , devono nel caso nostro essere normali al segmento  $h_1h_2$ , dalla fig. 2 si hanno senz'altro le relazioni:

$$N = N_1 \cos \delta = N_2 \cos \delta' = N_3 \cos \delta, \quad (10)$$

$$n_1 = N_1 \sin \delta, \quad n_2 = N_2 \sin \delta', \quad n_3 = N_3 \sin \delta;$$

$$\frac{1}{n_3^2} = \frac{1}{n_1^2} + \frac{1}{n_2^2}. \quad (11)$$

Questa equazione (11) fornisce il valore delle ampère-spire unitarie disperse  $n$ , quali apparterebbero a ciascuno dei due circuiti del detto sistema fittizio, sarebbe a dire

$$n_3^2 = \sqrt{L_1L_2} - M.$$

Inoltre, dalle (10),

$$\zeta_1 = \left(\frac{n_1}{N_1}\right)^2 = \sin^2 \delta, \quad \zeta_2 = \left(\frac{n_2}{N_2}\right)^2 = \sin^2 \delta'; \quad \zeta = \left(\frac{n_3}{N_3}\right)^2 = \sin^2 \delta.$$

E quindi, secondo la (6),

$$\cos^2 \delta = \cos \delta', \cos \delta''.$$

Infine, con riguardo alla (9),

$$N^2 = N_1 \cos \delta', N_2 \cos \delta'' = N_3^2 \cos^2 \delta, \\ = N_1N_2 \cos \varphi,$$

risulta

$$N' = N' + n_i' = N, N_i,$$

$$\cos^2 \beta = \cos \varphi.$$

Ne consegue, dunque, per il sistema fittizio equivalente,

$$\frac{M}{\sqrt{L_i L_a}} = \frac{N}{N' + n_i'}, \quad \zeta = \frac{n_i^2}{N' + n_i'},$$

nello stesso modo che per il sistema reale:

$$\frac{M}{L_i} = \frac{N'}{N' + n_i'}, \quad \zeta_1 = \frac{n_i^2}{N' + n_i'},$$

$$\frac{M}{L_a} = \frac{N'}{N' + n_i'}, \quad \zeta_2 = \frac{n_i^2}{N' + n_i'}.$$

DR. ANDREA GIULIO ROSSI.

## I MOTORI A GAS-POVERO NELLE STAZIONI CENTRALI ELETTRICHE

Cinquant'anni or sono, chi avesse detto che l'elettrotecnica avrebbe fatto i progressi maravigliosi che ci è permesso oggi di constatare, sarebbe stato chiamato un illusionista, imperocchè i mezzi di cui allora si disponeva per produrre la corrente elettrica, troppo costosi ed incerti, non offrivano nessuna garanzia per affrontare le risorse industriali. La via che doveva condurre l'elettrotecnica ad un reale progresso fu scoperta in epoca molto più prossima a noi, nel 1866, quando i due benemeriti della scienza, il tedesco Werner Siemens e l'inglese Wheatstone, simultaneamente e all'insaputa l'uno dell'altro, riferendosi alle notevoli esperienze del Wilde, dimostrarono in modo più che mai esauriente che con le macchine d'induzione elettromagnetica non è il magnetismo, ma l'energia meccanica spesa per muoverle che si trasforma in energia elettrica. Sorsero allora le prime dinamo industriali e, conseguentemente, le prime importanti applicazioni della corrente elettrica.

Perfezionatasi la costruzione delle dinamo per la nuova forma d'armatura ideata nel 1874 dall'italiano Pacinotti, lo sviluppo di queste applicazioni cominciò a divenire rigoglioso e si accentuò ben presto quando entrarono nell'uso pratico le correnti ad alta tensione e soprattutto le correnti alternate, in seguito alle preziose invenzioni de' trasformatori e de' motori a campo magnetico rotante, fatti conoscere per la prima volta rispettivamente da Gaulard e Gibbs e da Galileo Ferraris. Per mezzo di questi apparecchi si risolsero i due importanti problemi della trasmissione dell'energia elettrica a grandi distanze e dell'abbassamento della tensione ed innocuità delle correnti alternate ne' siti di consumo.

Le applicazioni elettriche oramai sono numerose e, non ostante il

visibile aumento di prezzo delle materie prime che si richiedono per esse, continuano a svilupparsi per modo da generare nel pubblico la convinzione che l'elettricità deve prestarsi a soddisfare tutti i più arditi desideri e, magari, qualunque capriccio umano. Eppure quasi esperimenti e quanti studi occorrono ancora prima che l'elettrotecnica possa affrontare tutti i problemi con la sicurezza di una soluzione pronta, semplice ed economica! Tuttavia non si può dubitare che alle attuali applicazioni altre se ne aggiungeranno per le quali sarà rinviato quel movimento commerciale ed economico iniziato da poco e già in notevole incremento.

Però la storia dell'elettrotecnica, sebbene ancora troppo breve, ci ammonisce che ogni qualvolta si è migliorata la produzione della corrente elettrica se n'è accresciuto il numero delle applicazioni; onde non mi sembra erroneo l'affermare che l'alteriore sviluppo dell'elettrotecnica sarà determinato dai progressi nei modi di produrre e di accumulare la corrente stessa.

Fraintanto, in attesa dei nuovi progressi, che tutto ci fa ritenere non si faranno troppo aspettare in questo ramo speciale della tecnica elettrica, a noi spetta ora di eseguire nelle migliori condizioni tecniche ed economiche la trasformazione dell'energia meccanica in elettrica, dappoiché solo in tal modo si sa industrialmente quest'ultima produrre.

Per conseguire ciò è necessario di disporre soprattutto di energia meccanica che costi il meno che sia possibile. L'utilizzazione delle forze naturali a tale riguardo si presenta come la più indicata. Se non che nello stato attuale della tecnologia elettro-meccanica fra queste forze è praticamente utilizzata soltanto quella dei salti d'acqua. Una tale sorgente di forza gratuita è di grand'importanza per le applicazioni elettriche, imperocché può utilizzarsi nel luogo stesso delle cascate d'acqua e per mezzo dell'elettricità trasmettersi a grandi distanze. Le macchine idrauliche utilizzanti tali salti sono di solito le turbine, le ruote *Pelton* nel caso di grandi pressioni e le ruote idrauliche soltanto in via eccezionale.

Ma salti d'acqua non si hanno disponibili dovunque; né, quando si hanno, sono sempre sufficienti; inoltre i trasporti d'energia elettrica a grandi distanze non sempre riescono vantaggiosi dal punto di vista economico. Perciò, in molti casi della pratica, o completamente o come riserva, si è obbligati a produrre l'energia meccanica, impie-

gando motori appositi. Nelle officine generatrici d'elettricità, però, da eccezione dei motori a vapore o di quelli comunemente detti a gas, tutti gli altri, come per esempio i motori ad aria calda o compressa, quelli a petrolio, le turbine a vapore, non sono di solito adoperati.

L'elettrotecnico è, dunque, oggi limitato nella scelta dei motori che devono azionare le dinamo delle stazioni centrali elettriche fra le turbine, le motrici a vapore ed i motori a gas.

Le turbine e le motrici a vapore sono arrivate ad un grado di perfezione tale che sembra poco probabile che se ne possa migliorare ancora in modo sensibile il rendimento. Forse soltanto le macchine a vapore ad altissima tensione e le turbine a vapore potranno condurre a qualche modificazione nel macchinario attuale delle officine generatrici d'elettricità, per quanto riguarda i motori a vapore. I motori a gas, invece, sono suscettibili di ulteriori perfezionamenti, anzi, secondo alcuni tecnici, sono destinati ad apportare fra non molto una profonda modificazione nei mezzi di generare l'energia meccanica.

Gli elettrotecnici e gli industriali, però, se sono quasi sempre d'accordo nell'impiegare i motori idraulici quando si dispone di salti d'acqua in prossimità o poco lontani dal sito di consumo dell'energia elettrica, perchè li trovano oltremodo economici, sono invece spesso in disaccordo quando sono costretti di scegliere tra i motori a gas e quelli a vapore.

È fuori dubbio che per le officine generatrici d'elettricità d'una certa importanza le macchine a vapore di grande potenza hanno dato dei rendimenti economicissimi, ed il consumo del carbone non ha guari preoccupato l'industriale. Ma quando l'applicazione dell'elettricità debba fare a piccoli impianti d'illuminazione, di trazione o di trasporto di forza, l'impiego delle macchine a vapore di debole potenza richiedendo un consumo eccessivo di carbone e riuscendo per conseguenza di cattivo rendimento, forza l'industriale a ricercare in tutti i modi l'economia del combustibile e delle spese generali. Questa necessità si è fatta sentire molto in questi ultimi anni e si fa tuttora sentire per l'elevato aumento di prezzo del carbone.

Prendere, adunque, in esame la questione così controversa della preferenza dei motori a gas propriamente detti a quelli a vapore per produrre la forza motrice occorrente negli impianti elettrici di media potenza non mi sembra inopportuna, né oziosa, tanto più che presso di noi sono comuni gli impianti di tale natura.

Riconosco di essere forse un po' arido per tentarne la soluzione poiché mi manca quella completa competenza in materia che una larga cultura tecnica ed una seria e lunga pratica d'officina possono soltanto procurare; ma se non riuscirò a deciderla in modo affatto definitivo, ho fiducia di provare almeno prive di qualsiasi fondamento certe affermazioni che sono state dette, ripetute e scritte a discredito de' motori a gas in genere ed, in particolare, di quelli cosiddetti a gas-povero ed economico.

\*\*

I motori a vapore e quelli a gas sono, com'è noto, entrambi macchine trasformanti calore in lavoro; ne' primi il corpo veicolo della trasformazione è il vapore d'acqua, e ne' secondi possono essere il gas-luce, i gas-poveri ed i gas degli alti forni, mescolati con opportuna quantità d'aria.

Per rendere più chiaro e completo il confronto tra gli uni e gli altri credo opportuno richiamare brevemente le proprietà caratteristiche di questi gas, per le quali si rendono adatti alla produzione della forza motrice.

1). **Gas-luce.** — Il gas-luce fu il primo gas che, mescolato in opportune proporzioni con l'aria, servì per comando de' motori a gas, cominciati a costruire in modo veramente pratico solo dal 1870 per opera di Otto.

Esso è una vera miscela di diversi gas ottenuta distillando del litantre in storta fuori del contatto dell'aria, quindi in modo opportuno lavata e depurata. La natura e le proporzioni de' gas componenti variano per cause diversissime, fra cui sono principali la qualità del carbon fossile e delle miscele depuratrici adoperate, la carica della storta, la durata della distillazione, la temperatura de' gas stessi, la pressione negli apparecchi distillatori, di lavaggio e di depurazione. Inoltre, il gas-luce d'una medesima officina non ha mai un tenore stabile, ma oscillante intorno ad una composizione media.

In generale esso contiene dell'idrogeno H, del metano CH<sub>4</sub>, dell'etilene C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, dell'ossido di carbonio CO, dell'azoto N, dell'acido carbonico CO<sub>2</sub>, ed eventualmente dell'acido solfidrico H<sub>2</sub>S, del vapore acqueo H<sub>2</sub>O, dell'acetilene C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, ecc. Per dare un'idea de' limiti intorno a cui oscillano le ordinarie proporzioni di questi gas riporto

una tabella riassuntiva de' risultati d'importanti analisi fatte sul gas-luce di alcune città.

Elementi	Gas-luce di Heidelberg	Gas-luce di Berna	Gas-luce di Chemnitz	Gas-luce di Londra	Gas-luce di Birmingham
H	44	39,50	51,29	55,14	40,23
CH <sub>4</sub>	38,40	43,12	36,45	36,55	39
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	7,37	4,75	4,91	2,92	4,76
CO	5,73	4,66	4,45	4,11	4,05
N	4,23	4,65	1,41	3,19	10,10
CO <sub>2</sub>	0,37	3,02	1,02	0,99	1,50
H <sub>2</sub> S	—	—	—	—	0,56
Diversi	—	—	0,41	—	—

In pratica può interessare di conoscere con esattezza la qualità e la quantità de' diversi elementi di un dato gas-luce prima d'introdurlo in un motore; in tal caso conviene eseguire senz'altro un'accurata analisi chimica.

Anche la densità del gas-luce non è costante; in molti casi s'è trovata di circa 0,4, ma può essere superiore tuttavia a 0,6 se il fossile distillato è, ad esempio, della natura de' *cannel-coals*.

Una proprietà importantissima del gas-luce in rapporto al suo speciale impiego ne' motori è il suo potere calorifico. Slaby ha rilevato che il calore svolto dalla combustione di 1 m<sup>3</sup> di gas è di 4785 calorie; Grashof invece lo ha trovato di 6000 calorie; altri sperimentatori hanno constatati valori intermedi tra questi due; in media lo si può ammettere tra 5200 e 5500 calorie. Se ci si riferisce ad 1 Kg. di gas, può valutarsi dalle 10.500 alle 12.000 calorie. Secondo il Witz il massimo potere calorifico conseguibile da una data miscela di gas-luce e d'aria si ottiene quando il volume del primo è un sesto della seconda.

Ne' motori, però, non si suole mantenere sempre questa proporzione. Si preferiscono spesso miscele più ricche d'aria, il volume della quale talvolta si fa anche decuplo di quello del gas. Col variare delle proporzioni di questo e di quella è evidente che deve variare la temperatura della detonazione, cioè la temperatura che prenderebbe la totale miscela de' gas prodotti se tutte le calorie sviluppate fossero impiegate al loro riscaldamento. Se, ad esempio, la miscela esplo-

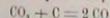
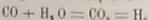
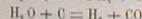
siva mantenuta a pressione costante è formata con 1 volume di gas e 6 volumi d'aria, secondo il Witz testé ricordato, tale temperatura è di 2142 gradi centigradi; se, invece, è formata con 1 volume di gas e 10 volumi di aria è di 1725 gradi centigradi. Supposto, inoltre, che inizialmente la miscela fosse a 0° C, e alla pressione di 1 atmosfera, la pressione finale nel primo caso della combustione completa si eleva fino a 6,8 atmosfere, nel secondo caso fino a 5,3.

2). **Gas-poveri.** — La pratica utilizzazione del gas-luce alla produzione della forza motrice fece sorgere ne' tecnici, parecchi anni dopo la comparsa de' primi motori a gas-luce, l'idea d'impiegare per lo stesso scopo gas di potere calorifico minore. In seguito ad alcuni esperimenti eseguiti nel 1886, si vide che tale idea poteva facilmente tradursi in fatto sempre che la miscela d'aria e di gas fosse in principio molto compressa nel cilindro motore. A partire da quest'epoca si cominciarono ad utilizzare ne' motori i gas, che si producono negli apparecchi compresi sotto il nome generale di *gasogeni* e che sono di solito chiamati *gas-poveri*, malamente traducendo la parola inglese *poor* (forza, potenza), che ben serve per distinguerli dagli altri gas adatti all'illuminazione.

Questi gas-poveri si possono pertanto produrre in diversi modi: o distillando alcune sostanze, come il legno, o bruciando incompletamente del carbone di legno, del coke, del carbon fossile, o facendo reagire il vapore d'acqua sul carbone incandescente.

Fra le diverse specie di gas che così si conseguono ha avuto finora maggiore impiego quello prodotto in quest'ultimo modo, e ch'è talvolta chiamato *gas Doveson* dal nome dell'inventore del gasogeno in cui lo si produce. In realtà questo gas è una miscela di gas normale di gasogeno e di gas d'acqua, costituita propriamente d'idrogeno, d'ossido di carbonio, di acido carbonico e di azoto con tracce eventuali di carburi d'idrogeno e di ossigeno.

Quando si fa attraversare dall'acqua allo stato di vapore una massa incandescente di carbone si può ritenere che si compiano le reazioni chimiche indicate dalle formole seguenti:



le quali mostrano che, in definitiva, è possibile ottenere una miscela d'idrogeno e d'ossido di carbonio. Per conseguenza, se il vapore acqueo impiegato fosse di 36 Kg. ed il carbone di 24 Kg., si dovrebbe ottenere una miscela d'idrogeno e d'ossido di carbonio del peso complessivo di 60 Kg. e del volume di 89 m<sup>3</sup> circa alla pressione atmosferica e a 0° C, costituita cioè di uguali volumi d'idrogeno e d'ossido di carbonio, di cui i pesi rispettivamente sarebbero 4 e 56 Kg. Con la combustione di 1 m<sup>3</sup> di questa miscela si dovrebbero sviluppare 3200 calorie.

Ma se si riflette che in pratica la combustione deve mantenersi per mezzo d'una corrente d'aria, si troverà naturale che la miscela risultante debba contenere anche, come ho già detto, dell'azoto e dell'acido carbonico, non che tracce di ossigeno e di carburi d'idrogeno, e che inoltre debba avere un potere calorifico per m<sup>3</sup> molto inferiore, talvolta anche minore di 2000 calorie.

In generale, la natura e le proporzioni de' diversi gas che compongono i gas-poveri, la loro densità ed il loro potere calorifico variano, come pel gas-luce, per cause diversissime non solo col variare degli apparecchi ne' quali si producono, ma anche negli apparecchi dello stesso tipo, e persino nello stesso apparecchio. Per dare un'idea delle proporzioni di questi gas componenti ho raccolto nella seguente tabella i risultati di alcune analisi fatte su gas-poveri di diversi gasogeni.

Elementi	Gas Riché	Gas Strong	Gas Lenczauca	Gas Dowson	Gas Siemens	Gas Fichet e Heurthey
H	44,20	53	30	18,73	16,85	30,6
CO	29	35	21	35,07	22,75	30,2
CO <sub>2</sub>	21,33	8	5	6,57	4,55	6,6
N	tracce	49,50	48,98	53,80	50,4	
CH <sub>4</sub>	14,47	3,50	—	2,05	—	
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	—	4	0,50	0,62	—	2,1
O	tracce	—	0,50	0,03	—	0,1
Potere calorifico per m <sup>3</sup>	2956	2500	1519	1432	1303	1200-1300

Il gas Dowson è fra i gas poveri quello quasi sempre preferito presso di noi. Come sua composizione normale si può ammettere la seguente:

H . . . . .	18 : 20 %
CO . . . . .	18 : 25 "
CO <sub>2</sub> . . . . .	5 : 6 "
N . . . . .	45 : 52 "
Carburi di H . . . . .	2 : 3 "
O . . . . .	0,1 : 1 "

Il potere calorifico di esso si può poi ritenere che vari da 1000 alle 1500 calorie per m<sup>3</sup>.

3). **Gas degli alti forni.** — I gas uscenti dagli alti forni ne quali si trattano i minerali di ferro si possono far entrare nella classe de' gas-poveri, imperocchè, se hanno un potere calorifico minore, risultano però costituiti dagli stessi elementi che vi si trovano soltanto in proporzioni diverse. Hanno come i gas-poveri ed il gas-luce una composizione variabile non solo da officina ad officina, ma nella stessa officina da un istante all'altro; tuttavia si possono in media ritenere normalmente così composti:

H e carburi . . . . .	1 : 4 %
CO . . . . .	24 : 28 "
CO <sub>2</sub> . . . . .	12 : 14 "
N . . . . .	50 : 60 "
Vapore d'acqua . . . . .	0 : 7 "

Il loro potere calorifero in alcuni casi si è trovato anche inferiore alle 950 calorie, in altri superiore invece alle 1100 per m<sup>3</sup>; in media si può ammettere uguale a 1000 calorie per m<sup>3</sup>.

Questi gas degli alti forni, che in epoca remota si lasciavano liberamente sfogare nell'atmosfera, già da molti anni si utilizzavano come combustibile per le caldaie a vapore od anche per riscaldamento dell'aria che dev'essere soffiata nell'alto forno. Era risaputo però, già da qualche tempo, che siffatta utilizzazione di essi non era la migliore, e che un vantaggioso partito si poteva trarre invece se si fossero potuti utilizzare direttamente ne' motori a gas. Ma diverse dif-

ficoltà rendevano difficile quest'altro loro modo d'impiego, e fra di esse erano principali le seguenti: il debole loro potere calorifico che necessariamente conduceva ad un'enorme quantità di gas per produrre una data forza motrice, la poca sicurezza della esplosione delle miscele di gas ed aria ne' cilindri motori ne' momenti opportuni, derivante dalla variabilità della loro composizione, la facile corrosione de' cilindri medesimi a causa della polvere proveniente dalla carica e de' vapori metallici che i gas stessi sempre contengono, la riduzione della forza esplosiva delle miscele medesime, e quindi della potenza del motore, dovuta alla presenza del vapore acqueo che in essi si riscontra quasi sempre in proporzioni variabili dal 5 al 10 %.

Ora queste difficoltà nello spazio di pochi anni, se non del tutto, in gran parte si sono eliminate per modo che oggi anche i gas degli alti forni si cominciano ad impiegare alla produzione della forza motrice. Lo Thwaite nel 1895 trovò un processo di purificazione di questi gas che fu lo stesso anno dal Riley applicato con risultati soddisfacenti ad un motore di 15 cavalli a Wishaw (Scozia). Nella stessa epoca furono fatte prove analoghe su di un motore di 4 cavalli a Searing dagli ingegneri della Società Cockerille; altre furono eseguite due anni dopo su di un motore di 200 cavalli del tipo Simplex ad un solo cilindro ed a 4 cicli da' medesimi ingegneri in unione del Witz e del professore Hubert dell'Università di Liegi; altre ancora furono fatte a Herde (Germania) e a Differdingen (Lussemburgo). Ma più di tutti si è spinta innanzi la detta Società Cockerille che nel 1899 mise in servizio il più grosso motore a gas ad un solo cilindro che fosse mai stato costruito. Su di esso furono fatte numerosissime prove da professori ed ingegneri competenti in materia con risultati ottimi sotto ogni riguardo.

Nell'esposizione di Parigi dello scorso anno figurava un motore perfettamente uguale a quest'ultimo, che dava 700 cavalli con gas di alto forno, 800 con gas di gasogeno e 1000 con gas-luce.

Attualmente la Società Cockerille e suoi concessionari hanno in costruzione motori di questo tipo per 35.000 cavalli. Altri motori per una potenza complessiva di altrettanti cavalli sono in costruzione in altri stabilimenti europei. Questi motori sono di potenza variabile da' 200 a' 1000 cavalli. Molti di essi sono destinati per azionare delle dinamo.

Un motore da 1000 cavalli è in corso di costruzione anche per la nostra officina metallurgica dell'isola d'Elba.

Non è difficile prevedere ne' diversi casi che possono presentarsi secondo le località l'eccesso di potenza motrice che si può ottenere rimpiazzando le attuali installazioni a vapore con installazioni a gas di alto forno. Il professore J. W. Richards, in un importante suo lavoro pubblicato lo scorso anno nel « *The Journal of the Franklin Institute* », ha esposto i risultati di alcuni calcoli da lui istituiti per determinare tale eccesso in 3 casi perfettamente distinti in base ad una produzione giornaliera di 100 tonnellate di ghisa. I dati relativi a questi 3 casi ed i risultati ottenuti sono riassunti nelle seguenti due tabelle.

ELEMENTI	CASO I		CASO II	CASO III
	(a)	(b)		
CO <sub>2</sub> . . . . . in volume	$\frac{3}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$
CO . . . . .	$\frac{15}{5}$	$\frac{15}{5}$	$\frac{12}{2}$	$\frac{6}{5}$
CO <sub>2</sub> . . . . .	25	25	24	30
H . . . . .	2	2	2	0,5
CH <sub>4</sub> . . . . .	1	1	2	0,5
N . . . . .	57	57	60	63
Consumo di coke per tonn. di ghisa . Kg.	700	700	900	1045
Temperatura del vento . . . . G° C°	700	700	500	400
Pressione massima del vento . . . . atm.	1,33	1,33	0,67	0,33
Rendimento de' riscaldatori . . . . .	50 $\frac{1}{8}$	75 $\frac{1}{8}$	65 $\frac{1}{8}$	80 $\frac{1}{8}$

Caso I	Caso II		Caso III	
	(a)	(b)	(a)	(b)
88210,000	141,100,000	141,100,000	252 510,000	383,910,000
5770	9280	9280	10500	25200
1730	2780	2780	4050	7600
345	555	555	590	750
680	1110	1110	1180	1500
640	610	610	460	270
1050	2140	2140	4190	7290
— 470	— 300	— 300	35	490
— 255	— 85	— 85	430	1230
1450	2000	2000	1530	3750
1385	2225	2225	4455	6510
1000	2610	2610	4060	6090
			2670	4340

RESULTATI DE' CALCOLI ISTITUITI

Potere calorifico netto del gas disponibile per le caldaie ed i motori a gas per 100 tonnellate di ghisa al giorno . . . . . Calorie

Potenza equivalente del gas indotto, in base ad un rendimento del 100% . . . . . Cavalli

Potenza indicata fornita da un motore a gas funzionante con questo gas, in base ad un rendimento del 30% . . . . . Cavalli

Potenza indicata fornita da una macchina a vapore per un rendimento supposto . . . . .

