

REGIO MUSEO
INDUSTRIALE ITALIANO
IN TORINO

ANNUARIO

per l'Anno scolastico 1890-91

POLITECNICO DI TORINO
INVENTARIO N° 253
BIBLIOTECA CENTRALE



TORINO
TIPOGRAFIA EDITRICE G. CANDELETTI
Via della Zecca, n. 11
1891.

Regio Decreto del 23 Novembre 1862, N. 1001, che
istituisce il Regio Museo Industriale Italiano.

VITTORIO EMANUELE II

Per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA.

Sulla proposta del Ministro d'Agricoltura, Industria e
Commercio;

Abbiamo decretato e decretiamo:

ART. 1. È istituito, nella capitale del Regno, alla dipen-
denza del Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio,
un Museo Industriale, a fine di promuovere l'istruzione in-
dustriale ed il progresso delle Industrie e del Commercio.

ART. 2. È autorizzato il nostro Ministro di Agricoltura,
Industria e Commercio a fare tutte le necessarie disposizioni
per il pronto ordinamento del Museo, valendosi per il primo
impianto degli oggetti raccolti ed acquistati all'Esposizione
Internazionale di Londra.

Ordiniamo che il presente Decreto, munito del sigillo dello
Stato, sia inserto nella raccolta ufficiale delle Leggi e dei
Decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di
osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Torino, addì 23 novembre 1862.

VITTORIO EMANUELE.

PEPOLI.

Legge del 2 aprile 1865 che stabilisce in Torino la sede
del R. Museo Industriale Italiano.

VITTORIO EMANUELE II

Per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA

Il Senato e la Camera dei Deputati hanno approvato:
Noi abbiamo sanzionato e promulghiamo quanto segue:

Art. 1.

La somma di lire 317,028,90, rimasta disponibile sul fondo di lire 1,368,807, inscritto nel capitolo 79 del bilancio 1862 del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio in dipendenza della Legge 27 giugno 1862 per le spese dell'Esposizione Internazionale di Londra, sarà trasportata agli esercizi successivi per la liquidazione delle spese suddette ed anche per provvedere alla conservazione ed al necessario sviluppo del Museo Industriale, eretto con Reale Decreto 23 novembre 1862.

Art. 2.

Questo Museo Industriale potrà essere collocato in qualcuno degli edifizii pubblici dello Stato, i quali rimarranno disponibili in seguito del traslocamento della Capitale.

Ordiniamo che la presente, munita del sigillo dello Stato, sia inserta nella Raccolta ufficiale delle Leggi e dei Decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come Legge dello Stato.

Dato a Torino, addì 2 aprile 1865.

VITTORIO EMANUELE.

(Luogo del sigillo)

V°: Il Guadasigilli

VACCA.

TORELLI.

Deliberazione del Consiglio Provinciale di Torino
estratta dal verbale della seduta del 12 ottobre 1875.

“ Il Consiglio, in contemplazione del nuovo progetto di riordinamento del Museo industriale, assegna un annuo sussidio di lire 35,000 da impiegarsi specialmente per le collezioni del Museo stesso, e tale assegno avrà effetto dal 1° gennaio 1876, sempre quando la città di Torino deliberi un uguale sussidio, ed il governo elevi di lire 20,000 il bilancio per le scuole del Museo.

“ Il Consiglio approva unanime questa proposta „.

Deliberazione del Consiglio Comunale di Torino
estratta dal verbale della seduta del 12 gennaio 1876.

La Giunta :

“ In considerazione del particolare interesse che la città di Torino, come la Provincia, indubbiamente hanno allo incremento della importante istituzione di cui si tratta, riconoscendo opportuno il chiesto concorso, col quale, mercè l'accordo sovra divisato, la medesima potrà ricevere il bramato maggiore sviluppo,

“ Manda proporre al Consiglio Comunale di deliberare la concessione dell'annua somma di lire 35,000 a favore del Museo Industriale Italiano, a titolo di concorso, negli stessi termini di quello accordato dalla Provincia, e facendo voto che il Governo voglia accogliere quelle proposte di modificazioni, che gli verranno in avvenire presentate dal Municipio.

“ E per il pagamento dell'annualità 1876 propone al Consiglio che autorizzi la Giunta a valersi dei fondi materiali di cassa, con riserva di regolare stanziamento nell'esercizio 1877 „.

Posta ai voti la proposta della Giunta, la medesima risulta approvata dal Consiglio all'unanimità.

Regio Decreto, che approva il regolamento organico
per il R. Museo Industriale Italiano in Torino.

29 giugno 1879.

UMBERTO I

Per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA.