Potenza indicata necessaria al servizio dell'alto forno . . . . .

Eccesso di potenza impiegando il motore a gas . . . . .

Eccesso di potenza impiegando la macchina a vapore col rendimento . . . . .

Potenza che i motori a gas offrono in più delle macchine a vapore col rendimento . . . . .

È ovvio che tutti i casi verificabili nella pratica non potranno corrispondere a 3 considerati dal professore Richards, ed i risultati effettivamente conseguibili, rimpiazzando le installazioni a vapore con altre a gas, non potranno sempre essere così vantaggiosi. Però, chi s'è interessato della questione e ne ha seguito con interesse le vicende, e dagli studi fatti ed esperienze eseguite ha tratto giusti ammaestramenti, non potrà dubitare che un certo vantaggio si realizzerà sempre, e non troverà inoltre affatto ipotetica la di già annunciata rivoluzione economica che deriverà dalla utilizzazione de' gas degli alti forni alla produzione della forza motrice.

Ciò premesso, entro senz'altro nell'esame della questione che mi sono proposta.

\*\*\*

La superiorità de' motori a gas in genere su' motori a vapore è luminosamente provata, innanzitutto, da considerazioni affatto teoriche.

Si dimostra nella termodinamica che il coefficiente di rendimento teorico di una macchina termica, che funzioni secondo un ciclo qualunque di trasformazione, è sempre minore di quello che compete ad una macchina termica che funzioni, invece, secondo un ciclo di Carnot, nel quale fossero realizzati gli stessi limiti di temperatura. Ciò equivale a dire che si può da una macchina termica conseguire il massimo coefficiente di rendimento teorico se si somministra calore al corpo scelto come veicolo della trasformazione del calore in lavoro quando è alla temperatura massima, e a sottrargliene quand'è invece alla temperatura minima. È per questo che si dice da taluni *macchine perfette* quella che funziona secondo un ciclo di Carnot.

Del resto tale affermazione risulta assai chiara se si ricorre al confronto ideato dallo Zeuner tra un motore termico ed un motore idraulico, ad esempio una ruota a cassetta. Affinchè un tal motore possa fornire tutto il lavoro ottenibile con una data portata d'acqua ed una data altezza tra i due canali di arrivo e di fuga, occorre disporre per modo che l'acqua vi entri al massimo livello disponibile o al pelo liquido, secondo gli idraulici, del canale d'arrivo, e ne esca al livello minimo o al pelo liquido del canale di fuga. Analogamente, per ottenere da un motore termico il massimo effetto utile è necessario disporlo in modo che il peso termico sia ceduto al corpo operante quando ha raggiunto

la massima delle altezze termiche disponibili e che integralmente poi sia da esso restituito quando ha raggiunto la minima delle stesse altezze termiche.

Nella termodinamica si dimostra, inoltre, che il coefficiente teorico di rendimento di una macchina termica, funzionante secondo un ciclo di Carnot, non dipende dalla natura del corpo scelto per compiere la trasformazione del calore in lavoro, e per un medesimo corpo è funzione soltanto de' limiti di temperatura che vi sono realizzati. E precisamente il suo valore si ottiene dividendo l'intervallo massimo di temperatura assoluta realizzato nella macchina pel valore massimo della temperatura assoluta medesima.

Con le ordinarie macchine termiche conviene, perciò, cercare di approssimarsi nella forma de' cicli di trasformazione quanto più è possibile a quella del ciclo di Carnot. Ciò effettivamente si cerca di ottenere in pratica. Se non che è assai difficile realizzare in modo perfetto il ciclo di Carnot; tuttavia con altre forme di trasformazione periodica si può riuscire ad approssimarsi ad esso quanto si voglia. Basta all'uopo disporre di un corpo capace d'immagazzinare le quantità di calore eventualmente cedute a temperature diverse in una parte del ciclo dal corpo che si è scelto per la trasformazione del calore in lavoro, per restituire alle medesime temperature in altra parte del ciclo. Su tale principio sono fondati i cosiddetti *riuperatori del calore*.

Emerge chiaro da questi richiami di termodinamica che, a parità di condizioni di bontà meccanica delle macchine termiche, e tenuto conto soltanto del coefficiente di rendimento della trasformazione del calore in lavoro, conviene preferire per il funzionamento di esse quel corpo pel quale il coefficiente di rendimento teorico è massimo, imperocchè in questo caso è massimo anche quello praticamente ottenibile.

Or il coefficiente di rendimento teorico di una macchina termica perfetta cresce col crescere del limite massimo della temperatura che vi si realizza e col diminuire di quello minimo. Nello stato attuale della tecnica delle macchine termiche il limite minimo della temperatura è determinato dalla temperatura dell'ambiente in cui sono poste; dunque non si può aumentare il coefficiente di rendimento se non aumentando per quanto più è possibile il limite massimo della temperatura realizzata. Ciò evidentemente conduce ad un aumento della pressione del corpo operante che, nella pratica, non conviene ecceda un certo limite, non solo per ragione di sicurezza, ma anche per non

accrescere enormemente le dimensioni delle diverse parti della macchina, di cui il prezzo sarebbe eccessivo.

Tra i vari corpi adoperabili è, perciò, sempre più adatto quello che più facilmente si può portare ad alte temperature senza elevare di troppo la sua pressione: si presentano, quindi, preferibili soprattutto i gas perfetti e poi gli ordinari gas, i vapori soprarsiccaldi, quelli saturi de' liquidi poco volatili ed infine quelli de' liquidi molto volatili.

La teoria, adunque, conduce a questa conclusione: che le macchine a gas, a parità di condizioni costruttive, paragonate per riguardo al loro rendimento con le macchine a vapore, sono a queste da preferirsi.

È vero che in pratica spesso si aggiungono considerazioni di altra natura, le quali per la loro importanza possono condurre a conclusioni opposte. E così, ad esempio, se non si può mettere in dubbio che una macchina ad aria calda ha un coefficiente di rendimento teorico sempre superiore a quello d'una macchina a vapore, potendosi elevare la temperatura dell'aria senz'accrescerne di troppo la pressione, non si può del pari negare che ci sono condizioni che ne sconsigliano l'uso, come la minore quantità di calore che s'introduce nella macchina con un dato volume d'aria rispetto a quella che s'introdurrebbe con un uguale volume di vapore, per il che risulta che le dimensioni di essa sono maggiori di quelle d'una macchina a vapore di uguale potenza in cui possano disporsi le varie parti in condizioni migliori, nonché la facile ossidazione di tutte le parti meccaniche, l'alterazione de' lubrificanti e tanti altri effetti.

Alla stessa conclusione, però, non si giunge se come veicolo della trasformazione del calore in lavoro si adopera invece una miscela opportuna d'aria e di gas-luce o di gas-povero, imperocchè in pratica militano in favore di queste miscele moltissime circostanze, le quali, se non pienamente, in gran parte confermano le deduzioni della teoria.

Ma, restando nel campo teorico, sarà opportuno fornirci un'idea dell'ordine di grandezza del coefficiente massimo di rendimento teorico delle macchine a vapore e de' motori a gas in alcuni casi della pratica.

Si tratti, ad esempio, d'una macchina a vapore d'acqua che lavori con una pressione massima d'introduzione di 5 atmosfere e con la temperatura corrispondente di circa 150 gradi centigradi e senza condensatore, in modo, cioè, che il vapore, dopo che si è espanso, si versi direttamente nell'atmosfera.

La minima temperatura che il vapore può raggiungere nell'interno

della macchina sarebbe quella dell'atmosfera. Ritenendo soddisfatta questa condizione, che peraltro nella pratica non si raggiunge mai, si può ammettere che il vapore uscendo abbia la temperatura del vapore saturo alla pressione di un'atmosfera, cioè abbia, com'è noto, la temperatura di 100 gradi centigradi circa. In questo caso il coefficiente di rendimento teorico non supera il 12 per cento.

Se la macchina, invece, funziona col condensatore e la temperatura di questo è, come d'ordinario, di 50 gradi centigradi, esso si eleva fino al 24 per cento.

Ne' casi più comuni della pratica le macchine a vapore, però, funzionano con una pressione d'introduzione di 7 atmosfere invece di 5. Ed in questi casi, mantenendo le ipotesi fatte nel precedente esempio, il detto coefficiente è poco meno del 15 per cento circa, se le macchine funzionano senza condensatore, ed è invece circa il 26 per cento, se funzionano col condensatore.

Si hanno risultati alquanto migliori naturalmente aumentando ancora la pressione d'introduzione del vapore. Se questa è di 10 atmosfere, come in alcune macchine a tripla espansione, il detto coefficiente di rendimento raggiunge il 18 ed il 29 per cento circa, se rispettivamente le macchine sono provviste o prive di condensatore.

Qualche costruttore ha voluto spingere la pressione del vapore fino a 15 atmosfere. In questo caso, che si deve considerare come limite dell'attuale tecnica costruttiva delle macchine a vapore, si hanno pel coefficiente di rendimento teorico i valori 0,31 o 0,21 se la macchina lavora con o senza condensatore.

Ne' motori, invece, ne' quali il corpo veicolo della trasformazione del calore in lavoro è una delle miscele di gas dianzi dette, il coefficiente di rendimento teorico raggiunge sempre, a parità di potenza motrice, valori superiori a quelli delle macchine a vapore, poichè, come ho detto, in essi si possono realizzare salti di temperatura notevolmente maggiori. In un motore di debole potenza, ad esempio, si può raggiungere un salto di temperatura di 1000 gradi centigradi ed un coefficiente massimo di rendimento teorico del 50 ed anche del 60 %.

Per conferma citerò i risultati di alcune esperienze con ogni cura eseguite su di un motore a gas-luce della potenza di 5 cavalli-vapore. In esso la temperatura di esplosione raggiunge il valore di 1527 gradi centigradi, e quella di aspirazione il valore di 529 gradi centigradi, realizzandosi il notevole salto di temperatura di 998 gradi

centigradi. Il coefficiente di rendimento teorico in tal caso risulti del 55 per cento circa.

Non vi può, dunque, essere alcun dubbio che per riguardo al coefficiente teorico di rendimento i motori a gas sono da preferirsi alle macchine a vapore.

Ma alla stessa conclusione si giunge se il confronto si vuole istituire tra i valori de' coefficienti di rendimento pratico. Risulta, infatti, che nello stato attuale della tecnica delle macchine termiche il lavoro utilizzabile sull'albero motore d'una macchina termica nelle migliori condizioni è sempre una piccola frazione del lavoro equivalente al calore prodotto dalla combustione; e, precisamente, il lavoro utilizzabile sull'albero motore d'una macchina a vapore è in casi rari più del 14 o 15 per cento, s'è provvista di condensatore, o del 10 ed 11 per cento se ne è priva, mentre il lavoro utilizzabile sull'albero di un motore a gas può superare anche il 25 per cento.

Al profano queste conclusioni potrebbero far nascere la convinzione che le macchine termiche e segnatamente le macchine a vapore sono ancora macchine imperfette, che aspettano un sensibile miglioramento nel progresso della fabbricazione. Ma chi conosce la natura di una macchina termica non può affermare ciò, imperocchè trova evidente che non ad imperfezione di meccanismi si deve attribuire la trasformazione in lavoro di una piccola frazione del calore speso, ma alla natura stessa di questo agente, ad una fatale legge fisica contro cui nessun costruttore di macchine termiche può lottare. Su di ciò ogni lontano dubbio scompare se si ricorre al richiamato confronto dello Zeuner tra una macchina termica ed una macchina idraulica.

Per utilizzare con una macchina idraulica tutta l'energia che teoricamente si potrebbe avere per mezzo di una caduta d'acqua ad una certa altitudine, sarebbe necessario far uso di un meccanismo tale che facesse discendere l'acqua dall'altezza massima disponibile a quella minima del mare. Analogamente, con una macchina termica per trasformare in lavoro la totale quantità di calore che si spende, sarebbe necessario far discendere tutto il peso termico che s'introduce in essa all'altezza termica massima disponibile fino all'altezza termica minima, ch'è lo zero assoluto. Ma come nella pratica co' motori idraulici non è possibile di utilizzare che una frazione del totale salto d'acqua disponibile, perchè non si può raggiungere mai il livello del mare, così anche con le macchine termiche non è possibile utilizzare che una

frazione dell'energia che il peso termico rappresenta, perchè non è possibile farlo discendere fino all'altezza termica minima per le condizioni in cui ci troviamo nell'universo. E per questo che il coefficiente di rendimento teorico ha valori così bassi come ho mostrato pocanzi.

Le cause poi per le quali non si conseguono in pratica neppure questi valori sono di altra natura. In una macchina a vapore, ad esempio, l'essere il calore, introdotto nella caldaia ed utilmente adoperato per evaporarvi l'acqua, al massimo il 70 per cento di quello che si produce con la combustione del combustibile, l'essere il calore poi trasportato dal vapore quand'entra nel cilindro della macchina una parte di quello col quale è uscito dalla caldaia, il verificarsi trasmissione di calore traverso anche le pareti della macchina stessa, il funzionare di questa secondo un ciclo di trasformazione non esattamente uguale a quello di Carnot, l'esistere le inevitabili perdite passive meccaniche consumanti una parte dell'energia meccanica disponibile, sono altrettante cause di riduzione del coefficiente di rendimento teorico massimo.

Ma imputabili alla macchina a vapore non sono tutte le cause citate. Per giudicare della bontà di essa si deve soltanto considerare il rapporto tra la quantità di lavoro posto a disposizione sull'albero motore e quello effettivamente fatto dal fluido motore nell'interno della macchina, ch'è equivalente al calore portato dal vapore dentro di questa. Se il giudizio sopra le macchine a vapore si prende sotto questa forma, esse sono lungi dall'essere allo stato d'imperfezione ed al massimo possono presentare una perdita di effetto utile del 20 per cento.

I motori a gas-luce, a gas-povero, ecc., invece, sebbene non si possono ancora far funzionare secondo un ciclo di Carnot con la stessa perfezione che si raggiunge con le macchine a vapore, presentano tuttavia, appunto pel salto termico maggiore che utilizzano, un coefficiente di rendimento pratico sempre superiore sulle macchine a vapore.

A complemento di queste osservazioni dirò, che traendosi partito dalla possibilità di economica fabbricazione dell'aria liquida, si è sperato e si spera tuttora di riuscire ad elevare enormemente il valore che oggi si raggiunge pel coefficiente di rendimento teorico di una macchina termica. Recenti tentativi, però, fatti in America proverebbero che alla realizzazione di un tale desiderato si oppongono gravi diffi-

coltà. Fare delle previsioni al riguardo mi sembra perciò prematuro. Tuttavia osserverò che, se pure si riusciranno a superare tali difficoltà, bisognerebbe, affinché le nuove macchine possano entrare nell'uso pratico, conseguire anche un coefficiente di rendimento pratico maggiore di quello che si ha dalle attuali motrici termiche ed, inoltre, il vantaggio economico di un minor costo del cavallo-vapore, imperocchè l'aria liquida deve sempre produrre con la spesa di una certa quantità di energia mediante opportuni meccanismi comandati da altri che potranno pure avere un rendimento basso.

Ma di quello che l'avvenire riserba circa i motori termici noi non possiamo oggi preoccuparci, e dobbiamo risolvere la questione embezzatamente pratica che ci siamo proposta appoggiando le nostre riflessioni sulle macchine termiche ora in uso.

(Continua).

Ing. IGAZIO VEROTTI.

## RASSEGNE TECNICHE E NOTIZIE INDUSTRIALI

### I MEZZI TECNICI PER PREVENIRE GLI INFORTUNI SUL LAVORO NELLE INDUSTRIE

« Le fabricant doit autre chose  
à ses ouvriers que le salaire ».  
ENGEL-DOLLFUS.

#### I.

La questione degli infortuni sul lavoro sorse dopochè, introdotte le macchine nelle industrie, l'operaio vide sostituita alla sua azione individuale quella brutale ed incosciente di complicati meccanismi.

Ammettendo l'impossibilità di impedire gli infortuni, i legislatori emisero teorie e leggi che salvaguardassero gli interessi dell'operaio vittima della disgrazia.

Si ebbero così le teorie del diritto comune e dell'inversione della prova, teorie ben presto abbandonate per far luogo a quella oramai da tutti ammessa del *rischio professionale*.

Pur riconoscendo cosa giusta che la legge proteggesse l'operaio dopo l'infortunio, gli industriali che più di tutti conoscono i bisogni ed i pericoli dei loro operai, riconobbero cosa umanitaria far sì che questi infortuni non avessero a succedere, o per lo meno non avessero tristi conseguenze. Spinti da tale idea, industriali, ingegneri e capittecnici rivolsero i loro studi a trovare ed applicare apparecchi e regolamenti che rendessero meno pericoloso l'uso delle macchine.

Il legislatore non rimase semplice spettatore in questa nobile gara, e così ora noi vediamo che tutte le nazioni hanno alle loro leggi sugli infortuni aggiunti regolamenti riguardanti la prevenzione.

La prima associazione di industriali, avente per scopo la prevenzione degli infortuni, venne fondata da Engel-Dollfus nel 1867 a Mulhouse, e prese il nome di *Association de Mulhouse pour prévenir les accidents de fabrique*.

Dopo questa e sullo stesso tipo si formarono altre associazioni; tali sono l'*Association Rouennaise* fondata a Rouen nel 1879, l'*Association Parisienne* fondata a Parigi nel 1883 e dal 1887 conosciuta sotto il nome di *Association des Industriels de France contre les accidents du travail*, l'associazione fondata ad Amiens nel 1887, l'*Association de Mûchen-Gladbach* fondata nel 1882, l'*Association des Industriels de la Belgique* fondata a Bruxelles nel 1890 e tutte quelle altre sorte in tutti i paesi civili.

In Italia l'iniziativa di una simile associazione partì dal senatore E. De Angeli, che già da molti anni ha nel suo stabilimento di Milano adottati regolamenti ed apparecchi per prevenire gli infortuni.

L'*Associazione degli Industriali d'Italia per prevenire gli infortuni* venne fondata a Milano nel 1894, e fu riconosciuta dal Governo nel 1897. Essa fece rapidi progressi, e riguardo al numero degli operai che lavorano negli stabilimenti iscritti, è la prima fra le associazioni esistenti. All'epoca della sua fondazione essa contava 68 ditte associate, con 90 stabilimenti e 33.000 operai (\*) ed al principio del 1900 le ditte associate erano 1125, gli stabilimenti 1941, gli operai 277.344 (\*\*).

Ora però anche in Italia la prevenzione è obbligatoria per la legge sugli infortuni del 17 marzo 1898, e per il regolamento approvato con R. Decreto 18 giugno 1899.

## II.

### Motori (\*).

I motori sono molto pericolosi, è necessario quindi prendere tutte quelle precauzioni che la pratica suggerisce onde impedire gli infor-

(1) Bolazione dell'Associazione degli industriali d'Italia per prevenire gli infortuni sul lavoro alla Giuria dell'Esposizione Nazionale di Torino 1898, pag. 7.

(2) *Industria*, anno 1900, pag. 247.

(3) Regolamento 18 giugno 1899 sulla prevenzione nelle industrie. Art. 1. I motori in genere e le dinamo saranno installati in locali speciali e in spazi circondati da cancellate o da barriere. L'accesso a questi locali speciali ed agli spazi così limitati, sarà rigorosamente proibito alle persone estranee al servizio dei motori e delle dinamo. Questa proibizione dovrà essere resa nota agli operai mediante apposito avviso che dovrà rimanere costantemente affisso all'ingresso dei locali dove sono situati i motori e le dinamo. Non sarà necessario circondare di dette chiusure i motori direttamente applicati alle macchine operatrici, come pure tutti quegli altri che siano costruiti in modo da non presentare alcun pericolo per chi li avvisi.

tuni. Una macchina motrice deve sempre essere posta in appositi locali, proibendone l'ingresso a tutti gli operai non addetti alla sua manutenzione.

Questa proibizione deve essere nota a tutti a mezzo di avvisi e deve farsi rigorosamente osservare, onde impedire che gli operai abbiano ad essere vittime di infortuni, o quel che è più grave ancora, abbiano a mettere i motori in moto con grave danno degli addetti alle macchine operatrici.

Non sempre però, specialmente quando trattasi di motori di piccola forza, è possibile far uso di locali appositi; è necessario allora circondare i motori con robuste cancellate in legno od in ferro. Queste cancellate, conviene il ripeterlo, debbono essere robuste, inquantochè c'è maggior pericolo adottare una difesa inefficace, che adottarne nessuna; quella parvenza di protezione rende l'operaio meno prudente, e ne provengono da ciò numerosi infortuni.

L'uso di queste cancellate è necessario sempre nei motori a gas, perchè essi sono impiantati quasi sempre nel locale stesso in cui lavorano gli operai, ed oltre a ciò il loro volante gira con grande velocità.

I motori idraulici sono per la loro natura medesima impiantati in locali appositi: questi locali debbono essere sempre bene illuminati; è necessario poi collocare parapetti lungo i canali a monte ed a valle nei luoghi di passaggio degli operai, nonchè ai ponticelli che servono per la manovra delle saracinesche.

In quanto a queste ultime bisogna che siano sempre in ottimo stato in modo da assicurare una chiusura perfetta, ed evitare così che lasciando passare l'acqua, il motore abbia a mettersi improvvisamente in moto.

Il secondo paragrafo del primo articolo del regolamento per la prevenzione sugli infortuni (\*) stabilisce che prima dell'avviamento o dell'arresto sia dato un segnale che si possa sentire da tutti gli operai.

Questo segnale può essere dato con un fischio a vapore od in qualsiasi altro modo; però è molto più conveniente l'uso di campanelli

(1) Ogni principio ed ogni ripresa di movimento sia dei motori che delle trasmissioni, dovrà essere preceduto da un segnale convenuto che possa essere udito distintamente in tutti i locali ove vi siano macchine o meccanismi dipendenti da motori o dalle trasmissioni medesime.

elettrici, inquantochè per mezzo di essi il macchinista può ottenere una risposta al suo avviso ed essere così sicuro che il segnale è stato da tutti udito.

Succede molte volte che per evitare un infortunio o per renderne meno funeste le conseguenze sia necessario arrestare subito una macchina operatrice od una trasmissione. Questo arresto si può ottenere in vari modi: arrestando il motore, o tutta la trasmissione o una parte sola.

Un metodo semplice per arrestare il motore sarebbe quello di avvisare il macchinista a mezzo di un segnale. Questo sistema venne adottato dal senatore De-Angeli nel suo stabilimento. In ogni sala si trovano parecchie cassette di allarme, custodite da lastre di vetro: in caso di disgrazia chi si trova presso una cassetta, rompe il vetro e gira la manovella che vi si trova; suonano allora delle speciali campane nella sala della motrice, nonchè presso i manicotti d'innesto che si trovano interposti fra la sala dove è successa la disgrazia e la sala della motrice: al suono di tali campane ciascuno ha l'obbligo di affrettarsi a disgiungere i manicotti e il macchinista di fermare il motore, cosicchè si può giungere a fermare le trasmissioni con sufficiente rapidità. Il sistema di avvisare il macchinista, eccetto il caso in cui altri sistemi siano contemporaneamente adottati come nello stabilimento De-Angeli, arrea una perdita di tempo che è molto prezioso. È necessario quindi adottare sistemi che permettano l'arresto immediato del motore da un punto qualunque dello stabilimento. Fra questi sistemi va notato il sistema Favero (\*), il quale si applica sull'albero del motore o sulla distribuzione. Premendo un bottone elettrico alla portata di tutti, una calamita attrae una piccola sbarra di ferro che in questa traslazione provoca la caduta d'una leva producente l'arresto immediato del motore.

Un altro apparecchio elettrico è quello di Ressenon (†) che chiude a distanza l'ammissione del vapore.

Il migliore sistema però è quello di Dollfus-Mieg, di cui si trova la descrizione nell'*Album de l'Association de Mulhouse* e nel *Bulletin* (n. 4) de *l'Association des Industriels de France*. Premendo un bot-

(\*) GIULIO PESARO, *Des dispositions adoptées dans les divers pays pour prévenir les accidents de travail*, Congrès de Milan.

(†) PAUL BAZOUZ, *La sécurité du travail dans l'industrie*, Paris, 1901, pp. 201-202.

tone disposto nello stabilimento, si stabilisce una corrente elettrica, in conseguenza della quale si hanno i tre seguenti movimenti:

- 1) Chiusura dell'ammissione del vapore.
- 2) Chiusura del rubinetto del condensatore.
- 3) Apertura del rubinetto del vapore azionante un freno che è destinato a rendere nulla la forza viva del volante.

L'arresto del motore non risolve però la questione in modo soddisfacente. L'arresto del volante non può farsi in modo immediato senza esporre questo importantissimo organo al pericolo di rottura, ciò che sarebbe causa di ben più grave infortunio: ora bastano due o tre giri del volante per rendere l'infortunio fatale.

Per evitare ciò si è studiato di rendere possibile l'arresto della sola trasmissione. Questo sistema, però ha anch'esso i suoi inconvenienti. Arrestando sia il motore che la trasmissione, si è nella necessità di interrompere il lavoro in tutta l'officina, con grave danno finanziario dell'industriale: da queste considerazioni ne viene di conseguenza l'utilità di rendere possibile l'arresto di una sola parte della trasmissione.

Molti sono i sistemi adottati per arrestare tutta o solo parte della trasmissione.

Un metodo semplice è quello di usare due puleggie di cui una fissa e l'altra folle; un guida-cinghia fatto a leva tende per azione di un peso a condurre continuamente la cinghia sulla puleggia folle; viene ciò impedito da un piuolo: in caso di necessità l'operaio tirando una corda sposta questo piuolo e così la cinghia va sulla puleggia fissa.

Un altro sistema è quello dell'*innesto a saette* come vedesi nella figura 1. Con una corda tirando l'asta B si fa azionare la molla C e la leva A la quale interrompe l'unione dei due alberi.

La massima parte degli altri apparecchi sono a frizione, ed anzi

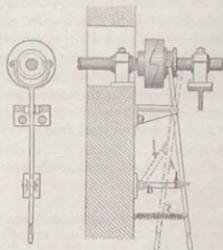


Fig. 1.

per questi innesti vennero impiantati stabilimenti appositi, tale è ad esempio la casa Croft e Perkins di Bradford. Negli ultimi sistemi venne introdotto anche l'uso dell'elettricità. Prima di adottare un sistema qualsiasi è utile accertarsi se corrisponde allo scopo al quale è destinato.

È necessario:

- a) che l'innesto cessi immediatamente quando se ne fa uso;
- b) che la manovra sia semplice e non nasca il dubbio nell'operaio in che modo debba far uso dell'apparecchio;
- c) che la manovra possa essere fatta in modo celere da qualsiasi operaio.

Troppo lungo sarebbe il descrivere tutti gli apparecchi sinora inventati; daremo quindi solamente l'elenco di quelli raccomandati dalle due associazioni di Parigi e di Mulhouse.

I sistemi suggeriti dalla Società di Mulhouse (1) sono quelli di Dolmen-Leblanc e di Lorenz.

L'Associazione degli industriali di Francia (2) suggerisce quelli di Liebaut, Lemarchal, quello elettrico applicato alla tipografia Chaix allorché si voglia arrestare tutta la trasmissione, quello a frizione di Piat-Delègue, quello di Edveston, l'innesto Banal, ecc., nel caso di arrestare una sola parte della trasmissione.

**Eccentrici, bielle e manovelle.** — Gli eccentrici, le bielle e le manovelle (3) lasciano molto di sovente fra essi ed il pavimento uno spazio in cui può il piede, la mano o qualche altra parte del corpo dell'operaio essere impigliata in caso di caduta; è ovvio perciò usare tutti quei ripari che il caso consiglia. Oltre a questo inconveniente hanno quello di poter colpire nel loro moto l'operaio adetto alla oliatura, è necessario quindi l'uso di cancellate che li racchiudano completamente.

**Regolatori.** — I regolatori che girano all'altezza di un uomo possono

(1) *Collection de dispositions et d'appareils destinés à éviter les accidents de machines*. Deuxième édition, Mulhouse, 1886, pag. 18.

(2) *Instructions sur les précautions à prendre concernant les transmissions et le manègement des courroies*. Bull. 2, 4<sup>e</sup> édition, Paris 1900, pag. 46.

(3) Regolamento per la prevenzione: Art. 4. Gli elementi di macchine o trasmissioni e specialmente i volani, bielle, gli ingranaggi, le cinghie, le funi, i cilindri e conici di frizione, i pezzi mobili salienti, ecc., quando possono costituire un pericolo, nonché tutti gli altri organi di motori e di macchine operatrici che siano riconosciuti pericolosi, dovranno essere muniti di convenienti ripari.

essere causa di gravi infortuni, onde è utile adottare un conveniente riparo (fig. 2) (4).

Nei moderni regolatori questo pericolo è tolto inquantochè sono minori le parti sporgenti.

**Volanti.** — Il volante serve ad immagazzinare la forza viva quando il lavoro motore è superiore a quello resistente, ed a restituirla quando il lavoro motore è minore di quello resistente. Nelle macchine orizzontali il volante gira in una incavatura o sporge a poca altezza dal suolo; in questo caso si usa isolarlo mettendo uno stecato in ferro od in legno, solidamente fissato al suolo e dell'altezza di circa 1 metro; nella sua parte inferiore deve avere un reticolato fittissimo o meglio ancora una lamiera di ferro per impedire che qualche operaio adrciuciolando e cadendo a terra non abbia ad essere colpito al piede dalle razze del volante.

Nelle altre macchine motrici a vapore il volante ruota all'altezza di un uomo; allora il pericolo è maggiore ed è necessario per ciò mettere tutt'attorno un robusto stecato di 1,20 a 1,30 d'altezza, munito di uno zoccolo in filo di ferro onde impedire che sia impigliato un braccio od una gamba di qualche operaio fra le razze del volante.

Se il volante ruota poco al disopra del suolo, può succedere che qualche operaio possa essere trascinato a terra fra il volante ed il suolo con conseguenze abbastanza gravi; per evitare ciò si usa la disposizione indicata dalla figura 3, in cui una lamiera in ferro, fissata al suolo, circonda la corona del volante dalla parte in cui il movimento è dall'alto al basso.

Nei motori a gas il volante gira con velocità grandissima, è necessario perciò

(4) *Patronato di soccorso per gli operai colpiti da infortunio. Norme e disposizioni per prevenire gli infortuni*. Torino, 1890.

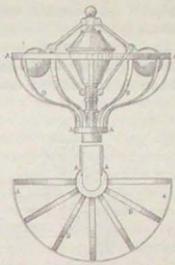


Fig. 2.

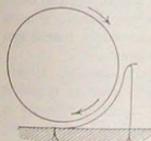


Fig. 3.

ricoprirlo completamente, tanto più che le persone addettevi sono sovente inesperte.

Un sistema molto usato è quello indicato dalla Società di Mulhouse (1) (figg. 4 e 5). Si compone di una corona in lamiera C sostenuta da una parte per mezzo del sostegno R folle sull'albero tra

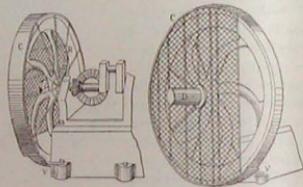


Fig. 4.

Fig. 5.

il volante e la macchina, e dall'altra parte per mezzo di un cilindro D ricoprente l'estremità dell'albero che oltrepassa il volante; se si vuole mettere in marcia il volante, allora se ne scopre la parte inferiore, togliendo la vite V e facendo girare il ricoprimento.

Una causa di infortunio molto frequente si ha nella messa in moto del motore.

Per far ciò è necessario alle volte far girare a mano il volante onde far passare alla manovella i punti morti: questo moto al volante viene dato a mano dal macchinista aiutato da altri operai. Ora può succedere che per una fuga del rubinetto di emissione, il motore si metta in seguito a questa piccola porzione di giro in moto, e trascini seco gli operai, mettendoli in serio pericolo di infortunio.

La causa di questo infortunio si può in parte eliminare. Al pericolo di non chiusura perfetta del rubinetto di emissione si rimedia quando il macchinista abbia l'avvertenza di aprire il rubinetto di spurgo. In quanto al pericolo per gli operai addetti al volante, è necessario usare organi intermediari per effettuare la messa in moto.

(1) *Collection de dispositions et d'appareils destinés à éviter les accidents de machines*. Deuxième édition, 1866, pag. 6, Mulhouse.

Se il volante è vicino ad un muro, allora si fa uso di una leva che prendendo il punto di appoggio in una serie di fori praticati in un settore di ferro o ghisa applicato al muro, spinge le razze del volante; se il volante non è vicino al muro, si appoggia la leva sul pinoli di una robusta scala di ferro, fermata al suolo e parallela al volante.

Quando si hanno macchine potenti, allora non è possibile far uso della leva, e si ricorre ad apparecchi più complicati, i quali però tutti debbono avere la proprietà di potersi togliere allorché il volante è in moto. In generale oggigiorno tutti i grandi volanti sono muniti di denti sui quali si fa leva per metterli in moto, oppure ingrana una piccola ruota mossa da un motorino apposito, ruota che si toglie quando il volante ha la sua velocità di regime. Parecchi altri sistemi vennero inventati per la messa in moto dei volanti delle macchine a vapore.

Un apparecchio semplice e pratico è quello immaginato da M. Morand dello stabilimento Périgieux della Compagnia d'Orléans (2).

Nel piano del volante (figg. 6, 7, 8), è disposto un piano inclinato

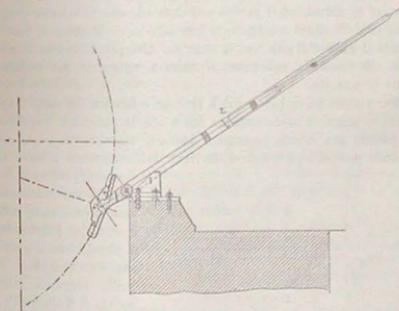


Fig. 6.

(2) *Bulletin de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail*, Paris, 1900, (Dull. 12).

Nota del sig. ERNEST POLOUCEM ing. « Bulletin de l'Association amicale des élèves de l'École supérieure des Mines ».

I di un angolo di 45° e che presenta nel suo mezzo un'apertura nella quale può muoversi una leva di manovra L, della lunghezza di circa un metro. Questa leva porta due semiasi, sui quali sono posti i dischi in acciaio G; per mezzo di essi la leva appoggia sul piano inclinato.

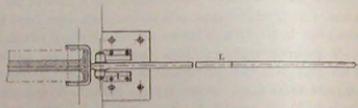


Fig. 7.

All'estremità inferiore della leva è articolato un pattino in ferro P munito di guttaperca onde aumentare l'adesione del volante. Esercitando uno sforzo normalmente all'estremità superiore della leva, questa oscilla, si inclina, ed il pattino articolato aderisce al volante. Sotto l'azione dello sforzo esercitato, la leva sale lungo il piano I, trascinando il volante di una piccola quantità. Allorquando la leva è arrivata alla fine della sua corsa, si rialza e ridiscende per ricominciare la manovra.

Per avviare un motore a gas è necessario far girare a mano il volante ed agirvi in modo continuo fino a che la macchina non abbia acquistata una velocità prossima a quella di regime.

Onde prevenire gli infortuni derivanti dall'avviamento a mano si sono escogitati vari apparecchi che rendessero meno pericolosa questa operazione. Per motori di piccola forza una disposizione semplice è quella suggerita dalla Società di Mulhouse (1); consiste in una scatola

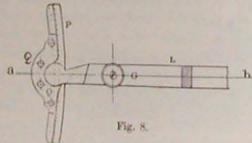


Fig. 8.

contornante un rocchetto che è calettato sull'estremità dell'albero del motore; a mezzo di una leva che si introduce in uno dei buchi

(1) Op. cit., pag. 6.

esistenti nella scatola, si imprime a questa un movimento alternativo in modo da far girare il rocchetto a ciascuna discesa della leva.

Quando le esplosioni del gas cominciano a dare all'albero una velocità superiore a quella che imprime l'operaio colla leva, il rocchetto gira liberamente nella scatola e la leva può essere ritirata.

Se il motore è di grande potenza, allora non si può più usare questo apparecchio, e torna utile usare la disposizione che forma oggetto di un brevetto della casa Langen e Wolf (2). Con una leva a frizione si pone il collo d'oca della macchina al punto di partenza, quindi con una pompa a mano si comprime la miscela nel cilindro e accendendo il becco a gas, si produce una detonazione che dà un impulso sufficiente per mettere la macchina in moto.

Sovente succedono infortuni per la messa in moto inopinatamente del motore a vapore; le cause di questa improvvisa messa in moto sono parecchie, come la insufficiente chiusura degli apparecchi di emissione del vapore, il peso delle manovelle o bielle, il vuoto prodotto su una delle due facce dello stantuffo (specialmente se la matrice è a condensazione); ora un piccolo giro del volante può far fare numerosi giri alle macchine operatrici con gravi danni per gli operai addetti. Si possono evitare questi infortuni applicando un conveniente freno al volante.

Un freno molto usato è quello di Dollfus-Mieg (3). Consiste in uno o due pattini in legno duro riuniti per mezzo di un braccio articolato ad un supporto: questi pattini vengono premuti sul volante a mezzo di una vite munita di un volantino a mano e con la madre vite sul supporto. Facendo fare uno o due giri al volantino si frena completamente il volante. Nelle macchine di piccola forza non è necessario usare simile freno, basta un sistema di leve.

È sempre utile che il macchinista, chiudendo il rubinetto d'ammissione del vapore, apra i rubinetti di spurgo del cilindro onde dare un'uscita al vapore contenutovi (4).

(1) Associazione degli industriali d'Italia, ecc. Relazione alla Giuria dell'Esposizione del 1888 a Torino, pag. 16.

(2) « La prévention des accidents du travail dans les usines et les manufactures » par FELIX JOTTAND, *Revue universelle des mines et métallurgie*, xx, 4° trimestre, pag. 99.(3) ALFRED TOUCHE, *Aperçu général sur les dispositifs techniques propre à prévenir les accidents*, Congrès de Paris, 1889.

## III.

## Trasmissioni.

Le trasmissioni sono causa della massima parte degli infortuni; è necessario perciò che tutti gli operai prendano le più grandi precauzioni onde prevenirli, tanto più che essi hanno quasi sempre terribili conseguenze.

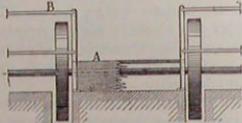


Fig. 9.

Fra i 369 infortuni avvenuti per le trasmissioni si hanno le seguenti cause:

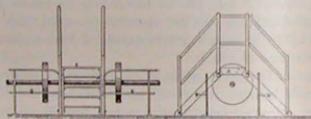


Fig. 10.

130 per il montaggio delle cinghie sulle puleggie in marcia;  
42 per l'oliatura delle trasmissioni;  
35 nel maneggio delle cinghie;  
32 nella pulitura ed ispezione delle puleggie;  
30 infortuni furono causati ad operai lavoranti vicino a puleggie, ingranaggi, ecc.

**Alberi.** — Gli infortuni causati dagli alberi sono fra i più terribili; di essi il 50 % sono mortali.

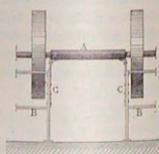


Fig. 11.

(1) *Amtliche Nachrichten des Reichs Versicherungsamts*, 1890.

È utile per tutti gli alberi di trasmissione accertarsi della sufficienza delle loro dimensioni e disporre i supporti non molto distanti fra di loro: usualmente si debbono mettere alla distanza di 3,50 a 4 metri. La lunghezza degli alberi non deve essere esagerata, e bisogna disporre i giunti in prossimità dei supporti.

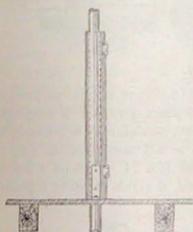


Fig. 12.

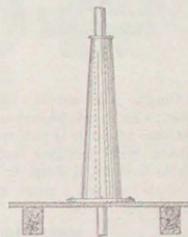


Fig. 13.

Secondo come sono disposti, gli alberi debbono essere diversamente protetti.

Se sono disposti sotto terra allora offrono poco pericolo; bisogna però che la fossa in cui sono posti sia ampia e solidamente ricoperta. Se gli alberi sono disposti a poca altezza dal suolo, conviene ricoprirli interamente con cassette in legno (fig. 9).

Se la distanza degli alberi dal suolo è di 50 a 60 cm., allora bisogna che questa cassa sia fatta a guisa di scala onde agevolare il passaggio agli operai senza esporli a pericoli di sorta (fig. 10).

Se gli alberi distano di m. 1,50, è utile circondarli con lamiere di ferro o assicelle in legno solidamente fisse al suolo per mezzo di supporti come vedesi nella fig. 11 (\*).

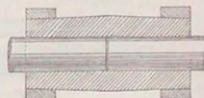


Fig. 14.

(\*) *Instructions sur les précautions à prendre concernant les transmissions et le maniement des courroies*. (Boll. n. 2 dell' Assoc. des Ind. de France), Paris, 1900.

In molte officine gli alberi sono posti verticalmente; in questo caso si usa una delle disposizioni delle figure 12 e 13; deve essere assolutamente proibito di aprire le casse riparatrici quando gli alberi verticali siano in moto.



Fig. 15.

**Giunti.** — Essi servono a riunire fra di loro le varie parti degli alberi; affinché essi non abbiano ad essere pericolosi, è necessario che siano tolte tutte le parti sporgenti, specialmente le chiavette. I moderni giunti soddisfano appunto a tale condizione, tali sono il giunto americano, il giunto ad anelli (fig. 14), il giunto a dischi, il giunto Heuleaux, il giunto Kernal, il giunto Chevance, il giunto Cresson (fig. 15), ecc.



Fig. 16.

Se i giunti non fossero costruiti in modo da non presentare pericolo, si possono evitare egualmente gli infortuni contornandoli con un tubo in lamiera di ferro (fig. 16), o racchiudendoli fra dischi di legno. Quando il giunto è vicino al soffitto, si usa una lamiera in ferro, circondante il giunto e fissata al soffitto (\*).

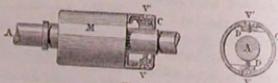


Fig. 17.

**Chiavette.** — Molto pericolose sono le teste delle chiavette che servono a calettare le pulegge, ruote, ecc., sugli alberi di transmis-

(1) P. RAZOVS, *La sécurité du travail dans l'industrie*, Paris, 1901, pag. 58.

sione. È necessario che queste chiavette siano completamente ricoperte, quando non si possa togliere la parte sporgente.

Esse possono essere ricoperte con un copri-chiavette in ghisa in un sol pezzo C, infilato sull'albero A, e fissato per mezzo di una vite V, (fig. 18); però non è

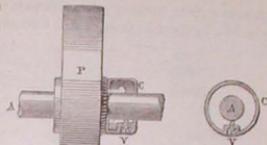


Fig. 18.

sempre conveniente e possibile far uso di questo copri-chiavette in un solo pezzo, allora si usa un copri-chiavette in ghisa fatto in due pezzi (fig. 17) (\*).



Fig. 19.

Si possono usare anche copri-chiavette in legno duro.

**Anelli d'arresto.** — Gli anelli d'arresto sono pericolosi per la sporgenza della vite che li fissa all'albero; è necessario quindi far uso di vite annegate. Quando però non è possibile far ciò senza diminuire la resistenza dell'anello, allora si ricopre la vite con un anello in ghisa o con due semidischi in legno come propone l'ing. Springer (\*).

**Puleggie.** — Se esse sono al livello del suolo, è necessario siano ben riparate onde impedire che un operaio cadendo abbia ad aver un braccio od una gamba impigliata fra le razze; un mezzo per impedire questa causa di infortunio, è quello di mettere nell'interno della puleggia un disco in legno.

Le puleggie più pericolose sono quelle che sporgono poco dal suolo; allora è facile che il piede di qualche operaio sia preso fra il suolo e la corona della puleggia; è quindi utile impedire ciò circondando queste puleggie con un riparo in legno od

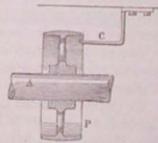


Fig. 20.

(1) *Ibid.*, n. 2, op. citata.

(2) SPRINGER, *Die Unfallverhütung der Holzindustrie*.

in lamiera di ferro avente un'altezza almeno uguale alla parte sporgente della puleggia. Le puleggie folli debbono essere calettate su di

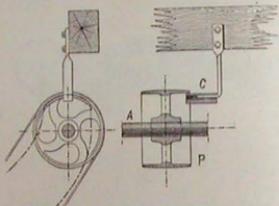


Fig. 21.

Fig. 22.

alcuni industriali non vogliono convincersi che le cinghie sono pericolose non solo durante il loro maneggio, ma anche quando sono nel loro stato normale di movimento. Un esempio tipico è quello riportato dall'ing. Basesgio (\*) di un costruttore che non voleva credere che pericolo esistesse per una cinghia di 30 cm. che passava sopra alcune macchine operatrici a cui erano adetti parecchi operai, pel solo fatto che in molti anni d'esercizio mai era stata causa di infortunio. Dopo qualche tempo che l'industriale faceva questo ragionamento, due cinghie di minor larghezza si ruppero ferendo gravemente due operai al capo.

Le cinghie che attraversano il suolo vanno protette con un parapetto di almeno 1,50 d'altezza.

Le cinghie orizzontali si proteggono per mezzo di un canaleto in legno od in ferro (fig. 19); se il ramo inferiore della cinghia è ad una altezza inferiore a quella di un uomo, allora è utile, oltre al canaleto, porre anche un parapetto; 28



Fig. 23.

*Cinghie.* — Le cinghie, come tutti gli organi in movimento, presentano pericoli gravi, contro i quali bisogna garantire l'operaio.

invece la distanza dal suolo è di almeno 1,60, allora basta solo il riparo della figura 19.

*Funi.* — Le funi di trasmissioni, il cui uso va continuamente diffondendosi, offrono gli stessi pericoli delle cinghie, si adottano quindi per esse gli stessi apparecchi usati per le prime.

Le funi metalliche possono andare soggette a rompersi anche se calcolate col metodo abituale per sopportare con tutta sicurezza un carico determinato, se sono messe su tamburi o puleggie di un diametro troppo piccolo.

L'ing. A. Patouret (\*) facendo uno studio su questa causa di rottura, ha concluso che nella pratica si deve dare molta importanza

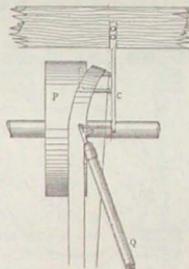


Fig. 24.

Fig. 25.

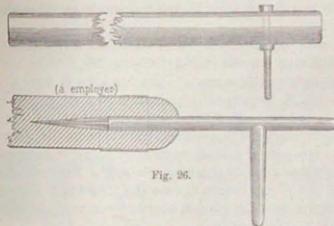


Fig. 26.

al valore del rapporto  $\frac{R}{d}$  (R raggio della puleggia, d diametro della

(\*) A. PATOURET, Note sur les conditions d'enroulement des câbles métalliques. Bulletin (n. 12) de l'Association des Industriels de France contre les accidents de travail.

(1) Giornale *L'Industria*, anno 1900, vol. XIV, n. 4, 28 gennaio 1900, pag. 50.

corda) e sceglierlo in modo da mantenere la tensione d'incurvazione entro limiti convenienti.

**Maneggio delle cinghie.** — Le operazioni dipendenti dal maneggio delle cinghie, possono riassumersi nelle cinque seguenti (\*):

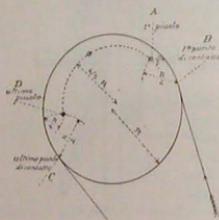


Fig. 27.

1° collocare una cinghia sull'albero di trasmissione; 2° cucirne assieme le due estremità; 3° far salire una cinghia sulla puleggia di comando; 4° spostare una cinghia dalla puleggia folle su quella fissa e viceversa; 5° metter giù la cinghia, sia per fermare la macchina, sia per eseguire sul luogo una riparazione alla cinghia.

È sempre pericoloso lasciare una cinghia ripostante sull'albero di trasmissione, perchè è molto facile che essa vi si avvolga attorno trascinando seco l'operaio che la tiene in mano.

Per evitare questo pericolo si sono adattati vari apparecchi; il più semplice di tutto è quello indicato dalla fig. 20.