Visto il nostro Decreto del 25 marzo 1877, che approvò il nuovo regolamento organico per il Regio Museo Industriale di Torino;

Viste le deliberazioni del Consiglio Provinciale di Torino del 12 ottobre 1875 e del Consiglio Comunale di Torino del 12 gennaio 1876;

Visti gli accordi presi fra i Ministri d'Agricoltura, Industria e Commercio e della Pubblica Istruzione, per far concorrere il Museo Industriale anzidetto, con la R. Scuola di applicazione degli Ingegneri di Torino, alla formazione di una nuova categoria d'Ingegneri, detti *industriali*, mantenuto il concorso, già prima d'ora prestato dall'uno e dall'altro Istituto, per la formazione degli ingegneri *civili*;

Ritenuta la opportunità che il Museo provveda in modo adeguato a compiere l'istruzione di coloro che desiderano perfezionarsi negli studi della fisica, della chimica e della meccanica applicata all'industria, a fine di divenire capi-fabbrica o direttori di intraprese e di opifici industriali;

Ritenuta eziandio la convenienza di accrescere l'efficacia degli altri uffici assegnati al Museo a vantaggio dell'industria nazionale;

Considerato che, per raggiungere i fini sopra indicati, è necessario accrescere il personale insegnante del Museo e introdurre alcune modificazioni nel Regolamento organico approvato col Regio Decreto 25 marzo 1877;

Considerata l'opportunità di approvare per intero il testo modificato del Regolamento anzidetto;

Sopra proposta del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, di concerto con quello dell'Istruzione Pubblica;
Abbiamo decretato e decretiamo:

ARTICOLO UNICO.

È approvato il Regolamento organico per il Regio Museo Industriale Italiano in Torino, annesso al presente Decreto e visto d'ordine nostro dal Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio e da quello dell'Istruzione pubblica.

Ordiniamo che il presente Decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella Raccolta ufficiale delle Leggi e dei Decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti d'osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 29 giugno 1879.

UMBERTO.

MAJORANA CALATABIANO.

M. COPPINO.

REGOLAMENTO ORGANICO

del R. Museo Industriale Italiano.

Art. 1.

Il Regio Museo Industriale Italiano, che in conformità della Legge 2 aprile 1865 ha sede in Torino, è Istituto direttamente inteso a promuovere il progresso dell'industria, ed a tale effetto:

1° Raccoglie e conserva un'esposizione permanente storica e progressiva di oggetti, scientificamente ordinati, attinenti all'industria;

2° Eseguisce analisi, determinazioni e copie di disegni per conto del Governo e dei privati e somministra informazioni e mezzi di studio e di ricerca in materia d'industria.

È inoltre Istituto d'istruzione superiore industriale, e, mediante insegnamenti accompagnati da esercitazioni pratiche:

a) Concorre, colla Scuola d'Applicazione di Torino, alla creazione di ingegneri industriali e civili;

b) Provvede a compiere l'istruzione di coloro che desiderano perfezionarsi negli studi della fisica, della chimica e della meccanica applicate all'industria, a fine di divenire capi-fabbrica o direttori di intraprese e di opifici industriali:

c) Provvede alla formazione di insegnanti abili a professare la fisica, la chimica, la meccanica ed il disegno ornamentale ed industriale negli Istituti tecnici e nelle Scuole di arti e mestieri.

Art. 2.

Il Museo industriale accorda diplomi di capacità negli insegnamenti speciali sovradetti e certificati di capacità a ben dirigere opifici od intraprese industriali, ed anche certificati di semplice frequenza ai corsi del Museo e di profitto nelle materie insegnate.

I diplomi agl'ingegneri civili ed industriali saranno conferiti dalla Regia Scuola d'Applicazione secondo le norme vigenti. Quelli però degli ingegneri industriali saranno anche controfirmati dal direttore del Museo.

Art. 3.

Gli insegnamenti ordinari del Museo comprendono le seguenti materie:

- Fisica tecnologica;
- Chimica analitica;
- Chimica tecnologica;
- Tecnologia meccanica, comprese le macchine agrarie;
- Cinematica applicata alle macchine;
- Metallurgia;
- Economia industriale;
- Disegno ornamentale industriale.

La Giunta direttiva potrà inoltre, previa l'approvazione del Ministero, stabilire altri insegnamenti speciali quando si riconosca la convenienza e la possibilità di farlo.

Art. 4.

Il Museo è retto da un Direttore e da una Giunta direttiva.

Art. 5.

La Giunta direttiva è composta di nove membri, dei quali due sono nominati dal Consiglio della Provincia, due dal Consiglio del comune di Torino e tre dal Re.

Questi ultimi saranno scelti di preferenza fra le persone più versate nelle applicazioni della scienza all'industria.

Fanno parte di diritto della Giunta direttiva, il Direttore del Museo ed il Direttore della Scuola d'Applicazione per gl'ingegneri di Torino.

I membri elettivi della Giunta direttiva durano in ufficio tre anni e sono rieleggibili.

Il Presidente è nominato con Decreto Reale.

Art. 6.