Questo porta-cinghie consiste in una bacchetta di ferro C avente 10 a 15 mm. di diametro sulla quale viene ad appoggiarsi la cinghia impedendo così che essa abbia ad appoggiare sull'albero motore A. Questo porta-cinghie può applicarsi tanto al muro lateralmente all'albero, come pure al soffitto; per impedire poi che le due parti della cinghia abbiano a toccare egualmente l'albero, si munisce questa bacchetta di una piccola lamiera di ferro (fig. 21 e 22), la quale mentre serve a tenere distesa la cinghia, agevola l'operazione del montaggio della cinghia sulla puleggia P.

Un porta-cinghie universalmente adoperato perchè resta poi agevole far risalire la cinghia sulla puleggia, è quello (fig. 23 e 24) inventato

(\*) *Norse e dispositivi per prevenire gli infortuni negli stabilimenti industriali.* (Patronato di soccorso per gli operai colpiti da infortunio sul lavoro). Torino, 1890.

dal sig. Biedermann, direttore dello stabilimento di filatura Herzog Logelbach.

Si compone di un semicerchio in ferro quasi concentrico alla puleggia ed il cui diametro è i quattro quinti di quello della puleggia. Questo semicerchio porta cinque caviglie un po' rientranti sotto la corona della puleggia; si può fissare tanto ad un muro lateralmente all'albero, come al soffitto.

Su queste cinque caviglie appoggia la cinghia; quando si voglia rimetterla sulla puleggia, basta adoperare la pertica a gancio.

Per mettere a posto le cinque caviglie si fa nel seguente modo (fig. 27): si prende come centro il punto di contatto della cinghia d'arrivo, e con un raggio eguale alla metà del raggio della puleggia si descrive, nel senso del movimento, un arco di cerchio. Si segna su questo arco di cerchio un punto che disti di 90 mm. dalla corona; questa è la posizione della prima caviglia. Si prende il punto di contatto della caviglia di partenza come centro, e, con il medesimo raggio  $\left(\frac{R}{2}\right)$

ma nel senso opposto al movimento, si descrive un secondo arco di cerchio; si segna su questo arco di cerchio un punto distante  $\frac{R}{4}$  dalla corona; questa è la posizione dell'ultima caviglia; infine, con raggio eguale ai quattro quinti della puleggia, si descrive un arco di cerchio passante per le due caviglie estreme.



Fig. 29.

4 — LA RIVISTA TECNICA.



Fig. 28.

Quest'arco di cerchio ci segna il tracciato del porta-cinghia; basta poi porre le caviglie rimanenti ad una distanza fra loro di 13 a 15 centimetri.

Se la parte di corona abbracciata dalla cinghia è più grande di mezza circonferenza, si prende per centro dell'arco di cerchio che determina la prima caviglia, l'estremità del diametro perpen-

dicolare alla linea dei centri delle due puleggie. In quanto al raggio del segmento, esso è eguale alla media delle distanze delle caviglie estreme al centro della puleggia.

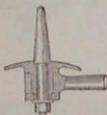


Fig. 30.

Una operazione molto pericolosa è quella di far salire una cinghia sulla puleggia di comando; in molti stabilimenti questa operazione viene fatta a mano: si appoggia una scala vicino all'albero o sull'albero medesimo, un operaio vi sale, e tenendo colle mani allargata la cinghia, l'appoggia sulla puleggia che gira alle volte con velocità grandissima (\*).

Per questa operazione è necessario l'uso di organi intermediari. Un apparecchio semplice ed utile è il *monta-cinghie a gancio* (fig. 25 e 26).

Consta di una pertica in legno di diametro conveniente, alla cui parte superiore porta, perpendicolarmente al suo asse, una bacchetta in ferro.

È necessario che la lunghezza di questa pertica sia un po' inferiore alla distanza della trasmissione dal suolo; la pertica non deve essere corta, perchè allora diventa pericolosa per chi la maneggia.

Per collocare una cinghia sulla puleggia facendo uso della pertica a gancio, si opera nel seguente modo. L'operaio deve mettersi un po' da parte della puleggia, tenendo la pertica dalla parte della puleggia (fig. 28). Si possono ora dare due casi: o l'operaio può mettersi dalla parte in cui arriva la cinghia o no.

Se può mettersi dalla parte da cui arriva la cinghia, allora col gancio della pertica condurrà la cinghia al punto dove deve cominciare il contatto colla puleggia; farà fare un quarto di giro alla pertica e spingerà la cinghia sulla puleggia appoggiando il bordo nell'angolo del gancio essendo questo costantemente al di fuori della corona.

Se invece non è possibile all'operaio mettersi dalla parte da cui la cinghia arriva, allora egli metterà il gancio sotto la cinghia tenendola

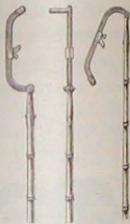


Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33.

(\*) *Instructions sur les précautions à prendre concernant les transmissions et le manègement des courroies*, 1<sup>a</sup> édition, Paris, 1900.

parallelamente all'albero, poi girerà la pertica di un quarto di giro per evitare che il gancio abbia ad essere preso fra le razze della puleggia; appoggerà la cinghia sulla puleggia nel punto di contatto, e girando di nuovo la pertica, accompagnerà la cinghia facendo sdraiare la sporgenza sotto la corona. Questa pertica venne modificata in quanto riguarda il gancio, e si ha così la *pertica Dulken* (fig. 30), la *pertica Triomphe* (fig. 29) della casa Klepp di Parigi, la *pertica Eureka*, la *pertica Leichsenring* (\*), la *pertica Hoffmann*, ecc. (\*\*).

La pertica a gancio però non serve quando la trasmissione è troppo alta o quando per qualche impedimento, sia un muro, una colonna, o qualche macchina, perchè si è

obbligati a tenere troppo obliqua la pertica. Per questo vari inventori studiarono il modo di rimediare a ciò, e ne vennero di conseguenza apparecchi messi lateralmente alla puleggia, i quali sostituiscono la pertica a gancio. Ma questi apparecchi, di cui parleremo dopo, sono difficilmente trasportabili, ed inoltre è necessario applicarne uno a ciascuna puleggia con grave dispendio per l'impianto.

Pensò allora l'Association des Industriels de France - di indire nel 1897 un concorso per il migliore *monta-cinghie* portatile. La più alta ricompensa venne data al

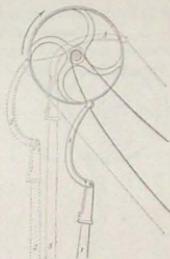


Fig. 34.

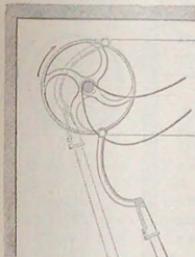


Fig. 35.

(\*) *Rapport sur l'exposition générale allemande pour la protection contre les accidents* par E. MULLER, H. MANT, H. DANZEL — Berlino, 1889.

(\*\*) C. A. REVELLI: *Igiene Industriale*, pag. 352.

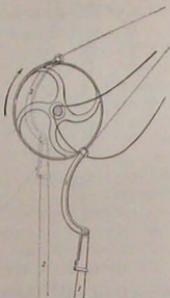


Fig. 36.

assez grande dans le diamètre des poulies auxquelles peut convenir le même appareil, telles sont les qualités très sérieuses qui placent cet appareil au premier rang de ceux que nous avons examinés jusqu'ici (1).

L'apparecchio si compone di un tubo G, fisso alla sommità di una pertica in legno, che porta un braccio articolato C, articolazione che può essere resa fissa a mezzo di una molla; all'estremità di questo braccio C c'è un tubo D con del caoutchouc, mobile su di un asse che può, secondo i bisogni, essere messo a destra od a sinistra.

Per l'uso di questo monta-cinghie si possono considerare quattro casi, dei

monta-cinghie Micault (fig. 31, 32, 33) colla seguente relazione:

« Il se prête aux positions diverses que le voisinage d'un mur, d'une colonne, d'un obstacle quelconque peuvent obliger à prendre pour effectuer le montage. La simplicité de sa construction, sa solidité, qui n'exclut pas sa légèreté, la possibilité de le transporter d'un point à un autre de l'atelier aussi aisément qu'une perche à crochet, la présence d'une seule articulation qu'on peut faire d'autant plus résistante, ce qui diminue la crainte de voir l'appareil se disloquer, la facilité de remonter la courroie, quelque soit le sens de la rotation de la transmission, une latitude

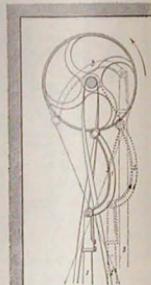


Fig. 37.

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, Evreux, 1899*, pag. 172. Rapport de M. Bourdon.

quali i più difficili sono quelli in cui la trasmissione è vicina ad un muro od al soffitto, sia la cinghia diritta o incrociata.

1° Caso (fig. 34). — Si prende la cinghia con l'apparecchio aperto e si conduce a contatto della puleggia, il piolo posto tra questa e

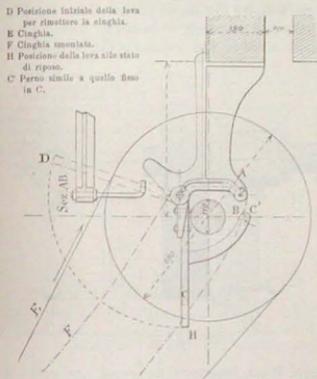


Fig. 38.

la cinghia (posizione 1). Si produce allora il montaggio (posizione 2), e quando il piolo arriva alla parte superiore della puleggia, la pertica piegandosi, il piolo continua il suo movimento sino a quando esso giunge al punto di distacco (posizione 3).

2° Caso (fig. 35). — La puleggia è supposta vicino ad un muro che non permette all'operaio di mettersi nella posizione del caso primo: si prende la cinghia con il piolo, si conduce contro la puleggia, e si spinge quando è arrivata al punto di contatto, allora il montaggio avviene e la pertica si piega.

3° Caso. — La cinghia presa col piolo è condotta al punto di contatto (posizione 1), il montaggio si opera e la pertica si piega

sotto la sua azione (posizione 2), oppure spingendola, ciò che dà maggior forza per mutare la cinghia (fig. 36).

4° Caso. — La cinghia presa col piulo è condotta al punto di contatto (posizione 1), il montaggio ha luogo (posizione 2) e la pertica si piega (posizione 3) come nel caso precedente (fig. 37).

Alcune volte però neanche il monta-cinghie Micault si può adoperare, si ricorre allora ad altri apparecchi che si applicano uno per

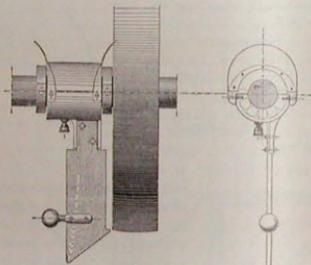


Fig. 35.

ogni puleggia. Il più importante fra questi apparecchi è il monta-cinghie Bandoin.

Questo apparecchio è stato creato nel 1871 da Bandoin, filatore di cotone a Saint-Sauveur-Luxeuil, ed è stato applicato molto estesamente in Alsazia.

Esso si compone (fig. 38) di un anello metallico fisso in due pezzi, inviluppante l'albero della puleggia, lasciando però un certo giuoco che permette all'albero di girare liberamente. Quest'anello è fissato per mezzo di un supporto ad un soffitto, un muro, ecc.

Attorno a quest'anello può girare un collare in due pezzi riuniti per mezzo di chiavarda, che si possono chiudere più o meno fortemente. La parte inferiore di questo collare porta una leva in legno duro che presenta alla sua estremità un piccolo bottone col quale si può, per mezzo di una pertica, far girare la pertica attorno all'albero.

Siccome il collare ruota con forte attrito attorno all'anello, così la leva si ferma sempre nella posizione a cui si conduce, senza che il suo peso possa farlo cadere. Quando la cinghia è discesa dalla puleggia, essa riposa sul collare e quindi è isolata dall'albero; per montare la cinghia si fa prendere al collare una posizione un poco

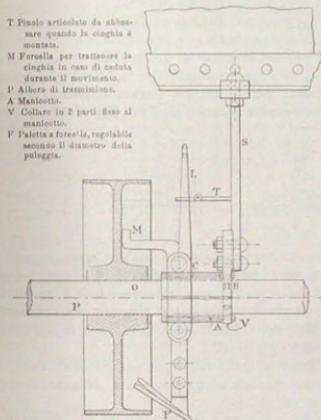


Fig. 40.

obliqua in rapporto alla verticale, si stende in esso la cinghia, e con una pertica si fa ruotare la leva sino a che la cinghia va da sé sulla puleggia; si riconduce in seguito la leva alla posizione verticale.

Questo monta-cinghie venne modificato da Brancher, costruttore meccanico a Parigi, il quale ha soppresso il supporto dell'anello; ciò è utile in molti casi in cui la puleggia essendo distante da qualsiasi punto d'appoggio, non si sa come fissare l'anello; per impedire che l'albero ruotando abbia a trascinare l'anello, introdusse tra l'albero

e l'anello dei piccoli cilindri in legno e ruotanti liberamente nell'olio che riempie la cavità (fig. 39).

Un'altra modificazione al monti-cinghie Baudoin fu introdotta da Michel Wolff, operaio meccanico presso la ditta Strobl, Schwarz et C<sup>o</sup>; fu applicato nel 1898 e 1899 in 80 puleggie presso lo stesso stabilimento con buon risultato (fig. 40) (1).

Oltre all'apparecchio di Baudoin ed alle sue derivazioni, molti altri monti-cinghie e passa-cinghie si sono costruiti, e tali sono il *monti-cinghie Plat Forest* inventato da J. Forest e costruito dalla casa Plat e fig. sotto due tipi principali: tipo semplice per cinghie strette, e tipo ordinario per cinghie più larghe; il *monti-cinghie Curette*, il *monti-cinghie* di Vernocchi, di Ch. Breyer, di Durand (2), ecc.

Fig. 43.



Fig. 41.



Fig. 42.



Fig. 44.

L'unione delle cinghie può essere anch'esso causa di molti infortuni; questa unione può farsi in vari modi, ed è quindi conveniente scegliere quei sistemi che sono meno pericolosi: è necessario che non offrano punti salienti che possono attaccarsi alle vestimenta degli operai, né parti metalliche estese le quali possano, in caso di rottura, ferire gravemente gli operai.

Un tipo antico è quello dell'unione con striscie di cuoio; questo tipo offre buoni risultati, allorchando però si abbia cura di eliminare le parti sporgenti dei nodi.

Un buon tipo di unione a chiodi ribaditi, è quello proposto da Senenthal (3) (fig. 41); altro tipo è l'unione Scellos (fig. 42) per le piccole cinghie; molti altri sistemi esistono, che troppo lungo sarebbe il riferirne; sono però assolutamente da non adottarsi le pericolose unioni rappresentate dalle figure 43 e 44, e quelle Walker, Manchester, Maxon, ecc.

(Continua).

Ing. MAURINI ENTEN.

(1) *Bulletin n. 12 de l'Assoc. des Ind. de France*, pag. 102.

(2) MAX KRAFFT: *Fabrikshygiene* — Erster Band, pag. 64.

(3) *Bull. n. 2 de l'Assoc. des Ind. de France*, 1900.

## UN'INCHIESTA AMERICANA SULLE INDUSTRIE MUNICIPALI

Nel giugno 1896, in Albany N. Y., il dodicesimo congresso annuo della *National Association of Officials of Bureaus of Labor Statistics* deliberò che gli Uffici del Lavoro imprendessero una inchiesta intorno all'esercizio privato e all'esercizio municipale degli acquedotti, dei gasometri e delle officine elettriche negli Stati Uniti.

L'inchiesta venne compiuta sotto la direzione del Dipartimento del Lavoro, e il materiale raccolto venne pubblicato ora in un grosso volume (1) che è un contributo preziosissimo alla questione — oggi tanto dilattata — della municipalizzazione dei servizi. Per la prima volta quelle due forme di esercizio vennero studiate da un'entità governativa con un largo corredo di fatti e con obiettività assoluta. L'inchiesta non venne compiuta con preconcetto favorevole o contrario all'esercizio municipale di quei monopoli, ma col solo scopo di raccogliere i fatti attinenti a questa grave questione.

I fatti furono raccolti in grande abbondanza; i dati esposti nel volume riguardano il 56,29 % degli impianti e officine esistenti nella Confederazione americana, così che rappresentano bene le condizioni in cui si trovano quelle tre industrie sotto l'una e sotto l'altra forma di amministrazione. Perché i confronti siano facili e persuasivi, i dati sono esposti via via in tabelle secondo l'entità o la produttività delle imprese cui si riferiscono; ciascuna impresa vi è, in quest'ordine, semplicemente designata da un numero progressivo senza infelazione di nome o di città. Ore non fosse stato adottato questo espediente, difficilmente si sarebbero potuti avere i dati relativi alle imprese private.

\*\*\*

Le tabelle sono divise in tre gruppi riguardanti ciascuno una delle tre industrie.

Quelle per gli acquedotti occupano le prime 372 pagine: un esame un po' minuto di esse ne consente poi un esame più sommario degli altri gruppi. I dati raccolti riguardano 375 fra i 1539 acquedotti privati della Confederazione, cioè il 24,37 % nei quali è investito il 43,59 % del patrimonio totale

(1) *Fourteenth annual Report of the Commissioner of Labor, 1896: Water, Gas and Electric-light plants under Private and Municipal Ownership*, Washington, 1900. — Intorno alla municipalizzazione dei servizi pubblici in America, vedi i miei articoli « Le funzioni municipali negli Stati Uniti d'America » in *Riforma Sociale* del novembre 1900, e « Il monopolio privato e la corruzione nel Municipio americano » in *Riforma Sociale* del febbraio 1901.

e i quali forniscono il 44,48% della produzione privata totale. I dati riguardano inoltre 659 fra i 1787 acquedotti municipali della Confederazione, che il 38,88% nei quali è però investito il 90,22% del patrimonio totale e i quali forniscono il 93,41% della produzione municipale totale. Si sono, adunque, studiate a preferenza le imprese più rilevanti, trascurando interamente quelle piccolissime esistenti nei villaggi che nel 1890 non avevano ancora una popolazione di 1000 abitanti.

Le tavole I e II considerano le imprese sotto l'aspetto tecnico. La I indica per ogni acquedotto il *pumping equipment* e il *distributing system*, cioè il metodo seguito per elevare l'acqua — se colla forza motrice l'raulica o col vapore, e quindi il numero, e la potenza e la capacità delle caldaie, pompe, macchine, ecc. — e descrive il sistema che serve per la distribuzione dell'acqua — la lunghezza e il diametro massimo, minimo e medio delle condutture, il numero e la grandezza dei misuratori, ecc. La tabella II indica la qualità del combustibile adottata per ogni acquedotto e il prezzo cui può essere acquistato. Queste due tabelle consentono, per la prima volta, di paragonare in maniera veramente razionale i risultati delle imprese, e introducono nel paragone l'elemento tecnico, elemento della massima importanza e di cui è tenuto conto assai di rado in questi studi. Esse mostrano inoltre quanto siano difficili i confronti veramente razionali perchè molte volte i risultati diversi derivanti da acquedotti municipali e privati di pari entità non derivano tanto dalla diversa forma amministrativa, quanto dalle diverse condizioni tecniche (1). Queste tabelle mostrano, forse, come i confronti speciali, fra acquedotti singoli, siano probabilmente sempre irrazionali: conviene fare confronti sommati fra tutti gli acquedotti dell'una e tutti gli acquedotti dell'altra categoria, perchè così — nel grande numero — spariscono le differenze individuali e si trova la voluta uniformità. Sarebbe — però — a parer nostro, stato opportuno aggiungere a queste tabelle tecniche colonne indicanti le qualità chimiche, batteriologiche e igieniche dell'acqua fornita dalle varie imprese: probabilmente si sarebbe trovato che, come in Inghilterra, gli acquedotti municipali conducono nelle città acqua più limpida, più pura, più sa-

(1) Così ed esempio, gli acquedotti designati coi numeri 997 (municipale) e 998 (privato), — i quali entrambi distribuiscono la identica quantità d'acqua, 2,285.000.000 galloni l'anno — parrebbero perfettamente paragonabili fra loro; ma, se bene si guarda, la enorme differenza fra le tariffe che le due imprese stabiliscono per la fornitura dell'acqua ai privati (dall'0,0279 in media per il 997 e dall'0,0572 per il 998), deriva — oltre che dalla diversa amministrazione — anche dalle differenti condizioni tecniche. Infatti, il 997 fu costruito nel 1834 e il 998 nel 1872; il primo ricava l'acqua da un fiume, per cui le *pumping works* distano 150 piedi, mentre che l'altro ricava l'acqua da sorgenti, per cui le opere distano 500 piedi; quello si vale di tubi di rame lunghi 300 piedi con un diametro di 24 pollici, questo, invece, di condutture in mattoni e cemento lunghe 3800 piedi, con diametro di 60 pollici; il primo possiede un serbatoio capace di 4 milioni  $\frac{1}{2}$  di galloni, il secondo invece ha

labre. Queste due tabelle — ora ne fosse possibile di esaminarle più minutamente — potrebbero dire se le imprese municipali siano tecnicamente più progredite delle altre.

Le tabelle successive studiano le imprese sotto l'aspetto finanziario. E anzitutto la tavola III indica l'entità del capitale investito nelle imprese singole. Per questa indicazione si doettero vincere le difficoltà derivanti dalla difformità indole finanziaria delle imprese municipali e delle imprese private: non essendo un dato uniforme e comparabile l'entità del debito municipale contratto per la costruzione e l'entità del capitale in azioni, e in obbligazioni delle società — specialmente coi procedimenti seguiti da queste per « gonfiare » il loro capitale —, si determinò invece la somma effettivamente spesa, fino all'epoca dell'inchiesta (1897-1898) per la costruzione originaria e per i successivi ingrandimenti e migliorie. Questo *investment* non è soltanto indicato nella sua entità complessiva, ma anche e ripartito secondo le varie parti del capitale fisso e circolante: terreno, edifici, condutture, pompe, serbatoi, filtri, ecc. La tabella IV riguarda i soli acquedotti municipali e completa le notizie relative all'impianto delle imprese: essa indica l'origine delle somme investite, se, cioè, furono ricavate da tributi, o stornate da altri fondi, o ottenute mediante prestiti. Quest'ultima è, naturalmente, la sorgente principale: per essa è dato pure l'importo non ancora rimborsato, il tasso di interesse, e il prezzo effettivo di emissione dei titoli. Questo prezzo di rado è inferiore, più sovente è superiore alla pari; il tasso varia da impresa ad impresa: nelle minori non oscilla intorno al 6%, nelle maggiori scende talvolta fino al 4 e al 3%; per una stessa impresa ordinariamente le prime emissioni di titoli — per la fondazione — sono avvenute ad un tasso superiore alle successive — per gli ingrandimenti.

Le tavole susseguenti considerano sempre nei riguardi finanziari — non più l'impianto, ma l'esercizio delle imprese. La V studia le entrate lorde di ciascun impianto indicandone le varie fonti: acqua venduta su misura, mediante abbonamento, affitto e cessione di contanti, ecc.

La tavola VI è la più importante della serie: essa analizza per ciascuna il costo di produzione dell'acqua fornita. Gli elementi di questo costo sono

una *direct pumping* capace di 30 milioni al giorno; entrambi si valgono di carbone bituminoso, ma il primo si vale anche di gas naturale; inoltre il costo del carbone è di 1 doll. ogni duemila libbre per il primo e dell'1,50 per il secondo; quest'ultima differenza, però, è di poca importanza perchè la spesa per il combustibile raggiunge appena la piccola cifra di doll. 7317 e 11461 rispettivamente ogni anno. Queste differenti circostanze tecniche fanno sì che l'impresa municipale (997) abbia investito nell'impianto solo 584.700 doll., mentre che l'altra (998) vi immobilizzò un capitale di 2.125.000. Infine per la prima impresa il consumo municipale è di soli 50.000.000 galloni l'anno, e per la seconda, invece, di 350.000.000; e, inoltre, l'impresa 997 distribuisce l'acqua quasi interamente mediante abbonamenti, l'altra, invece, su misura. Così un confronto fra questi due acquedotti — che a prima vista pare naturale e giusto — non ha significato alcuno.

studiati molto minutamente: sono anzitutto indicate le *spese generali* (stipendi del personale amministrativo e dell'alto personale tecnico, spese d'ufficio, assicurazione, spese legali, ecc.), poi i *salari agli operai*, i *materiali ed ingredienti* (combustibili, ecc.), le *spese di manutenzione* (riparazioni, ricostruzioni e deperimento) e per ultimo i *tributi*. Per ciascun elemento è indicata l'importo percentuale sul costo totale, e per le riparazioni, ricostruzioni e deperimenti anche l'importo percentuale sul capitale di investimento (escluso il valore del terreno).

Alcuni fra questi elementi del costo sono meritevoli di speciale considerazione. È anzitutto conviene studiare l'entità rispettiva delle spese per il personale amministrativo e l'alto personale tecnico e per il personale operaio. Il Dipartimento ha compilata la seguente tavola riassuntiva:

TAVOLA 4.

Importo medio degli stipendi e dei salari per ogni milione di galloni d'acqua fornita.

QUANTITÀ D'ACQUA FORNITA DAGLI ACQUEDOTTI	Acquedotti privati		Acquedotti municipali	
	Numero degli acquedotti studiati	Importo medio degli stipendi e dei salari	Numero degli acquedotti studiati	Importo medio degli stipendi e dei salari
		dollari		dollari
al di sotto di 1.000.000 di galloni	—	—	1	34,25
da 1.000.000 a 5.000.000 di gall.	3	31,07	17	36,72
da 5.000.000 a 10.000.000 "	7	31,15	32	25,07
da 10.000.000 a 15.000.000 "	7	42,33	29	14,10
da 15.000.000 a 20.000.000 "	9	16,33	36	16,58
da 20.000.000 a 25.000.000 "	8	19,99	23	12,42
da 25.000.000 a 30.000.000 "	40	16,41	90	10,18
da 30.000.000 a 35.000.000 "	38	11,94	46	6,12
da 35.000.000 a 40.000.000 "	22	12,81	21	10,94
da 40.000.000 a 45.000.000 "	18	11,12	22	4,91
da 45.000.000 a 50.000.000 "	7	8,75	30	7,01
da 50.000.000 a 55.000.000 "	14	10,22	5	3,00
da 55.000.000 a 60.000.000 "	8	11,75	11	4,50
da 60.000.000 a 65.000.000 "	22	8,63	12	7,66
da 65.000.000 a 70.000.000 "	45	5,93	49	4,54
da 70.000.000 a 75.000.000 "	30	5,14	37	4,03
da 75.000.000 a 1.000.000.000 "	14	4,43	40	3,78
da 1.000.000.000 a 5.000.000.000 "	50	3,20	77	2,57
da 5.000.000.000 a 10.000.000.000 "	4	7,93	6	1,57
al di sopra di 10.000.000.000 di galloni	—	—	13	1,87

I primi due gruppi sono di acquedotti di piccola importanza, destinati principalmente a fornire l'acqua per l'estinzione degli incendi: in essi tanto gli stipendi quanto i salari negli impianti municipali sono di una entità eccezionale. Nel quinto gruppo gli stipendi al personale amministrativo e tecnico sono di una entità poco diversa negli impianti municipali e negli impianti privati. In tutti gli altri gruppi la spesa per gli stipendi è superiore nelle imprese private. Questo è un fatto della più alta importanza — constatato, come vedremo in seguito, anche per le officine del gas e dell'elettricità: — esso prova che lo stato di corruzione del Municipio americano, per cui gli impieghi comunali sono creati sovente per fornire un comodo lucro ai partiti riacitori, questa corruzione non invade le industrie municipali: il dominio dello *spoils system* non si estende fino ad esse. Questo fatto prova, inoltre, fallace l'affermazione che l'esercizio municipale introduce in queste industrie una pigra e costosa burocrazia; l'esercizio municipale riesce, sotto questo aspetto, più economico dell'esercizio privato.

Per i salari invece, nella maggior parte dei gruppi — eccettuati quelli segnati in carattere più nero, — si constata una spesa proporzionalmente più elevata nelle imprese municipali. Questo fatto — pure così importante — era già stato rilevato per gli Stati Uniti da Ebelbert Stewart(1) ed è una conseguenza del *fair wages movement*, per cui si vuole che i Municipi siano dei *model employers* e stabiliscano patti equi di lavoro per i loro operai.

Fra gli elementi del costo la tavola VI indica il deperimento del capitale industriale: per questa indicazione si dovrebbero vincere grandi difficoltà, perché alcune imprese in realtà calcolano fra gli elementi del costo una quota di deperimento per creare un fondo sufficiente alla ricostruzione dell'impianto dopo un certo tempo; ma, la maggior parte non curano affatto questo elemento limitandosi a sopportare, di anno in anno, le spese di riparazione e manutenzione necessarie per serbare in buono stato industriale l'impianto. Il Dipartimento, volendo adottare un criterio uniforme, fece calcolare la perdita di valore subita in fatto dal capitale industriale (escluso il terreno) nell'anno anteriore all'inchiesta, tenendo conto così delle circostanze proprie a ciascun impianto: tempo decorso dalla costruzione, stato di conservazione, ecc. Il criterio è, forse, discutibile, ma è probabilmente l'unico che potesse uniformemente adottarsi; l'aliquota percentuale è, così, molto varia: spesso oscilla intorno al 5%, per una impresa privata sale fino al 15%, e per una municipale fino al 10%, ma sovente scende pure all'1 o al 2%. Il costo totale di produzione è indicato in due colonne tenendo conto e non tenendo conto del deperimento.

Fra gli elementi del costo, i tributi sono indicati solo per gli impianti privati, perché quelli municipali, naturalmente, non sono soggetti a imposizione.

(1) EBELBERT STEWART, *Wages in contract works, etc.*, Bulletin of the Dep. of Lab., novembre 1896.

Ma per porre le due serie di imprese in condizioni di uniformità si compila la tabella IX la quale contiene alcuni elementi addizionali che teoricamente fanno parte del costo nelle imprese municipali: l'affitto figurativo di immobili di proprietà comunale occupati per gli uffici amministrativi o altrimenti; i tributi municipali che graverebbero sugli impianti ove fossero di pertinenza privata; e l'interesse sul capitale investito secondo il tasso fissato per la più recente emissione di obbligazioni municipali: questo interesse può essere diverso da quello effettivamente pagato sulle cartelle in circolazione state emesse per la costruzione, perché quel debito è spesso già in parte estinto.

Queste due tavole sono riassunte nella tabella seguente, che fornisce usi fra i più importanti elementi di comparazione fra l'esercizio municipale e l'esercizio privato:

TAVOLA B.  
Costo medio di produzione per ogni migliaio di galloni d'acqua fornita.

QUANTITÀ D'ACQUA FORNITA DAGLI ACQUEDOTTI	Acquedotti privati		Acquedotti municipali	
	Numero	Costo medio di produzione	Numero	Costo medio di produzione
	degli acquedotti studiati	Escluso l'incasso il dopo il depuramento rimangono le tasse in tutto e l'interesse sul capitale	degli acquedotti studiati	Escluso l'incasso il dopo il depuramento rimangono le tasse in tutto e l'interesse sul capitale
		dollari dollari		dollari dollari
al di sotto di 1.000.000 di galloni . . .	—	—	5	1.0374 2398
da 1.000.000 a 5.000.000 di gall. . .	5	0.1464 0.6928	25	0.2988 0.8370
da 5.000.000 a 10.000.000 " . . .	12	1.335 4.996	25	1.503 4.198
da 10.000.000 a 15.000.000 " . . .	12	1.382 4.092	45	1.158 3.560
da 15.000.000 a 20.000.000 " . . .	10	0.902 3.095	41	1.018 3.26
da 20.000.000 a 25.000.000 " . . .	12	1.020 2.471	26	0.848 2.911
da 25.000.000 a 50.000.000 " . . .	50	0.655 1.874	105	0.906 1.734
da 50.000.000 a 75.000.000 " . . .	44	0.431 1.375	52	0.429 1.198
da 75.000.000 a 100.000.000 " . . .	26	0.511 1.520	24	0.461 1.371
da 100.000.000 a 125.000.000 " . . .	20	0.568 1.084	23	0.342 1.015
da 125.000.000 a 150.000.000 " . . .	9	0.377 1.285	22	0.381 1.38
da 150.000.000 a 175.000.000 " . . .	14	0.408 1.108	6	0.164 0.679
da 175.000.000 a 200.000.000 " . . .	8	0.470 1.139	12	0.254 0.84
da 200.000.000 a 250.000.000 " . . .	23	0.363 1.165	15	0.269 1.06
da 250.000.000 a 500.000.000 " . . .	51	0.251 0.796	58	0.227 0.66
da 500.000.000 a 750.000.000 " . . .	30	0.206 0.762	38	0.252 0.62
da 750.000.000 a 1.000.000.000 " . . .	14	0.194 0.672	20	0.195 0.64
da 1.000.000.000 a 5.000.000.000 " . . .	30	0.176 0.551	78	0.175 0.53
da 5.000.000.000 a 10.000.000.000 " . . .	4	0.221 1.163	6	0.107 0.44
al di sopra di 10.000.000.000 di galloni	—	—	13	0.167 0.57

In questa tavola è indicato il costo di produzione medio per gli acquedotti privati e per i municipali, dapprima senza tenere conto del deperimento, dei tributi e dell'interesse sul capitale (1), poi tenendo conto pure di questi elementi. Confrontando le une e altre cifre per le imprese municipali e per le imprese private, risulta che nella grande maggioranza dei casi i Municipi ottengono l'acqua ad un costo inferiore, spesso notevolmente inferiore; nei casi in cui questo fatto non si verifica — segnati in nero nella tabella — la differenza fra le cifre non è grande. È questo un risultato che ha la più alta importanza, specialmente perché rilevato in Municipi non sempre amministrati correttamente e abilmente: il risultato medesimo venne rilevato pure in Inghilterra.

Le due tabelle successive contengono dati che permettono poi la constatazione dell'esito definitivo delle imprese: la VII indica la quantità d'acqua prodotta da ciascuna impresa per il consumo privato e per il consumo pubblico e la VIII indica per tutte le imprese municipali il costo di produzione, esclusi gli elementi teorici, la somma annua ricavata dal consumo privato, e quindi la differenza attiva o passiva.

Così si giunge alla tavola X che studia l'esito definitivo delle imprese private, che determina, cioè, l'utile o la perdita dall'esercizio. Sono indicate le entrate ricavate dal consumo privato e dal consumo pubblico, poi è richiamata dalla tavola VI il costo di produzione, compreso il deperimento e i tributi ed escluso l'interesse: ne risulta, come differenza, il profitto o la perdita. Secondo i calcoli fatti dal Dipartimento, alcune imprese giungono ad una perdita, ma la grandissima maggioranza ottiene un profitto, il cui sargio a volte scende all'1 o al di sotto dell'1%, e a volte — specialmente nelle imprese maggiori — raggiunge od oltrepassa il 5, il 6, 18%, e perfino, per un impianto, raggiunge il 29,82%. Queste aliquote possono essere — e generalmente sono — differenti dalle aliquote di dividendo realmente distribuite agli azionisti, perché qui, da un lato è tenuto conto di un elemento di costo molto spesso trascurato nei registri delle società private: il deperimento del capitale industriale; e dall'altro è preso come base di calcolo l'importo realmente investito nell'impianto, non il capitale nominale delle compagnie, così sovente fittizio.

Il Dipartimento non ha preparato una tabella simile che mostrasse il profitto o la perdita risultante dalle imprese esercitate dai Municipi. Nella ta-

(1) L'interesse sul capitale non è considerato quale elemento di costo per gli impianti privati nella tavola VI, perché è in pratica rappresentato dal profitto ripartito agli azionisti; ma fu invece computato nella preparazione della tavola F, inserita nel testo, per avere la uniformità fra imprese private e municipali e calcolato in base al tasso cui è avvenuta l'ultima emissione di cartelle municipali nelle singole città.

vola IX, ha considerato che gli elementi teorici addizionali del costo siano in qualche maniera relativi solo all'acqua municipale che i Municipi consumano per gli usi pubblici; ha quindi diviso l'importo di quegli elementi per la quantità di quest'acqua, ottenendo un *additional cost per 1000 gallons of water used by the city*. Poi, per gli impianti in cui la somma ricavata dal consumo privato è inferiore al costo di produzione, la differenza è pure divisa per quella quantità d'acqua, ottenendosi, così, l'*average cost per 1000 gallons of water to the city*: questo costo medio dovrebbe aggiungersi a quel costo addizionale per avere il costo complessivo dell'acqua per gli usi pubblici. Questi calcoli non sono, a parer nostro, razionali: gli elementi teorici addizionali non riguardano la sola acqua di consumo pubblico, ma tutta quanta quella prodotta; e inoltre, come si tiene conto per tutti gli impianti municipali di quegli elementi teorici figurativi, dovrebbe tenersi conto per tutti, come entrata figurativa, dell'acqua consumata per uso pubblico. In fatti, nei Municipi inglesi, regolarmente amministrati, si considera quell'acqua come un'entrata per il *Water Department* e come una spesa per il *Cleaning Department*.

Quest'acqua potrebbe valutarsi al costo, oppure al prezzo stabilito per i privati. Adottando quest'ultimo criterio, p. es., per l'impianto municipale 492, già altrove citato, è facile determinare il profitto teorico o la perdita teorica risultante dall'impresa. Il costo effettivo di produzione, compreso il deperimento, è di doll. 41.520, gli elementi teorici sono doll. 31.598, quindi il costo complessivo sale a doll. 73.118. D'altro lato, il ricavo che si ottiene dalla vendita ai privati (secondo la tariffa media di doll. 0.6279 ogni 1000 gall. d'acqua) è di 91.279; il valore, secondo questa tariffa, dei 50.000.000 gall. di uso pubblico, è di doll. 1395; il ricavo lordo complessivo teorico è dunque di doll. 92.671 e il profitto netto teorico è dunque di doll. 19.553 pari al 3 35 %, sul capitale investito (584.000), benché fra gli elementi del costo siano compresi doll. 29.235 di interesse al 6 %. Se poi si osserva che la tariffa media che le imprese private di questa grandezza stabiliscono è, come risulta dalla tabella che riporto più oltre, di doll. 0.0563, superiore quindi notevolmente a quella suindicata, si può facilmente calcolare il risparmio che deriva dalla modified della tariffa ai consumatori privati e al Municipio.

Questi due conteggi avrebbero potuto dar luogo a una tabella di grande importanza, che avrebbe mostrato i risultati ultimi derivati dalla municipalizzazione dell'industria.

In fine fu compilata la tabella XI, la quale indica per ogni impresa i prezzi medi stabiliti per ogni migliaio di galloni d'acqua fornita mediante abbonamento o mediante contratto, e il prezzo medio generale. I dati di questa tabella sono riassunti per ogni gruppo di imprese nella tabella seguente, la quale, per le imprese municipali, riguarda naturalmente il solo consumo privato.

TAVOLA C.

Prezzo medio per ogni migliaio di galloni d'acqua venduta.

QUANTITÀ D'ACQUA FORNITA DAGLI ACQUEDOTTI	Acquedotti privati		Acquedotti municipali	
	Numero degli acquedotti studiati	Prezzo	Numero degli acquedotti studiati	Prezzo
al di sotto di 1.000.000 di galloni . . .	—	dollari	5	dollari
da 1.000.000 a 3.000.000 di galloni	5	0.4476	55	0.5008
da 3.000.000 a 10.000.000 "	12	0.4476	85	0.5031
da 10.000.000 a 15.000.000 "	12	0.521	45	0.5445
da 15.000.000 a 20.000.000 "	10	0.372	41	0.5090
da 20.000.000 a 25.000.000 "	12	0.264	26	0.5108
da 25.000.000 a 50.000.000 "	50	0.154	105	0.4840
da 50.000.000 a 75.000.000 "	44	0.181	52	0.4743
da 75.000.000 a 100.000.000 "	26	0.183	24	0.4792
da 100.000.000 a 125.000.000 "	20	0.073	23	0.6339
da 125.000.000 a 150.000.000 "	9	0.059	22	0.6640
da 150.000.000 a 175.000.000 "	14	0.052	6	0.680
da 175.000.000 a 200.000.000 "	8	0.081	12	0.6953
da 200.000.000 a 250.000.000 "	23	0.063	15	0.6819
da 250.000.000 a 700.000.000 "	52	0.076	58	0.6715
da 500.000.000 a 750.000.000 "	30	0.059	38	0.708
da 750.000.000 a 1.000.000.000 "	14	0.618	20	0.6510
da 1.000.000.000 a 5.000.000.000 "	30	0.063	78	0.6593
da 5.000.000.000 a 10.000.000.000 "	4	0.136	6	0.471
al di sopra di 10.000.000.000 di galloni . . .	—	—	13	0.526

Da questa tavola risulta come in tutti i gruppi di imprese — due soli eccettuati — il prezzo medio stabilito dalle imprese private sia superiore, spesso molto superiore, al prezzo medio stabilito dalle imprese municipali, così che l'esercizio municipale significa generalmente un risparmio per i consumatori.

Questa tavola può confrontarsi con la tavola B, che indica il costo di produzione; si rileva così il fatto singolare che tutte le imprese private e quasi tutte le imprese municipali — collettivamente considerate — forniscono l'acqua ad un prezzo medio inferiore al costo medio di produzione (incluso il deperimento, i tributi e l'interesse). Vale a dire, il prezzo cui le une e le altre imprese forniscono l'acqua non basta a coprire — nella media dei casi — le spese effettive di produzione, a fornire una quota sufficiente per la futura ricostruzione dell'impianto e a fornire, per le imprese municipali, l'interesse da distribuire ai portatori delle obbligazioni, e, per le private, un profitto che

consenta la distribuzione di un dividendo nella base dell'interesse che è normale ai titoli emessi dall'amministrazione comunale delle singole città.

La ragione del singolare fenomeno sta, per le imprese private, nel fatto che — dedicate come sono in America a illecite manovre pur di speculare sui propri titoli, pur di elevare i corsi e i dividendi, pur di alimentare una moltitudine di parassiti — esse non curano di prelevare di anno in anno una sufficiente quota per il deperimento del capitale industriale.

Per le imprese municipali la ragione del fenomeno sta nel fatto che, mentre la tabella B mostra il costo complessivo per tutta quanta l'acqua provvista, la tabella C tiene conto solo delle somme incassate per quella venduta ai privati, trascurando il valore di quella di uso pubblico. Inoltre, molto spesso, queste imprese non considerano fra le spese di produzione gli elementi teorici figurativi (tributi, ecc.) e non computano in fatto il deperimento nel modo supposto dal Dipartimento, ma invece estinguono via via il debito contratto per l'impianto, riuscendo gravate, così, da un peso annuo sovente molto inferiore a quello calcolato nelle tabelle per il deperimento e l'interesse del capitale.

Infine, poiché gran parte fra gli acquedotti, così privati come municipali, non sono di recente costruzione, è probabile che molte imprese abbiano già ammortizzato l'intero capitale e non debbano, in fatto, calcolare più l'interesse e il deperimento di quel capitale.

L'analisi minuta fatta per le tabelle relative alla fornitura dell'acqua se consente un rapido accenno a quelle riguardanti la fornitura del gas e dell'elettricità.

Per il gas i risultati dell'inchiesta hanno importanza minore perchè sono troppo pochi i Municipi americani assuntori di questa industria; le tabelle considerano solo 11 imprese municipali di fronte a 344 private. Invece per l'elettricità si poterono studiare 920 imprese municipali e 632 private. Le tabelle sono analoghe a quelle costruite per gli acquedotti; si susseguono nello stesso ordine e con simile contenuto. Però per l'elettricità non si poterono vincere alcune difficoltà derivanti dall'indole tecnica dell'industria; non si poté ridurre la quantità di energia prodotta dagli impianti a una misura uniforme: si dovette scegliere come elemento per la classificazione delle imprese la potenza delle macchine adoperate, sebbene talvolta imprese largamente produttrici dispongano di macchine non molto potenti, e viceversa.

Non potendo esaminare le tabelle tecniche, passiamo senz'altro a quelle riguardanti il costo di produzione. Tanto per il gas quanto per la elettricità si ritrova che — come per l'acqua — la spesa per gli stipendi di amministrazione è superiore nelle imprese private: la spesa, invece, per i salari, è sovente — non sempre — superiore nelle imprese municipali:

TAVOLA D.

Costo medio per gli stipendi e i salari per ogni milione di piedi cubi di gas prodotto.

GAS PRODOTTO	Officine private			Officine municipali		
	Numero	Stipendi	Salari	Numero	Stipendi	Salari
		dollari	dollari		dollari	dollari
al di sotto di 2.000.000 di p. c.	7	353,36	540,56	1	457,32	603,95
da 2.000.000 a 5.000.000 di p. c.	62	215,87	290,34	2	230,77	131,09
da 5.000.000 a 10.000.000 "	59	181,16	231,33	2	130,17	234,23
da 10.000.000 a 15.000.000 "	42	155,42	212,63	—	—	—
da 15.000.000 a 20.000.000 "	43	141,06	198,21	2	57,00	183,06
da 20.000.000 a 25.000.000 "	23	140,89	183,51	1	73,44	227,39
da 25.000.000 a 50.000.000 "	38	115,21	183,59	1	70,57	167,13
da 50.000.000 a 75.000.000 "	16	96,14	154,35	—	—	—
da 75.000.000 a 100.000.000 "	9	86,25	141,75	—	—	—
da 100.000.000 a 500.000.000 "	17	64,03	150,52	2	28,41	229,57
al di sopra di 500.000.000 di p. c.	8	31,57	122,24	—	—	—

TAVOLA E.

Costo medio per gli stipendi e i salari nelle officine elettriche.

Potenza delle macchine contenute nelle officine	Officine private			Officine municipali		
	Numero	Costo medio per officina		Numero	Costo medio per officina	
		Stipendi	Salari		Stipendi	Salari
al di sotto di 50 cavalli	6	251,66	450,00	5	162,69	632,90
da 50 a 75 "	33	581,00	784,70	15	258,00	984,13
da 75 a 100 "	29	558,86	835,41	27	308,78	824,22
da 100 a 125 "	41	697,07	1.092,90	41	423,17	846,85
da 125 a 150 "	32	740,59	1.053,38	27	579,11	1.006,41
da 150 a 200 "	58	857,93	1.459,55	31	587,33	1.288,74
da 200 a 300 "	86	1.092,81	1.959,42	48	836,03	2.116,79
da 300 a 400 "	44	1.711,95	3.232,06	21	1.066,33	2.822,24
da 400 a 500 "	39	2.269,36	3.843,59	9	1.063,00	4.760,33
da 500 a 750 "	65	2.692,35	5.150,29	9	1.038,78	4.292,22
da 750 a 1000 "	44	3.738,20	8.491,37	3	1.736,33	6.766,33
da 1000 a 1500 "	34	7.744,12	10.025,60	4	3.785,00	11.425,50
da 1500 a 2000 "	20	5.611,00	14.082,12	2	3.675,00	17.421,50
da 2000 a 3000 "	20	9.889,30	23.064,65	2	6.366,00	47.566,00
da 3000 a 5000 "	11	15.150,64	26.422,37	1	3.495,00	12.918,00
al di sopra di 5000 cav.	14	35.462,86	63.146,50	—	—	—

Per le officine del gas l'inchiesta ha potuto constatare che — tanto il gas prodotto quanto quello consumato, tenuto conto, quindi, delle perdite per fughe — costa meno nelle imprese municipali che nelle private. Riproduco la tavola sommaria relativa al gas prodotto:

TAVOLA F.

**Costo medio di produzione per ogni migliaia di piedi cubici di gas prodotto.**  
(Il valore dei residui e sottoprodotti venduti dalle officine fu detratto dal costo complessivo di produzione prima di determinare i seguenti costi unitari).

GAS PRODOTTO	Imprese private				Imprese municipali			
	Numero	Costo medio di produzione		Numero	Costo medio di produzione		dollar	
		Non com- preso il gas il de- dopari, pertimen- mento, i bui, i tri- tributi, e bui, e lo l'interesse, inteso se sul caso sul capi- tale	Compre- so il gas il de- dopari, pertimen- mento, i bui, i tri- tributi, e bui, e lo l'interesse, inteso se sul caso sul capi- tale		Non com- preso il gas il de- dopari, pertimen- mento, i bui, i tri- tributi, e bui, e lo l'interesse, inteso se sul caso sul capi- tale	Compre- so il gas il de- dopari, pertimen- mento, i bui, i tri- tributi, e bui, e lo l'interesse, inteso se sul caso sul capi- tale		
		dollari	dollari		dollari	dollar		
al di sotto di 2.000.000 di p. c. . .	11	2,28	4,46	1	2,80	4,15		
da 2.000.000 a 5.000.000 di p. c. .	69	1,38	2,55	2	85	1,45		
da 5.000.000 a 10.000.000 "	63	1,17	2,20	2	96	1,78		
da 10.000.000 a 15.000.000 "	42	96	1,73	—	—	—		
da 15.000.000 a 20.000.000 "	44	92	1,80	2	69	1,12		
da 20.000.000 a 25.000.000 "	22	90	1,55	1	79	1,20		
da 25.000.000 a 50.000.000 "	38	81	1,49	1	62	1,05		
da 50.000.000 a 75.000.000 "	17	75	1,33	—	—	—		
da 75.000.000 a 100.000.000 "	9	72	1,25	—	—	—		
da 100.000.000 a 500.000.000 "	17	49	1,02	2	51	73		
al di sopra di 500.000.000 di p. c.	8	51	84	—	—	—		

Per le officine elettriche non fu possibile la preparazione di una tavola riassuntiva del costo di produzione per le ragioni tecniche già accennate.

Si preparano invece tavole per indicare i prezzi medi stabiliti dalle imprese tanto per il gas quanto per l'elettricità. Per il gas, — per vincere le difficoltà derivanti dai larghi sconti concessi sui maggiori consumi e dall'istituzione, in qualche città, dei contatori automatici a pagamento anticipato su tariffa speciale, — si divise la somma complessivamente ricavata per la quantità di gas fornita, e si trovarono, così, i risultati seguenti:

TAVOLA G.

Prezzo medio per migliaia di piedi cubici di gas.

GAS PRODOTTO	Officina privata		Officina municipali	
	Numero	Prezzo medio	Numero	Prezzo medio
		dollari		dollari
al di sotto di 2.000.000 di piedi cubici	11	2,65	1	2,61
da 2.000.000 a 5.000.000 di p. c. . .	69	1,85	2	2,42
da 5.000.000 a 10.000.000 "	63	1,64	2	1,62
da 10.000.000 a 15.000.000 "	42	1,54	—	—
da 15.000.000 a 20.000.000 "	44	1,58	2	86
da 20.000.000 a 25.000.000 "	22	1,50	1	1,34
da 25.000.000 a 50.000.000 "	38	1,40	1	80
da 50.000.000 a 75.000.000 "	17	1,44	—	—
da 75.000.000 a 100.000.000 "	9	1,27	—	—
da 100.000.000 a 500.000.000 "	17	1,16	2	92
al di sopra di 500.000.000 "	8	1,12	—	—

Anche per il gas come per l'acqua, risulta da questa tavola che le imprese municipali stabiliscono tariffe medie quasi sempre minori di quelle stabilite dalle imprese private. Anche qui, come per l'acqua, paragonando i prezzi medi di vendita coi costi medi di produzione, si trova che questi superano quelli: le ragioni che determinano il singolare fenomeno sono quelle stesse accennate per l'acqua (1).

Per l'elettricità, data l'indole tecnica dell'industria, non si poté calcolare una tariffa media unica; si calcolarono invece cinque tariffe medie secondo la qualità della luce e il metodo seguito per la misura della energia della corrente o della quantità di elettricità fornita:

(1) Deve inoltre notarsi che per queste officine la quota di deperimento computata nelle tavole è molto elevata, di rado inferiore al 4 o al 5 %, talvolta del 9 o 10 %, superiore quindi a quella che è computata anche dalle imprese meglio amministrato; la differenza fra le due colonne indicanti il costo, compreso ed escluso il deperimento e l'interesse, è molto grande.

TAVOLA II.

## Tariffe in vigore per la fornitura della energia elettrica.

POTENZA DELLE MACCHINE FOSSILI DALLE IMPRESE	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica.															
	Imprese municipali					Imprese private										
	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati						
al di sotto di 50 cavalli	1	0,1028	3	0,1258	1	0,0815	6	0,0719	3	5,21	3	5,65	3	5,69	4	5,63
da 50 a 75	19	11,46	22	0,981	19	11,00	18	0,621	25	7,50	16	5,40	11	5,66	9	10,09
da 75 a 100	18	6,98	21	0,888	10	0,822	30	0,459	25	6,30	17	10,21	31	3,35	14	6,37
da 100 a 125	23	0,940	34	0,770	15	0,776	36	0,423	43	6,19	30	8,12	35	4,02	23	3,28
da 125 a 150	17	0,892	24	0,738	12	0,684	31	0,376	31	6,32	22	7,76	20	4,23	26	4,38
da 150 a 200	38	1,291	47	0,846	16	0,862	29	0,897	46	7,02	39	10,06	24	5,33	26	5,37
da 200 a 300	58	1,075	72	0,710	31	0,821	42	0,651	69	6,42	59	10,55	28	5,61	30	4,45
da 300 a 400	40	0,606	40	0,659	11	0,783	24	0,408	25	5,89	27	11,11	13	8,19	15	4,34
da 400 a 500	27	1,000	33	0,757	3	0,656	6	0,429	21	7,50	22	12,76	3	3,11	7	5,56
da 500 a 750	57	1,046	54	0,636	6	1,130	7	0,406	31	7,32	32	10,28	5	2,56	6	4,36
da 750 a 1000	38	0,639	35	0,629	1	0,833	4	0,837	30	7,56	21	10,31	—	—	3	2,91
da 1000 a 2000	15	1,250	20	0,759	1	1,126	3	0,418	13	6,97	30	11,58	2	6,00	4	3,32
da 2000 a 3000	—	9	1,302	11	0,614	—	2	0,233	5	5,88	6	8,49	1	3,33	2	3,77
da 3000 a 5000	—	9	1,302	11	0,614	—	2	0,233	5	11,53	8	10,82	—	—	1	11,44
oltre 5000 cavalli	10	1,400	12	0,550	—	—	—	0,284	2	5,40	3	1,677	—	—	—	3,63

LA RIVISTA TECNICA — ANNO I

UN'ISCHIESTA AMERICANA SULLE INDUSTRIE MUNICIPALI

Segue TAVOLA II.

POTENZA DELLE MACCHINE FOSSILI DALLE IMPRESE	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica.															
	Imprese municipali					Imprese private										
	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati	Prezzo medio per la fornitura della energia elettrica per consumatori privati						
al di sotto di 50 cavalli	1	0,2300	2	0,1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
da 50 a 75	9	1,677	4	1,520	1	0,5100	2	0,957	1	0,0775	3	0,0055	—	—	—	—
da 75 a 100	7	1,371	11	1,264	3	0,100	4	0,609	3	0,106	1	0,050	—	—	—	—
da 100 a 125	16	1,559	23	1,173	6	0,998	2	0,445	7	0,893	4	0,073	—	—	—	—
da 125 a 150	15	1,496	13	1,146	2	0,113	6	0,444	2	0,126	2	0,071	—	—	—	—
da 150 a 200	25	1,552	24	1,100	7	0,693	6	0,655	7	0,863	6	0,088	—	—	—	—
da 200 a 300	23	1,616	27	1,102	8	0,922	10	0,658	11	0,106	8	0,086	—	—	—	—
da 300 a 400	32	1,582	11	1,162	3	0,698	—	6	0,880	4	0,113	0,086	—	—	—	—
da 400 a 500	36	1,538	9	1,350	5	0,609	3	0,667	—	6	0,885	2	0,083	—	—	—
da 500 a 750	24	1,464	3	0,800	6	0,681	—	17	0,100	2	0,075	0,075	—	—	—	—
da 750 a 1000	32	1,589	3	0,880	7	0,696	—	4	0,677	1	0,073	—	—	—	—	—
da 1000 a 1500	13	1,355	1	0,660	1	0,703	—	6	0,691	—	—	—	—	—	—	—
da 1500 a 2000	13	1,355	1	0,660	1	0,667	—	6	0,659	—	—	—	—	—	—	—
da 2000 a 3000	13	1,355	1	0,660	1	0,660	—	6	0,660	—	—	—	—	—	—	—
da 3000 a 5000	9	1,106	1	0,460	1	0,100	—	3	0,660	—	—	—	—	—	—	—
oltre 5000 cavalli	9	1,256	1	0,460	4	0,681	—	3	0,628	—	—	—	—	—	—	—

## Tariffe in vigore per la fornitura della energia elettrica.

Per la luce ad arco il Dipartimento non solo studiò le tariffe stabilite dalle due categorie di imprese per kilowatt-ora, ma anche compilò una tabella in cui, per ogni impresa, calcolò il prezzo medio che ne risulta per ogni lampada per anno: così si può paragonare la quota annua per ogni lampada di uso privato o di uso pubblico, secondo che la luce è fornita da una società anonima o da un Municipio. I risultati riassuntivi di questa tabella sono contenuti nella seguente Tavola I:

TAVOLA I.

Prezzo medio annuo per la luce ad arco per ogni lampada secondo il numero di ore di illuminazione.

Ore di illuminazione ogni anno	Imprese private			Imprese municipali		
	Numero della lampada	Prezzo medio annuo per ogni lampada per il consumo privato	Numero della lampada per il consumo municipale	Prezzo medio annuo per ogni lampada per il consumo privato	Numero della lampada	Prezzo medio annuo per ogni lampada per il consumo municipale
al di sotto di 500 . .	197	48.74	2	11.35	11	31.64
da 500 a 750 . . . .	335	54.64	3	72.00	75	44.19
da 750 a 1000 . . . .	259	58.31	20	37.50	51	39.18
da 1000 a 1250 . . . .	1938	63.87	672	58.13	85	54.98
da 1250 a 1500 . . . .	2226	79.20	327	90.78	362	59.09
da 1500 a 1750 . . . .	3666	98.13	520	71.56	136	47.99
da 1750 a 2000 . . . .	3001	76.08	956	67.76	345	52.48
da 2000 a 2250 . . . .	4896	101.16	7382	81.51	580	63.18
da 2250 a 2500 . . . .	1535	117.88	1649	86.17	26	67.99
da 2500 a 2750 . . . .	831	94.81	2362	85.05	62	69.50
da 2750 a 3000 . . . .	205	76.86	129	74.90	12	47.50
da 3000 a 3250 . . . .	211	63.41	4023	103.80	54	60.85
da 3250 a 3500 . . . .	156	159.32	414	94.12	22	50.00
da 3500 a 3750 . . . .	436	91.42	2854	93.99	31	84.52
da 3750 a 4000 . . . .	1936	123.91	21246	100.60	147	129.55
oltre 4000 . . . . .	2044	149.54	25636	101.97	73	65.26

Le tavole H e I mostrano come in quasi tutti i casi le tariffe municipali siano più miti delle tariffe private.

Non essendo state compilate tabelle riassuntive per il costo di produzione, non è possibile rilevare se anche per l'elettricità si verifica il singolare fenomeno di prezzi di vendita inferiori ai costi (incluso il deperimento, i tributi

e l'interesse). Per le imprese private, però, la tabella analitica IX, che indica il profitto o la perdita (computata sul costo incluso il deperimento e i tributi ed escluso l'interesse) mostra un risultato diverso da quello che appare nelle tabelle corrispondenti compilate per l'acqua e per il gas. La gestione privata degli acquedotti e dei gasometri molto di rado — secondo queste tabelle — conduce a una perdita, e il profitto qualche volta raggiunge un alto saggio, ma molto spesso si mantiene al di sotto del 4 %, talvolta scende a meno dell'1 %, così che — se nel costo si include l'interesse al tasso che è normale per i prestiti contratti dai Municipi, — il saggio pel profitto essendo inferiore a questo tasso, il costo di produzione appare superiore al prezzo di vendita. La tabella IX per l'elettricità mostra invece, come la gestione privata di queste officine molte volte — in 1/3 dei casi — conduce ad una perdita; quando però vi è profitto, questo raggiunge facilmente saggi elevati, superiori a quel tasso d'interesse; di rado scende al di sotto del 5 %, quasi sempre è del 7, dell'8, del 9 %; per 32 imprese — fra le 417 che ottengono profitto — è superiore al 20 %; per una e del 60.45 %.

Queste perdite e questi alti profitti corrispondono probabilmente a due successive fasi dell'industria: in fatto i Municipi inglesi o americani, assuntori di queste imprese, nei primi anni, quando il consumo è ristretto, sopportano una perdita, e poi — quando il consumo si estende — ricavano un profitto alto. Forse per le imprese private considerate nella tariffa IX gli alti profitti complessivamente sono più che sufficienti a compensare le perdite, così che, forse, per queste imprese, i prezzi medi di vendita sono superiori ai costi medi (compreso il deperimento e l'interesse). In fatto, dalle tabelle H e I appare come i prezzi medi di vendita per le imprese private siano molto elevati, quasi sempre molto superiori ai prezzi municipali.

Le notizie abbondanti che il Dipartimento del Lavoro di Washington ha raccolte con diligenza ed imparzialità mirabili, intorno all'esercizio privato e municipale delle tre pubbliche industrie, provano che l'esercizio municipale sa produrre con minor costo e fornire i prodotti a miglior mercato, risparmiando sulle spese di burocrazia e offrendo migliori patti al personale operaio. E la prova riesce più convincente perchè è data da un paese in cui la municipalizzazione dei servizi è fenomeno recente e non favorito dall'ambiente sociale.

Prof. RICCARDO BACCI.

## NOTIZIE INDUSTRIALI.

**L'industria metallurgica mondiale nel 1899.** — Dall'ultimo volume pubblicato dall' Association des *maîtres de forges de Charleroi* (1) si apprende che nel 1899 la produzione della ghisa fu superiore di molto a quella del 1898, e ciò malgrado la rarità delle materie prime.

La produzione nel mondo fu nel 1897 di 33,770 milioni di tonnellate, sia a 36,506 nel 1898 con un aumento del 9,72 %, e nel 1899 fu di 40,562 milioni di tonnellate con un aumento su quella del 1898 dell'11,11 %.

L'aumento della produzione ebbe per naturale conseguenza un forte incremento nell'estrazione del minerale, estrazione però non sufficiente alle richieste.

In quanto alle cause di questo aumento esse sono parecchie, delle quali la principale è quella dell'aumento delle reti ferroviarie, in ispecial modo quelle a scartamento ridotto; altre cause sono l'aumento delle costruzioni navali, sia da guerra che mercantili, le applicazioni dell'elettricità, ed anche il continuo aumento degli armamenti delle Potenze.

Nel 1892 la produzione fu di 26,498, cadde a 24,781 nel 1893; dopo questo anno però aumentò costantemente sino ad arrivare a 40,562 milioni di tonnellate nel 1899. Dopo il 1870, cioè dopo trenta anni, l'aumento fu di 28,543 milioni di tonnellate, cioè il 207,48 % (nel 1870 la produzione fu di 12,019 milioni di tonnellate) e dopo il 1880 l'aumento fu di 22,304 milioni di tonnellate, cioè del 122,15 %.

È utile confrontare la produzione dei diversi paesi nel 1870, 1884 e 1899 in migliaia di tonnellate.

	1870	1884	1899
Stati Uniti . . . . .	1692	4163	13839
Inghilterra . . . . .	6058	7937	9454
Germania . . . . .	1891	3601	8029
Russia . . . . .	360	510	2675
Francia . . . . .	1178	1872	2567
Austria-Ungheria . . . . .	403	734	1465
Belgio . . . . .	563	751	1025
Svezia . . . . .	300	431	498
Spagna . . . . .	54	124	296
Italia . . . . .	14	18	14

(1) *Rapport général sur la situation de l'industrie métallurgique en 1899*, Charleroi, 1900.

Risulta dalla tabella su esposta che, dopo il 1870, gli Stati Uniti hanno aumentato di 12,147 migliaia di tonnellate la loro produzione, cioè del 717,90 %, la Russia di 2315 migliaia di tonnellate, cioè del 643,05 %, la Germania di 6638, o del 477,25 %, la Spagna di 242, o del 448,15 %, l'Austria-Ungheria di 1062, o del 261,04 %, la Francia di 1389 migliaia di ton., o dell'82,06 %, il Belgio di 462 o dell'82,06 %, la Svezia di 198 o del 60,00 %, la Gran Bretagna di 3396 migliaia di ton., o del 56,96 %, l'Italia sola è rimasta stazionaria.

L'Inghilterra occupava nel 1870 il primo posto, producendo il 50,43 % della produzione mondiale; il primo posto venne nel 1890 occupato dagli Stati Uniti d'America, i quali ebbero in questi ultimi anni aumenti molto sensibili; nel 1820 essi produssero solamente 20 migliaia di ton., nel 1890 168, nel 1840 291, nel 1850 573, nel 1860 834, dal 1860 al 1870 la sua produzione si è quasi raddoppiata.

La Germania ha mantenuto il terzo posto; però, mentre nel 1870 essa forniva l'11,57 %, ora fornisce il 19,79 %.

La Francia ha mantenuto il quarto posto sino al 1898, ma nel 1899 lo perdette a profitto della Russia, che nel 1870 forniva il 2,99 %, della produzione mondiale e che ora fornisce il 6,59 %.

Il Belgio, che nel 1870 era al quinto posto con una produzione del 4,68 %, rispetto a quella totale, è disceso al settimo posto con 2,53 %.

L'Austria-Ungheria si mantiene al sesto e la sua produzione, in confronto a quella totale, è uguale a quella del 1870, essendo ora del 3,61 %, mentre era del 3,35 %, nel 1870.

Mantengono il loro posto come nel 1870 tanto la Svezia come la Spagna. L'Italia sola non ha cessato di mantenere l'ultimo posto, diminuendo la sua parte proporzionale da 0,11 % nel 1870 a 0,03 %, nel 1899.

Però l'Italia ha migliorato sensibilmente la sua condizione economica ed ha continuamente aumentati gli acquisti, che sono stati di 202.929 tonnellate nel 1897, 214.940 ton. nel 1898 e 243.215 ton. nel 1899.

I prodotti siderurgici vengono importati in Italia nelle seguenti quantità: dall'Inghilterra 169.299 tonnellate, dalla Germania 60.413 tonnellate e dal Belgio 13.503 tonnellate.

La causa prima che impedisce lo sviluppo dell'industria siderurgica in Italia è la mancanza di carbone; ora però si cerca di dare un maggiore sviluppo a questa industria: si costruiscono alti forni ed acciaierie nel distretto di Portoferraio, e si ricostruiscono gli antichi stabilimenti di Piombino e di Fallerona, e, nello stesso tempo, si preero in affitto a lunga scadenza terreni carboniferi nel Venezuela, onde non essere obbligati a servirsi del carbone inglese troppo caro.

L'esportazione di minerali in Italia, che nel 1898 fu di 228.000 tonnellate e nel 1899 di 251.095 ton., in conseguenza di questo risveglio industriale andrà diminuendo sensibilmente. Si calcola che nel 1900 essa non supererà le 180.000 tonnellate (sino al 30 novembre 1900 furono di 164.106 tonnellate) e che sarà inferiore a 100.000 tonnellate nel 1901, per essere nulla nel 1902.

**L'estrazione dell'oro nel mondo nel 1900.** — Secondo l'Engineering and Mining Journal di New York, l'estrazione dell'oro in tutto il mondo nell'anno 1900 è stata di 385.910 kg. per un valore di 1329 milioni di lire, nel 1899 è stata di 1625 milioni e nel 1898 di 1500 milioni. Come subito si scorge, nel 1900 non c'è stato quell'aumento che si prevedeva, ma ciò dipende dalla guerra sud-africana, inquantochè le miniere di Witwatersand erano i principali coefficienti dell'aumento negli anni precedenti. I quattro quinti dell'oro vengono estratti dai seguenti cinque paesi: Stati Uniti, Australia, Transvaal, Canada, Russia. Ecco l'estrazione dell'oro in questi paesi durante gli anni 1899 e 1900.

	1899	1900
Stati Uniti . . . . .	kg. 105.471	118.362
Australia . . . . .	* 118.452	113.282
Transvaal . . . . .	* 109.782	103.0
Canada . . . . .	* 31.674	39.121
Russia . . . . .	* 30.056	31.744

Negli Stati Uniti il terzo dell'oro estratto si ha dal Colorado con 153 milioni di lire, di cui 100 milioni provengono dai campi d'oro di Cripple-Creek, scoperti nel 1891 a 3000 metri sul livello del mare, nelle Montagne Rocciose.

Viene dopo la California, la quale, pur non avendo fatte nuove scoperte, ha visto aumentare la sua produzione per l'introduzione delle draghe nella coltivazione delle alluvioni aurifere dei torrenti.

Viene in seguito l'Alaska: si credeva che le miniere del Capo Nome dovessero rivalleggiare con quelle vicine del Klondyke, ma invece queste speranze non furono realizzate: si spera però che, cessate alcune cause affatto eccezionali, come la siccità dell'estate scorsa, l'estrazione dell'oro abbia a subire un forte aumento.

Le miniere del Canada produssero 135 milioni di lire nel 1900 e di essi 35 soltanto provengono dalle antiche miniere, il rimanente viene prodotto dalle miniere del Klondyke, produzione in continuo aumento malgrado i rigori del clima.

In Australia, invece, la produzione è in diminuzione, dovuta questa in gran parte all'insufficienza dei processi di trattamento dei minerali solforosi che dappertutto in questa colonia sostituiscono gli ossidi della superficie, allorché si aumenta la profondità dei lavori.

Anche la produzione dell'Impero Russo è diminuita per cause però non inerenti all'industria medesima, e questa diminuzione è dovuta al controcampo degli avvenimenti dell'Estremo Oriente nella regione dell'Amour e di Blagovochtsensk, ove si dovettero interrompere i lavori in molte ricche miniere.

Riguardo al Transvaal, la guerra che ancora colà si combatte non ci fa sperare un aumento della produzione nel 1901, inquantochè, anche se cessasse ora la guerra, occorrerebbero parecchi mesi prima che la mano d'opera possa essere regolata in modo da ricavarne un lavoro utile. Malgrado che i boeri abbiano coltivato le miniere durante i primi mesi del 1900, la perdita per la mancata estrazione dell'oro si calcola in 500 milioni di lire.

Ing. M. E.

**La produzione dello stagno nel mondo nel 1900.** — Secondo le statistiche di Ricard e Freivald d'Amsterdam, ecco come è ripartita la produzione dello stagno nel mondo nel 1900:

	TONNELLATE		
	1899	1900	Differenza
Stato Settlements (spedizione)	45.872	46.041	+ 169
Australia (spedizione)	3.305	3.200	- 105
Banica (spedizione ed aumento dello stock)	9.934	12.843	+ 2.909
Bililton (vendita)	5.920	5.678	- 242
Bolivia (spedizione a Londra)	4.700	4.350	- 350
Coronailles (produzione delle miniere)	4.013	3.910	- 103
<b>Totali</b>	<b>73.744</b>	<b>76.022</b>	<b>+ 2.278</b>

Si vede, adunque, solamente a Banica c'è stato un forte aumento, mentre negli altri paesi le produzioni riunite hanno data una diminuzione di 631 tonnellate. (Economiste Français).

**Movimento industriale nella provincia di Padova.** — Le notizie che si hanno sull'andamento delle industrie nella provincia di Padova, nel biennio 1899-1900, sono, in generale, confortanti.

La maggior parte di esse è in costante progresso: taluni stabilimenti, infatti, come quelli di segherie di legnami a vapore, di macinazione dei cereali, della fabbricazione di spiriti, di acquavite, di birra; le principali officine di fonderia (specie per cannoni grandinfigh) e di lavorazione di metalli, la fabbrica di motori a benzina e di automobili, le industrie del solfato di rame, dei concimi chimici, dei saponi, dei fiammiferi e qualche altra ancora hanno aumentate e migliorate le rispettive produzioni, ampliando i locali, introducendo mezzi meccanici più perfezionati ed accrescendo il numero degli operai.

Dalla più recente statistica delle tasse di fabbricazione, pubblicata dal Ministero delle finanze, si ricavano i dati seguenti relativi all'esercizio finanziario 1899-1900.

Le fabbriche di spirito di 1° e 2° categoria diedero complessivamente un quantitativo di litri 1,402,945 e un prodotto di tassa che superò di L. 281,418 19 quello dell'anno precedente; le fabbriche di birra litri 998,416 con una differenza in più della tassa pagata del 1898-1899 di L. 39,856.

Notevoli aumenti si riscontrarono pure nei dati fiscali che riguardano le produzioni delle acque gassose, del gas luce e delle energie elettriche, così che, nel totale di tutte le tasse, si ha una cifra di . . . . L. 2,596,257 07 che, contrapposta con quella dell'anno precedente . . . . 2,247,536 62 offre un aumento nell'esercizio 1899-1900 di . . . . . L. 348,720 45

Dalla più recente statistica delle forze motrici impiegate nell'agricoltura e nelle industrie, risulta che il numero delle caldaie a vapore fisse, semifisse e locomobili (non comprese quelle in servizio delle ferrovie e tramvie) denunciata

in principio dell'anno 1899 sommuavano per la provincia di Padova a 394 con una potenza corrispondente a cavalli vapore 6,533.8, i quali dati presentano un aumento in confronto di quelli del precedente quinquennio 1894-1899 di 23 caldaie, della forza complessiva di 1013 cavalli-vapore. A queste cifre vanno aggiunte quelle dei motori a gas in esercizio al 1° gennaio 1899, che risultano di 83, quasi tutti impiegati nelle industrie della città di Padova, per una complessiva potenza di 158 cavalli dinamici e quelle dei recipienti di vapore per le industrie le cui materie prime debbono essere elaborate o trasformate per via fisica o chimica. Di questi ultimi, uno è attivo nel Comune di Piazzola sul Brenta, della capacità complessiva di litri 2392, l'altro nel Comune di Padova, della capacità di litri 1600.

Nello scorso mese di marzo venne costituita in Padova una Società anonima per la fabbricazione ed il commercio del ghiaccio, la refrigerazione artificiale e le sue applicazioni, con la durata di anni 30, a partire dalla data dell'atto costitutivo e col capitale di L. 150,000, diviso in 1500 azioni da L. 100 cadauna.

Nel Comune di Montagnana vennero di recente attivate una fabbrica a vapore di forme di legno per calzature, e una fornace per mattoni a fuoco continuo, mentre poi è cessata del tutto l'industria della conceria dei pelami che colà da molti anni si esercitava.

(Dal *Bollettino di Notizie Commerciali*, gennaio 1901, n. 1).

L'egregio signor ing. Sulpizio Cappa, professore di meccanica applicata ed idraulica nella R. Scuola di Applicazione per gli Ingegneri di Torino, ci scrive pregandoci di inserire in questo numero della *Rivista*, che il principio sul quale è basato il freno dinamometrico, registratore, totalizzatore Digeon, di cui si parla nella relazione dell'ing. prof. Bottiglia sull'Esposizione di Parigi del 1900, è identico a quello sul quale si fonda il freno Carpa-Bolzen, stato ideato e costruito nel 1894, e che l'apparecchio registratore che vi è applicato non è pure una novità.

Noi ci facciamo un dovere di dare atto della lettera dell'egregio prof. Cappa, riconoscendo che il freno da lui ideato in unione con il compianto ing. Bolzen, è effettivamente destinato a tener conto delle oscillazioni del braccio e quindi delle variazioni che subisce il peso che lo equilibra, ed a registrare tali variazioni, mentre quello del Digeon, con disposizione differente e coll'aggiunta dell'apparecchio totalizzatore, oltre al diagramma degli sforzi che equilibrano il freno, registra il diagramma del lavoro ed indica anche il lavoro totale in apposito quadrante.

## L'INSEGNAMENTO INDUSTRIALE

### L'INSEGNAMENTO DEL DISEGNO DI MACCHINE

NELLE SCUOLE D'ARTI E MESTIERI E NELLE SCUOLE INDUSTRIALI

Un competente scrittore di cose industriali notava giustamente in questa Rivista (1) che le Scuole d'arti e mestieri ed industriali d'Italia mancano assolutamente di unità di criterio direttivo e didattico per l'insegnamento, e a questa deficienza ascriveva la cagione dell'inferiorità delle nostre scuole rispetto alle scuole estere.

Le diversità di metodo e di estensione dei programmi sono, in ispecie, notevoli per quell'importantissima materia dell'insegnamento tecnico che è il disegno di macchine, e chiare appaiono dai saggi di disegno inviati dalle varie scuole all'Esposizione generale del 1898 in Torino, che a cura del Ministero di Agricoltura e Commercio figuravano riuniti in una sezione speciale della Divisione dell'Agricoltura.

Tutte le volte che ho avuto occasione di discorrere degli scopi di questo insegnamento e dei mezzi da adoperare per lo svolgimento dei suoi programmi, sia con colleghi, sia con persone che per l'indole degli studi fatti e per le posizioni occupate erano in grado di giudicare la questione, mi sono trovato di fronte ad opinioni che grandemente differivano dalla mia e fra di loro.

Eppoi se vi è argomento che meriti di essere seriamente preso in considerazione e dalla cui discussione può scaturire immenso vantaggio per le nostre scuole industriali, parmi che sia precisamente quello dell'insegnamento del disegno di macchine.

Mi propongo pertanto, ringraziando la cortesia dell'egregio signor Direttore di questa Rivista per l'ospitalità che si compiacere di accordarmi, di esporre brevemente le mie vedute circa questo insegnamento nel presente articolo; lieto se queste poche parole potranno dar origine ad un'ampia e serena discussione che valga a fissare i limiti dei programmi e a delineare nettamente i migliori metodi da tenere nel loro svolgimento.

(1) Fascicolo 1° del gennaio 1901.

Chi ritorna colta mente ai saggi esposti nella ricordata Mostra del 1898, facilmente si convincerà che i disegni eseguiti nelle nostre scuole industriali possono classificarsi in tre distinte categorie:

1° disegni che difo artistici, nei quali principalmente e quasi unicamente si ha per obiettivo la finezza e la eleganza della rappresentazione, ottenute con tinte sfumate di acquarello e con effetti di ombre proprie e portate e di chiaroscuro;

2° esercitazioni di semplice riproduzione di tavole di modello, nelle quali quantunque si adottino mezzi grafici più semplici che i precedenti, si ha maggiormente di mira la purezza e la esattezza della linea e la tecnica del disegno, che la chiarezza e la completezza della rappresentazione;

3° rilevamenti dal vero ed esercizi consimili eseguiti coi più semplici metodi grafici, ma collo scopo di sviluppare l'intelligenza e l'immaginazione delle forme costruttive mediante una completa ed esatta figurazione dell'oggetto, valendosi specialmente dei metodi in uso nei tracciati di officine.

Non occorre spendere molte parole per venire a concludere che il disegno di macchina artistica, quale s'insegna nelle accademie, appunto perchè tale, è assolutamente inadatto a scuole d'indole pratica e tecnica; esso è del resto, salvo qualche eccezione, scomparso quasi del tutto come metodo didattico dalle nostre scuole industriali.

Molti per contro sono gl'insegnanti che, sia per comodità, sia perchè lo credono preferibile, adottano il sistema di far materialmente riprodurre delle tavole di modello che costituiscono un corso di esercizi metodici più o meno completi e più o meno razionali. Ammettendo che gli esemplari prescelti siano convenienti, si raggiunge egregiamente con questo sistema l'intento di formare disegnatori esperti nel copiare un disegno con esattezza ed anche con buon gusto, ma non si sviluppa sufficientemente nel futuro operaio l'intelligenza del disegno e la capacità di leggere e interpretare un tracciato, mentre viceversa, per la ragione che difo in seguito, ritengo che questo sia, se non l'unico, almeno il principale obiettivo da avere di mira.

Quest'ultimo intento si può invece facilmente e pienamente conseguire coi disegni della terza categoria. Rilevare dal vero, sviluppare particolari di disegno, desumere alcune viste da altre, sezioni dalle viste e viceversa, sono gli esercizi a mio credere, più acconci all'insegnamento del disegno di macchine nelle scuole d'arti e mestieri ed industriali.

Non mi pare che sia il caso di fare una distinzione assoluta fra scuole d'arti e mestieri e scuole industriali, in riguardo al disegno di macchine: è più questione di desinominazione che altro. Sia le une che le altre hanno per scopo di formare degli operai intelligenti che all'abilità manuale congiungano un certo grado d'istruzione, e dei quali i migliori potranno in seguito diventare capi-opera e capi-officine. Per tutti gli allievi di quelle scuole le esercitazioni di disegno di macchine devono aver precipuamente per fine di abilitarli alla lettura e alla interpretazione di un tracciato grafico, non già, come vorrebbero taluni, quello di insegnar loro a progettare una macchina ed anche un semplice organo di macchina.

È noto infatti che in un'officina ben diretta non è lasciata all'iniziativa dell'operaio o del capo-officina la costruzione di nessun organo di macchina e tanto meno di una macchina completa senza un relativo disegno quotato ed esattamente determinato in tutte le sue parti, proveniente dall'Ufficio tecnico ed eseguito dal Direttore e da questi controfirmato.

Intui cosa adunque, perchè non avranno mai da applicarsi nella pratica del loro mestiere, sarebbe quella di dettare ai nostri allievi norme costruttive, dare indicazioni di calcolo, quote proporzionali e formule razionali ed empiriche per determinare le dimensioni delle parti costituenti una costruzione meccanica qualsiasi.

Eppure vi è in molte scuole la tendenza a far consistere precisamente in quelle nozioni teoriche e in relative esercitazioni grafiche l'insegnamento del disegno di macchine, vi si trascurano o si riducono al minimo le utilissime esercitazioni di rilievi dal vero, indirizzate di primo acchito gli allievi nella via della composizione che richiede cognizioni ben più estese di quelle che si possono pretendere da un umile scolaro di scuola d'arti e mestieri, e che ad ogni modo esorbita dai limiti nei quali l'insegnamento dev'essere tenuto in una scuola operaia.

So bene che l'insegnante è lusingato dalla prospettiva di formare degli allievi capaci di progettare con discreta proporzione un organo di macchina o una macchina completa; ed amerebbe meglio occupare la sua attività ed il suo intelletto nel dirigere i suoi scolari in corrispondenti esercizi, piuttosto che nella pedestre pratica di rilievi dal vero o del semplice sviluppo di un disegno.

Ma è bene ch'egli si trattienga dal seguire una tal via per le esposte ragioni, ed anche perchè ciò riesce più di danno che di vantaggio al discepolo, inducendolo in questi la falsa convinzione di essere un progettista di valore e di saperne quanto e più di un ingegnere; senza contare poi, che i risultati ottenuti sono per lo più illusori, e che di questi disegni d'invenzione o di composizione che dir si vogliono, fatica particolare del docente, la esecuzione materiale e la firma soltanto, il più delle volte, appartengono all'allievo.

Così di passata, noterò che per le stesse ragioni, mi sembra che sbagliano grandemente quei direttori — e ve ne sono, — che nessuno vanto come di un notevole risultato conseguito dal fatto che i loro allievi progettano essi stessi i lavori che essi debbono poi eseguire come esercitazioni scolastiche di lavoro manuale nelle officine annesse alle scuole. Nel non breve numero di anni in cui sono stato alla direzione di officine meccaniche scolastiche, mi sono sempre astenuto rigorosamente dal seguire questo sistema, e tutt'al più trovo ragionevole che l'allievo ricavi un disegno diverso per scala o per viste da quello che gli è stato consegnato per l'esecuzione, rilevandolo dal suo lavoro dopo che lo avrà compiuto. Ma il progetto originale, il tracciato di officina dev'essere eseguito dal direttore; in questo modo non soltanto si avranno disegni meglio proporzionati ed eseguiti con criteri che assolutamente un allievo non può avere; ma, quello che più monta, si uniformerà l'andamento dell'officina scolastica per quanto riguarda i disegni ad un'officina

industriale ben condotta e si abituerà il futuro operaio ai metodi ed alle vie che si seguono nella pratica industriale della costruzione delle macchine.

Mi pare di avere così sufficientemente posto in chiaro le ragioni che mi fanno preferire a seguire un metodo che dirò intuitivo nell'insegnamento del disegno di macchine; il quale metodo, giova ripeterlo, ha per base essenziali le esercitazioni di rilievo dal vero, ed ha per fine principale di avvezzare l'allievo alla lettura ed alla congrua interpretazione di un disegno quotato, e vengo senz'altro ad alcune più particolari osservazioni in proposito.

Come indispensabile preparazione al proficuo apprendimento del disegno di macchine è necessaria un'estesa conoscenza del disegno di proiezioni; il cui insegnamento dovrebbe essere maggiormente curato e più minuzioso di quanto generalmente si usa nelle scuole d'arti e mestieri.

In poche tavole preparatorie, le quali si possono benissimo far copiare, oppure più opportunamente far eseguire dopo averle spiegate alla lavagna indicando minutamente tutte le dimensioni delle varie figure, converrà insegnare all'allievo le costruzioni in uso per le rappresentazioni geometriche esatte e schematiche delle viti e delle chavarde, e passar quindi subito agli esercizi di rilievo dal vero.

In base ai concetti esposti, la scelta degli oggetti da rilevare deve di regola esser fatta per modo che le difficoltà dei successivi esercizi vadano sempre crescendo, piuttostochè essere ordinata in guisa da rappresentare in un certo ordine le forme usuali dei principali elementi costruttivi delle macchine.

Per tuttavia questo secondo criterio può anche tenersi presente in linea secondaria nel coordinare la serie di questi rilievi, variabile poi ancora da allievo a allievo secondo il grado dell'intelligenza e secondo l'attitudine individuale.

È giovevole di scegliere come oggetto dei primi rilievi i più semplici attrezzi di lavoro come compassi, chiavi inglesi, trafilie per viti, trapani a nottolino, ecc.; si possono altresì avere dei buoni esemplari in tutti gli accessori e nelle parti costituenti torni, torniati, trapani ed altre macchine utensili o macchine motrici ed operatrici agricole ed industriali, di cui buoni modelli provenienti da case costruttrici estere o di fabbricazione nazionale sono oggi tanto diffusi anche nelle più piccole officine o nelle aziende agricole ed industriali di importanza anche piccola. Come, per citare qualche esempio, piattaforme, coppie, briglie, lunette da tornio; topi fissi e mobili, appoggiate, carrelli sovraviti; parti ed accessori di locomobili e trebbiatrici e di macchine operatrici qualsiasi.

Non vi è in quest'ordine di idee il più meschino laboratorio da fabbro annesso alla più modesta della scuola d'arti e mestieri che non possa fornire un'abbondante messe di oggetti il cui rilievo sia utile per l'apprendimento del disegno di macchine; e l'insegnamento condotto in questa guisa non solo riesce proficuo ed istruttivo, ma rifuggendo dall'aridità di un corso metodico di semplice riproduzione di disegni, è altresì assai dilettevole e tale da appassionare gli allievi già naturalmente inclinati a questo genere di esercitazioni.

Infine, meglio che con qualunque descrizione e spiegazione, si raggiunge indirettamente lo scopo di dare all'allievo una completa ed esatta conoscenza degli attrezzi e delle macchine in uso nel suo mestiere.

Perfino quelle scuole che sono sprovviste di officine, o che sono semplici scuole serali o domenicali per operai, potranno giovarsi di questo metodo acquistando o facendo costruire un certo numero di pezzi o di modelli in legno che debbono servire esclusivamente come oggetto di opportuni rilievi.

Il costo ne sarà, è vero, alquanto superiore a quello di esemplari grafici fotografati o eseguiti a mano; ma, oltrechè la spesa fatta una volta tanto servirà per sempre, mentre i modelli grafici vanno periodicamente rinnovati, i frutti che si ricaveranno dall'applicare cosiffatto metodo intuitivo saranno immensamente superiori e tali da compensare pienamente i maggiori sacrifici; in specie poi se si avrà avuto cura di far costruire alcuni dei modelli scomponibili, per modo da poter materialmente mostrare l'apparenza delle sezioni e quindi facilitarne la rappresentazione in disegno.

Il disegno di un rilievo viene sempre preceduto da opportuno bozzetto a lapis quotato, eseguito a mano libera coll'aiuto del solo compasso, e riportato sopra apposito album. È bene che l'insegnante esiga chiarezza e proporzione in questi schizzi, che non devono essere copia in scala dell'oggetto da rilevare, e che, notori tra parentesi, sono anche per chi si avvia a studi superiori il miglior esercizio per abituare l'occhio alla proporzione delle parti e per acquistare il criterio pratico della robustezza dei pezzi, tanto necessario a chi deve progettare o dirigere costruzioni meccaniche.

I primi disegni a mano libera potranno essere eseguiti e quotati dall'insegnante sulla lavagna e quindi riprodotti dagli allievi sui rispettivi album; per tal modo è reso possibile di estendere il metodo intuitivo ad una scolaresca numerosa; giacchè la fatica che ne risulterebbe per l'insegnante sarebbe in tal caso veramente soverchia; e' egli dovesse occuparsi a guidare singolarmente ogni allievo in queste esercitazioni.

Il disegno a mano libera ha anche in linea secondaria indubbia utilità come ausiliario potente per l'apprendimento delle nozioni insegnate agli allievi nei corsi di meccanica, fisica, elettrotecnica, ecc.

È noto quale grandissima importanza si dà oggigiorno giustamente al graficismo come metodo didattico di quasi tutte le discipline scolastiche; costruzioni grafiche, bozzetti di macchine ed apparecchi rimangono, specialmente in menti poco colte, meglio impressi e sono più facilmente compresi che indicazioni di calcolo e descrizioni o spiegazioni anche chiarissime. È bene dunque che sin dai primi passi l'allievo impari, merce quegli esercizi, a rappresentare con chiarezza e speditezza i meccanismi, le macchine, gli apparecchi che gli verranno spiegati nei corsi d'insegnamento teorico.

Ricordo a questo proposito di aver ammirato degli album contenenti disegni a mano libera di strumenti di misura e apparecchi elettrici svariati eseguiti dagli allievi delle Scuole della Società d'Ingegneramento per Arti e Mestieri di Milano come complemento e compendio utilissimi del corso di elettrotecnica.

È dunque conveniente cosa che gli allievi eseguano un gran numero di

schizzi o disegni a mano libera, dei quali alcuni soltanto serviranno come oggetto di opportune tavole di disegno.

Di queste tavole uso farne disegnare una parte su carta da disegno tirata sul tavolozzo, delineate a inchiostro di china e acquerellate con tinte più convenzionali soltanto nelle parti sezionate; e un'altra parte tracciata semplicemente a lapis — e con lapis tenero e molto nero — indicando si tratteggio di matita colorata le parti seccate, e segnando, sempre in lapis, i tratti di forza e le note. Quest'ultimo sistema è molto in uso nelle officine per la sua speditezza, specialmente per i progetti di quelle parti di macchine di cui dev'essere costruita il modello in legno per uso di fusione.

Sempre poi che ciò sia possibile è preferibile che i disegni siano tracciati in grandezza vera o in scala molto grande: disegni in piccola scala fanno la proporzione delle parti e sono di esecuzione soverchiamente difficile per principianti, e in specie per gli scolari delle scuole d'arti e mestieri che generalmente non possiedono la leggerezza di mano e la finezza del tratto necessaria.

È noto che per rappresentare una macchina si possono tenere essenzialmente due vie:

1° costruire le varie viste di elevazioni frontali, laterali e di pianta, panteggiando le linee invisibili che corrispondono alla parte interna e che indicano gli spessori ed il congegno interno;

2° rappresentare le stesse viste, ma supponendo di spaccare, secondo determinati piani, l'involucro ed il capulsino della macchina, per modo da ottenere le cosiddette sezioni verticali o frontali, trasversali ed orizzontali, e panteggiando in questo caso le linee invisibili che determinano la forma estera.

Quest'ultimo sistema presenta sul primo il vantaggio di dare un più esatto concetto degli spessori e quindi della robustezza delle parti, e di mostrare più chiaramente le parti interne ed il funzionamento della macchina; perciò esso è di preferenza e quasi esclusivamente seguito nei disegni di officina, e in di esso conviene che sia principalmente esercitato all'ievo delle scuole industriali, in guisa ch'egli ne acquisti una conoscenza ed una pratica perfetti.

Questo risultato si raggiunge e più agevolmente se si hanno a disposizione alcuni modelli scomponibili, come più sopra si è detto; si potrà anche, allo stesso intento, giovarsi economicamente di attrezzi e congegni fuori uso, dei quali si faranno opportunamente sezionare le parti esterne, saldandovi poi invariabilmente nella giusta posizione le parti interne non sezionate e che nel disegno non devono essere rappresentate in sezione.

Complemento utile ai rilevamenti dal vero, ma soltanto dopo che di questi se ne saranno fatti eseguire un gran numero, sono le esercitazioni di sviluppi e trasformazioni di un disegno. Sotto questa denominazione comprendo:

1° il tracciamento colle regole in uso nel disegno di macchine di spaccati prodotti da piani orizzontali, verticali od obliqui rispetto ai piani di proiezione in organi e macchine di cui si conoscono o per averle rilevate o desumendole da altri disegni, le viste in proiezione sufficienti a determinarli;

2° l'operazione inversa di costruire le proiezioni di oggetti, dei quali sono

dati i disegni degli spaccati, in numero bastevole a determinarne anche in questo caso tutte le dimensioni;

3° il ricavarle da un disegno di assieme i particolari di tutti gli organi che costituiscono una macchina;

4° il disegnare viste e sezioni complessive di una macchina, della quale si conoscono i particolari costruttivi.

Dopo quanto si è detto, non mi pare che sia il caso di insistere su queste esercitazioni, che hanno tutte per intento di sviluppare maggiormente nell'allievo quello che ho chiamato l'immaginazione della forma, e solo mi piace notare che converrà di preferenza prescegliere come oggetto dei disegni quegli apparecchi, quei congegni o quelle macchine che l'allievo ha avuto occasione di esaminare, o di cui dovrà servirsi e che conviene che conosca nella pratica della professione ch'egli probabilmente sarà chiamato ad esercitare.

Se, per esempio, l'allievo intende di destinarsi alla professione di operaio o macchinista nelle ferrovie, si potrà opportunamente esercitarlo in disegni relativi ad accessori e parti della locomotiva e del materiale mobile in uso nelle ferrovie.

Cosicchè ogni singola scuola potrà utilmente possedere un corredo di esemplari disegnati, adatti al suo fine speciale e relativi alle eventuali professioni alle quali si destinano i suoi scolari, che serviranno di base agli esercizi di studio e sviluppo dei disegni anzidetti.

Ho già fatto notare che è necessario che si faccia lo studio geometrico completo delle viti col diversi generi di filettatura, delle chiocchie e delle chiavardie: consimile studio tecnico e grafico verrà fatto per gli ingranaggi cilindrici, conici ed elicoidali, indicando all'allievo le principali proprietà cinematiche degli ingranaggi e la generazione geometrica dei profili dei vari generi di dentature. Circa la parte grafica, mi preme soltanto notare che conviene applicare le costruzioni a dentature di grandi dimensioni, e che ritengo inutile lo insegnare delle costruzioni approssimate per archi di circolo, che facilmente si dimenticano, mentre sono invece di facile applicazione le costruzioni esatte per punti in tutti i casi.

Alla parte grafica dell'insegnamento si può aggiungere un breve corso di lezioni orali intese a spiegare le costruzioni di cui si è fatto un cenno, e a indicare le principali disposizioni costruttive degli elementi delle macchine, col preciso e limitato intento di un'esatta e propria nomenclatura di essi, e di somministrare tutte le possibili indicazioni tecnologiche e norme per la buona esecuzione.

Ho così esposto alquanto minutamente ciò che devono essere, secondo il mio intendimento, il metodo, gli scopi e le caratteristiche dell'insegnamento del disegno di macchine nelle scuole d'arti e mestieri. Accanto al fine principale si sono venuti man mano delineando una quantità d'intenti secondari, per essi giovevoli allo scolaro e atti a somministrargli cognizioni utili nella pratica della professione ch'esso sarà chiamato ad esercitare: cosicchè, questa materia così intesa, viene ad essere una delle più importanti dell'insegnamento tecnico.

Secondo gli esposti concetti i pregi della forma e della esecuzione materiale passano in seconda linea; e sarà maggiormente da apprezzarsi un disegno eseguito con intelligenza e col quale l'esecutore dimostri di avere piena padronanza dei metodi di rappresentanza usati nel disegno di macchine, che un disegno di buona e fine esecuzione materiale, ma nel quale si riscontrino errori d'interpretazione e di figurazione.

Con questo non intendo di dire che non si debba, nei limiti del possibile, pretendere che i disegni abbiano anche una certa veste se non elegante almeno decente, e siano tracciati con esattezza e proprietà; ma voglio porre bene in chiaro che conviene di badare più alla sostanza che all'apparenza; e voglio altresì rilevare che l'insegnante non si dovrà rammaricare soverchiamente se agli occhi di un profano, o di chi giudica soltanto superficialmente, i risultati che egli avrà ottenuto potranno per avventura sembrare inferiori a quelli conseguiti da chi si limita a far semplicemente riprodurre esemplari grafici e fa per contro consistere in quella veste e nei caratteri della forma il principale intento delle esercitazioni dei suoi scolari.

Circa lo scopo immediato, credo ch'esso possa dirsi pienamente raggiunto quando l'allievo è in grado, al termine del corso, di eseguire con esattezza, speditezza e intelligenza, il rilevamento tecnico di una macchina o di una parte di macchina.

Ne per quanto io mi sappia, stabilimenti industriali, sia privati, sia delle grandi amministrazioni ferroviarie e dello Stato, richiedono maggiori cognizioni di disegno, non solo negli operai, ma anche nei disegnatori, allorché li sottopongono ad esame prima di assumerli in servizio.

Foggia, marzo 1901.

Prof. SAMUELE CARON.

## IL NUOVO CORSO SUPERIORE ED IL LABORATORIO DI ELETTROCHIMICA

DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO

Già fino dallo scorso anno scolastico 1899-1900 veniva in parte soddisfatto un desiderio dell'onorevole Giunta Direttiva di questo R. Museo, e tenuto un corso libero di Elettrochimica per gli allievi del terzo corso della Scuola di applicazione per gli ingegneri industriali. A questo corso si iscrissero pure alcuni ingegneri laureati. Essendo però impossibile di allestire con sufficiente rapidità un Laboratorio di una scienza così nuova, si dovette rinviare in quel primo anno a completare il corso di lezioni orali colle esercitazioni di laboratorio.

Intanto il nuovo organico del R. Museo Industriale stabiliva che il corso di Elettrochimica dovesse avere carattere di corso superiore analogamente a quello di Elettrotecnica della Scuola Galileo Ferraris. Sorse quindi la necessità di dare a questo insegnamento uno sviluppo tale che fosse giustificato il sacrificio di un anno complementare di studi, che si impegna ai laureati che desideravano di frequentarlo.

L'esperienza degli altri Paesi che già intrudessero nelle loro scuole l'insegnamento dell'Elettrochimica, non poteva portare che un aiuto molto incompleto alla risoluzione delle difficoltà che presentava l'istituzione del nuovo corso, data la radicale differenza fra l'ordinamento degli studi tecnici in Italia ed all'estero. Fu quindi necessario di cercare un indirizzo di studi specialmente adatto alle condizioni di cultura degli allievi ed agli scopi che essi si propongono.

Una gran parte delle persone, che intendono seguire il corso, si propongono non solo di acquistare nozioni generali in tutto il dominio dell'Elettrochimica, ma anche desiderano di studiarne i particolari in un campo speciale, nel quale intendono di esercitare poi la loro attività. Si pensò perciò a soddisfare a questo desiderio mantenendo l'insegnamento orale abbastanza sulle generalità, perchè esso possa interessare tutti gli iscritti, e lasciando poi la possibilità a ciascun allievo di dedicarsi nel laboratorio, dopo una serie di esercitazioni fondamentali, allo studio speciale che più lo interessa.

I programmi pubblicati in altra parte di questo annuario permettono di farsi un'idea degli argomenti trattati nel corso orale e nelle esercitazioni pratiche generali.

Naturalmente, preso a base dell'insegnamento questo concetto assai vasto bisognò limitare il numero degli allievi regolari; esso nelle attuali condizioni del Laboratorio non può essere superiore a trentadue. Converrà però, in considerazione dell'impeto industriale dell'Istituto, lasciare facoltà al direttore del R. Museo di ammettere, d'accordo col direttore del laboratorio nelle epoche in cui esso non è occupato dalle esercitazioni degli allievi regolari, quelle persone che, avendo una sufficiente cultura teorica e pratica, intendono di eseguire qualche ricerca speciale

di Elettrochimica industriale. Naturalmente questi praticanti sono tenuti a rifare tutte le spese che per essi incontra il Laboratorio e non avranno diritto a nessun certificato accademico.

Quantunque il Laboratorio non potrà funzionare del tutto regolarmente fino a che non siano costruiti i locali che gli sono destinati, è però nel suo assetto attuale, in parte definitivo ed in parte provvisorio, in grado di rispondere alle esigenze più correnti della teoria e della pratica dell'Elettrochimica.

Il Laboratorio è attualmente impiantato nei locali del secondo piano prospicienti il cortile principale, già occupati dal Gabinetto di Fisica tecnica. Le diverse sale collegata fra loro con condutture capaci di portare correnti di grandi intensità, sono provviste di mensole di marmo infisse ai muri, di tavoli da lavoro, di sostegni ad altezza variabile, e di tutto quel mobilio che costituisce sempre l'arredamento dei buoni laboratori di Chimica o di Elettrochimica. Per le macchine pesanti ed i forni elettrici di grande potenza, si utilizzarono locali sotterranei sufficientemente illuminati per servire anche alle esercitazioni degli allievi.

Una sala specialmente destinata alle elettrolisi con piccole intensità di corrente ed alle analisi elettrolitiche, contiene un grande banco ad otto posti, costruito secondo Classen e provvisto dei necessari strumenti di misura e regolazione.

La corrente continua per gli usi normali di Laboratorio è fornita da una batteria di seltanoidine accumulatori Tudor a scarica rapida, da una batteria di sei accumulatori Tudor a lenta scarica, da due grandi accumulatori capaci di fornire una corrente di mille ampères di intensità e da un buon numero di piccoli accumulatori trasportabili riuniti in piccole batterie di due o tre elementi.

Una conduttura di sei fili, ognuno di sezione sufficiente per trasportare cento ampères, collega il Laboratorio di Elettrochimica e quello di Elettrotecnica e permette di utilizzare l'energia delle dinamo elettriche e delle grandi batterie di accumulatori della scuola Galileo Ferraris e della stazione di trasformatori a corrente alternata della Società Piemontese di Elettricità.

Per esperienze con correnti di grandissima intensità, si hanno a disposizione locali nei sotterranei vicini alle stazioni degli accumulatori e dei trasformatori. Quivi è pure impiantata una dinamo a corrente continua della casa Siemens, capace di fornire una corrente di 400 amp. con una tensione di 10 Volts, la quale è azionata da un motore a gas.

Nei diversi impianti si seguì il concetto di non acquistare possibilmente duplicati di apparecchi di uso non frequente, ma di servirsi invece dei mezzi che potevano offrire gli altri Laboratori del Museo; si cercò però di rendersi il più che fu possibile indipendenti da essi per tutto il materiale di uso corrente.

Fu perciò provvisto, oltre tutto il materiale speciale dei Laboratori di Elettrochimica, anche una buona collezione di apparecchi per la regolazione e la distribuzione delle correnti, per le misure elettriche e per le operazioni e determinazioni chimiche e fisiche, come risulta dal seguente elenco.

#### I. — Apparecchi speciali di Elettrochimica.

Elettrolizzatori per elettrolisi industriali con elettrodi di rame, nickel, carbone, piombo; con diaframmi ed agitatori.

Piccoli elettrolizzatori per esperienze di Laboratorio con elettrodi di platino, rame, nickel, ecc.

Volametri per depositi metallici con elettrodi di platino, argento, rame, ecc. Volametri per sviluppo di gas con campane graduate ed elettrodi di platino, argento, carbone, ecc.

Cassidi di platino ed elettrodi per analisi elettrolitiche secondo Classen, con ridotti supporti.

Vasi con elettrodi di platino per misurare le resistenze elettrolitiche, con depositi per mantenere costanti le temperature.

Forni elettrici di differenti tipi (Moissan, Borkers, Siemens, ecc.), e di differenti potenze (fino a 50 cavalli).

Serie completa degli apparecchi per dimostrazioni di scuola secondo Labbe, Labanc ed altri autori.

#### II. — Apparecchi per la distribuzione e regolazione delle correnti.

Quadri, forniti dalla ditta Olivetti Ivrea, contenente un commutatore a servizio per collegare in differenti modi la batteria di accumulatori, otto grandi interruttori per distribuire la corrente nelle diverse sale, un voltmetro ed un amperometro Hartmann e Brann, provvisti di resistenze addizionali e shunts per misurare fino a 300 Volts e 500 Ampères.

3 Prese di corrente per piccole e grandi intensità e per illuminazione in tutte le sale del Laboratorio.

6 grandi reostati con nastro ondolato di nichelina, montati su telai di ferro e tavole di marmo con ruote per facilitarne il trasporto; le sezioni possono porsi in serie ed in parallelo e portare correnti di intensità fino a 600 Ampères.

4 reostati minori, pure di nastro e di filo di nichelina, per correnti fino a 100 Ampères.

3 Interruttori, commutatori di differenti tipi e portate per tutti i bisogni del Laboratorio.

#### III. — Strumenti per le misure elettriche.

3 Bussole delle tangenti con spirali fine e grosso cerchio di rame per correnti di grandi intensità, e magnetometri a specchio ed a lettura diretta.

4 Bussole di Wiedemann semplici, ciascuna con tre coppie di spirali di differenti resistenze.

4 Bussole di Wiedemann astatiche, ciascuna con due serie di avvolgimenti di differenti resistenze.

1 Galvanometro D'Arsonval con shunt (Carpentier).

6 Galvanometri tipo D'Arsonval di differenti resistenze e da impiegarsi come bilanci.

1 Galvanometri tipo D'Arsonval smorzati (Olivetti).

1 Galvanometro tipo Thomson a piccola resistenza, per misure termo-elettriche.

4 Galvanometri balistici tipo Weber.

10 Cannaocchiali con scale per letture (Hartmann e Brann).

7 Scale a lampade elettriche per letture a riflessione (Olivetti).

1 Millivolt-ampèrometro di precisione con cassetta di resistenze addizionali, e 5 shunts per misure fino a 300 Volts e 100 Ampères (Siemens).

1 Decimilivoltmetro di precisione con resistenze addizionali (Siemens).

1 Ampèrometri di precisione per correnti fino ad 1 Ampère ciascuno, con una serie di shunts per misurare fino a 200 Ampères (Siemens).

3 Voltometri di precisione da 1 Volta, ciascuno con resistenze addizionali per misurare fino a 500 Volta (Siemens).

4 Ampèrometri a filo caldo per correnti continue ed alternate da 1 Ampères, con serie di shunts fino a 200 Ampères (Hartmann e Brann).

4 Voltometri a filo caldo per correnti continue ed alternate da 1 Volta, con resistenze addizionali fino a 500 Volta (Hartmann e Brann).

2 Ampèrometri da 5 Ampères e 50 Ampères (Hartmann e Brann).

1 Voltmetro da 5 Volta con resistenza addizionale fino a 15 Volta (Hartmann e Brann).

1 Ampèrometro da 400 Ampères (Siemens).

1 Voltmetro da 1,5 Volta con resistenza addizionale fino a 15 Volta (Siemens).

1 Contatori di precisione di quantità di elettricità per correnti fino a 25 Ampères (Siemens).

4 Elettro-dinamometri a due sensibilità ciascuno, per correnti da 0,1 Ampères a 100 Ampères (Siemens).

2 Elettrometri a quadranti Thomson-Mascart (Carpentier).

1 Elettrometro di Lippmann con microscopio (Carpentier).

1 Condensatore a mica di un microfarad (Carpentier).

5 Condensatori a carta paraffinata.

4 Casette di resistenze normali (Carpentier e Hartmann e Brann).

1 Cassetta di resistenze normali a ponte (Carpentier).

1 Cassetta di resistenze fino a 100.000 Ohms (Hartmann e Brann).

12 Cassetta di resistenze a manovella di varie resistenze.

1 Ponte a filo con doppio corsoio (Hartmann e Brann).

1 Ponte di Kohlrausch (Hartmann e Brann).

10 Ponti a filo semplici.

8 Telefoni.

2 Rocchetti Bunkorf per misure di resistenza.

1 Grande Induttore Bunkorf (Carpentier).

Collezione delle principali pile campione.

#### IV. — Apparecchi di fisica e chimica diversi.

Orologi a pendolo. Cateterometri. Barometro di precisione. Gasometri. Caldaia a vapore. Pompe pneumatiche. Termometri. Calorimetri. Osmometri. Apparecchi per le determinazioni dei punti di congelazione ed ebollizione delle soluzioni. Apparecchi per la determinazione dei pesi molecolari delle sostanze. Bilancie ordinarie e di precisione, ecc., ecc.

Prof. E. STRANEO.

## RASSEGNA BIBLIOGRAFICA

### BIBLIOGRAFIA.

#### *Prime nozioni elementari di Elettrochimica* di ALFONSO COSSI. — Manuale Hoepli, 1901.

Le interessanti teorie dell'Elettrochimica sono espone in questo breve manuale con somma chiarezza e nella forma più utile e più usata per le applicazioni della nova scienza.

In un primo capitolo *Energia Elettrica*, l'autore espone brevemente quei fenomeni dell'elettricità, che sono indispensabili per comprendere le teorie dell'elettrochimica, mettendo in evidenza, con cura speciale, le relazioni elementari esistenti fra l'energia elettrica e l'energia chimica.

Il secondo capitolo, *Elettrolisi*, è dedicato allo studio del fenomeno più importante dell'elettrochimica, all'elettrolisi. Dopo una breve rassegna dei fenomeni dell'elettrolisi, che possono ritenersi tipici, l'autore espone in modo semplice le nozioni fondamentali della teoria dell'elettrolisi.

Il terzo capitolo, *Teoria osmotica della pila*, è esposta chiaramente la intuitiva ed efficace teoria dovuta a Nernst.

Il quarto capitolo, *Energetica della pila*, è dedicato all'esposizione ed all'illustrazione mediante opportuni esempi delle conseguenze termo-dinamiche relativamente alla trasformazione dell'energia chimica in elettrica. Naturalmente le complesse dimostrazioni matematiche furono qui omesse.

Finalmente in un ultimo capitolo l'autore espone alcune applicazioni fondamentali dell'elettrolisi.

La stampa scientifica fece buona accoglienza al manualetto del prof. Cossi chiamandolo un'ottima introduzione allo studio delle opere di maggior mole.

Deo sarà certo anche utilissimo a tutti coloro che desiderano di farsi, in brevissimo tempo, un'idea elementare, ma chiara, di quelle fondamentali teorie dell'elettrochimica, che ormai ogni persona colta deve desiderare di possedere.

P. S.

REPERTORIO  
DELLA LETTERATURA TECNICA ITALIANA

*Indice dei più notevoli articoli pubblicati sui periodici tecnico-scientifici che si ricevono dalla Biblioteca del R. Museo Industriale.*

Automobili.

- Moteur à pétrole à quatre temps, système Kécheur. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 75.  
Etat actuel de la locomotion mécanique sur route. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 83.

Caldais a vapore.

- Les chaudières à petits éléments aux Etats-Unis. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 74.

Costruzioni.

- Les ponts métalliques à arcades, système Viersendel. — *Nouvelles annales de la construction*, 1901, 5 serie, vol. 8, pag. 34.

Elettro-chimica.

- Procédé Bradley et Jacob pour la préparation de l'oxyde de baryum au four électrique. *Eclairage électrique*, 1901, vol. 26, pag. 340.  
Sur la décomposition électrique de l'eau en grand. — *Eclairage électrique*, vol. 26, pag. 377.

Elettro-tecnica.

- Die Aufstellung der 5000 Kilo-Watt-Dynamomaschine der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin auf der Weltausstellung in Paris, 1900. — *Dingl.*, 1901, vol. 316, pag. 133.  
Groupe électrique de 1530 kilowatts de M.M. Siemens frères de Londres, et de M.M. Willans et Robinson de Rugby. *Eclairage électrique*, 1901, vol. 26, pag. 269.  
Fréris électriques à courants alternatifs. — *Eclairage électrique*, 1901, vol. 26, pag. 134.  
Méthode générale de recherche des défauts d'un réseau de distribution. — *Eclairage électrique*, 1901, vol. 26, pag. 365.  
Compteurs d'énergie Vulcan. — *Eclairage électrique*, 1901, vol. 26, pag. 303.

Metallurgia.

- Ueber die Ansetzung der Hochföfen- und Generatorgase für Nutzarbeit mittels geschlossener Feuerung. — *Dingl.*, 1901, vol. 136, pag. 177.  
Appareils et procédés de moulage, système Bonjour. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 95.

Miniere (Coltivazione).

- Les machines à agglomérer, système Conflinhal. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 84.

Motrici termiche.

- Nouveaux moteurs à gaz Tangyes. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 81.  
Betrachtungen über die Gas- und Erdölmaschinen der Weltausstellung, Paris. — *Dingl.*, 1901, vol. 136, pag. 165.  
Des Dampfmaschinen der Pariser Weltausstellung. — *Dingl.*, 1901, vol. 136, pag. 162, 171.  
Turbines à vapeurs Parson. — *Eclairage électrique*, 1901, vol. 26, pag. 282.  
Les condenseurs de machines à vapeur. — *Rev. Mec.*, 1901, vol. 89, pag. 129.  
Distribution pour machines à vapeur, système Heanjour. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 93.

Organi di macchine.

- Engrenages des vis et roses hélicoïdales avec profil suivant une développante de cercle et son influence sur la durée des engrenages. — *Rev. Mec.*, 1901, vol. 89, pag. 169.

Tecnologia meccanica.

Macchine utensili.

- Hilfsbearbeitungsmaschinen auf der Pariser Weltausstellung 1900. — *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbetries*, 1901, pag. 144.  
Machines à percer les trous de rivets dans les tôles de foyers tubulaires, système J. Polloch. — *Rev. Ind.*, 1901, vol. 32, pag. 93.

ABBREVIAZIONI

dei titoli dei periodici che saranno citati nel Repertorio.

- |   |  |
|---|--|
| <i>Ann. Chim. Phys.</i> Annales de Chimie et de Physique.   | <i>Dingl.</i> Dingler's Polytechnisches Journal.                             |
| <i>Ann. Contr.</i> Nouvelles annales de la Construction (Oppermann).                              | <i>Ind. Industria</i> , Milano.  |
| <i>Ann. Enc.</i> Annales des Mines.   | <i>Ing. Soc.</i> L'ingegneria Sanatoria, Torino.                             |
| <i>Ann. Gew. B. u.</i> Annalen für Gewerbe und Bauesen (Glaser).                                  | <i>Ing. Soc. Civ.</i> L'ingegneria civile e l'Arti industriali, Torino.      |
| <i>Ann. Z. Phys. Chem.</i> Annalen der Physik und Chemie (Dvergendorff-Wiedemann).                | <i>Giorn. Magaz.</i> Giornale del Magaz.                                     |
| <i>Ann. Soc. Ind.</i> Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse.                            | <i>Publ. II</i> Politecnico, Milano.   |
| <i>Ann. Soc. Doc.</i> Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, Paris.   | <i>Rev. Ind.</i> Revue Industrielle, Paris.                                  |
| <i>Ann. Soc. Sci.</i> Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris. | <i>Rev. Soc. Min.</i> Revue Universitaire des Mines, de la métallurgie, etc. |
|   | <i>Rev. Soc. Mec.</i> Revue de Mécanique.                                    |
|   | <i>Sci. Am.</i> Scientific American.   |
|   | <i>Text. Man.</i> Textile Manufacturer.                                      |

## BOLLETTINI

ATTI DEL R. MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO.

*Deliberazioni della Giunta direttiva del R. Museo nella seduta del 31 marzo 1901.*

*Presidente:* Il senatore Prota — *Presenti i Membri:* Abrate, Allasia, Casua, Rabbì, Rognone, Rossi, Cossa e Camerana. *Segretario:* prof. Bacht. Giustiziano l'assenza i Membri Fasella e Pescetto.

Il Presidente dà notizia intorno ai lavori della Commissione per la nomina del Direttore del R. Museo e della Commissione per il riordinamento della Scuola superiore d'ornato; annunzia l'apertura avvenuta, con esito soddisfacente, dei corsi liberi di Telegrafia e Telefonia e di Chimica tintoria, e comunica le pratiche fatte col Municipio di Torino e colle Società Tramviarie per la protezione del Laboratorio di elettrotecnica dalla influenza delle condutture elettriche che circondano quasi interamente il fabbricato del R. Museo.

Il Presidente comunica una circolare inviata dal Ministero alle Camere di commercio per portare a cognizione degli industriali la tariffa delle analisi che si compiono presso il laboratorio di assaggio Carte, annesso al Museo: la Giunta fa voti perchè il Governo e gli Istituti che ne dipendono si valgano più lungamente dell'opera del detto laboratorio.

La Giunta accoglie una domanda presentata dal R. Istituto di Studi superiori di Firenze per esperienze colla macchina per l'aria liquida. Prende atto dei voti espressi dall'Associazione Chimica Industriale, approvabili in massima e nomina una Commissione per lo studio delle proposte medesime.

Delibera che il R. Museo, nella sua sfera d'azione, partecipi all'Esposizione internazionale di Arte decorativa e prende alcuni provvedimenti di ordine interno.

*Nomine.*

Con Regio decreto in data 14 marzo il cav. ing. Pietro Paolo Morra venne nominato professore straordinario di Fisica Tecnica nel Regio Museo.

Con Regio decreto in data 21 marzo il cav. uff. ing. Angelo Bottiglia, professore di Composizione di macchina e Nozioni di statica grafica nel R. Museo venne promosso al grado di professore ordinario.

*Conferenze.*

Domènica 21 aprile, alle ore 10 il comm. dott. Alfonso Cossa, direttore della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri terrà nel R. Museo Industriale una conferenza su: « Alcune proprietà dell'alluminio ».

*Laboratorio di economia politica.*

Durante l'anno scolastico 1899-1900 gli allievi ingegneri del 2° anno come esercitazione al Corso di economia e legislazione industriale, impartito al R. Museo Industriale, studiarono e rappresentarono graficamente il movimento commerciale italiano negli ultimi undici anni. Questo lavoro venne inviato alla Commissione per il regime economico-dogamale, la quale, per mezzo del suo presidente, ha inviato al Direttore del Laboratorio di economia politica, prof. S. Cognetti de Martiis, la seguente lettera:

*Ill.mo Signor Professore,*

Mi pregio di parteciparle che sono pervenuti alla Commissione da me presieduta i sette atlanti contenenti gli studi fatti dal Laboratorio di economia politica, da Lei diretto intorno ai risultati del nostro commercio all'estero. Le notizie e i dati tanto interessanti contenuti nei detti atlanti riusciranno di molta utilità alla Commissione, la quale, apprezzando l'importanza notevole ed il valore del lavoro poudoso compiuto dal Laboratorio, ha emesso, all'unanimità, nella sua seduta del 12 corr., un voto di plauso e di ringraziamento all'indirizzo della S. V. Ill.ma. Mentre compio il gradito incarico di darle piena partecipazione, Le porgo, Signor Professore, i sensi della mia più alta considerazione.

*Il Presidente: STREIGNER.*

## CONCORSI.

*R. Corpo delle Miniere.*

*Concorso a un posto di Aiutante di 3ª classe.* — È aperto il concorso per essere ad un posto di aiutante di 3ª classe nel R. C. delle Miniere, con l'anno stipendio di L. 1800 (1). La domanda dovrà pervenire al Ministero di Agricoltura non più tardi del 30 corrente aprile; fra i documenti di cui deve essere corredata vi è il certificato di licenza dalle sezioni fisico-matematica o di meccanica e costruzioni da uno degli Istituti tecnici del Regno, o delle Scuole minerarie di Agordo, Callanissetta, Carrara ed Iglesias.

Gli aspiranti non debbono aver compiuto il 30º anno di età.

I posti di aiutante di 3ª classe che, oltre quello che forma oggetto del presente concorso, risulteranno vacanti entro l'anno 1901, potranno essere conferiti a quelli fra gli aspiranti che negli esami otterranno l'idoneità e saranno classificati in ordine di merito, immediatamente dopo il vincitore del concorso.

Gli esami avranno luogo a Roma, il giorno 29 maggio p. v. e consisteranno in prove scritte sulla meccanica, la coltivazione delle miniere, la topografia e il disegno; ed in prove orali sulle dette materie, e sulla geometria, trigonometria, fisica, chimica, mineralogia e geologia.

Il programma particolareggiato può ottenersi dalla Direzione generale dell'Agricoltura.

*Laboratorio chimico municipale di Milano.*

È aperto un concorso per titoli e per esami, al posto di secondo assistente presso il Laboratorio chimico municipale di Milano, con l'anno stipendio di L. 2000 e diritto a pensione.

Di Gli assistenti del R. C. delle Miniere sono divisi in 3 classi, alle quali corrispondono gli stipendi annui di 1800, 2400 e 3000 lire: quest'ultimo può, con gli aumenti annuali, giungere a lire 3000.