Il Direttore è nominato dal Re in seguito a proposta del Ministro d'Agricoltura, Industria e Commercio.

Egli sovrintende a tutti i servigi del Museo, provvede alla regolarità ed efficacia dei medesimi, fissa gli orari per gl'impiegati d'amministrazione, determina, d'accordo coi professori, le ore d'insegnamento.

Provvede coi fondi che gli saranno anticipati alle spese di cancelleria, all'acquisto dei libri per la biblioteca ed i materiali pei laboratori ed a tutte le spese da farsi ad economia.

Fa eseguire le discipline tutte prescritte nei regolamenti.

Presenta ogni anno alla Giunta direttiva una relazione dei lavori fatti dal Museo, la quale sarà pubblicata dalla *Gazzetta Ufficiale del Regno*.

Art. 7.

I professori ordinari del Museo sono nominati dal Re con le forme prescritte dalla legge 13 novembre 1859.

Tutte le altre nomine o promozioni nel personale dipendente dal Museo si faranno dietro proposta od avviso della Giunta direttiva.

Art. 8.

È assegnato a ciascun professore per gl'insegnamenti ordinari uno o più assistenti nominati dal Ministero per un

biennio, sulla proposta della Giunta direttiva, sentiti i professori.

Art. 9.

I professori, sotto la sovrintendenza del Direttore, e ciascuno per le materie che hanno relazione col proprio insegnamento, dirigono l'ordinamento delle collezioni.

Art. 10.

Il Conservatore deve ordinare le collezioni secondo le istruzioni che riceverà dal direttore e dai professori di ciò incaricati, compilare il catalogo, custodirle e rispondere della loro conservazione.

Art. 11.

La Giunta direttiva potrà autorizzare gl'insegnanti addetti al Museo ed i liberi docenti, a fare presso il Museo corsi liberi, letture e conferenze speciali sopra materie attinenti all'industria.

Art. 12.

Con regolamento approvato per Decreto Ministeriale sulla proposta della Giunta direttiva saranno stabilite:

Le norme e le tariffe per le analisi e determinazioni, e per le copie dei disegni da farsi per conto dei privati;

Le tasse scolastiche da pagarsi dagli allievi;

Le condizioni d'ammissione degli studiosi e tutto quanto possa occorrere pel buon andamento del Museo.

Art. 13.

A recare in atto gli uffici del Museo accennati nel presente regolamento, lo stato concorre con annue lire 130,000 e con annue lire 35,000 rispettivamente la Provincia ed il Comune di Torino, in conformità alle deliberazioni del 12 ottobre 1875 e 12 gennaio 1876.

Il contributo di L. 70,000 della Provincia e del Comune di Torino, sarà destinato specialmente all'acquisto di oggetti per collezioni.

Art. 14.

Il conto annuale dei pagamenti fatti col contributo della Provincia e del Comune, sarà comunicato alla Deputazione provinciale e alla Giunta comunale.

Parimenti sarà comunicato, dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio alla Deputazione provinciale ed alla Giunta comunale, il conto annuale dei pagamenti fatti pel Museo sul bilancio dello Stato.

Art. 15.

Qualora avvenisse la fondazione da parte del Governo di un altro istituto dello stesso genere del Museo industriale di Torino, gli oggetti e gli strumenti acquistati col contributo di cui sopra resteranno di proprietà della Provincia e del Comune di Torino.

Art. 16.


Il personale del Museo è determinato dalla tabella allegata al presente Regolamento.

Visto d'ordine di S. M.

i Ministri d'Agricoltura Industria e Commercio
e dell'Istruzione Pubblica

MAJORANA CALATABIANO.

M. COPPINO.



Regio Decreto del 3 luglio 1879 col quale è creata nella Regia Scuola di applicazione per gli Ingegneri in Torino, col concorso del Museo Industriale Italiano, una nuova categoria di Ingegneri detti **Industriali**.

UMBERTO I.

Per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA.

Veduto il Reale Decreto del dì 8 ottobre 1876, che approva il Regolamento per le Regie Scuole di applicazione per gli ingegneri:

Veduto il Regolamento interno della Regia Scuola di applicazione per gli ingegneri di Torino, approvato col Decreto ministeriale del 1° novembre 1877;

Veduto il nostro Decreto in data d'oggi col quale, sopra proposta dei nostri Ministri Segretari di Stato per l'Agricoltura, Industria e Commercio e per la Pubblica Istruzione, si approvano le disposizioni regolamentari per il Regio Museo Industriale di Torino;

Considerando che per mezzo del concorso del R. Museo predetto diventa facile ed opportuno creare in Torino una categoria di Ingegneri Industriali;

Sulla proposta del nostro Ministro Segretario di Stato per la Pubblica Istruzione, di concerto con quello di Agricoltura, Industria e Commercio;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1.

La Scuola di applicazione per gli ingegneri di Torino, col concorso del Museo Industriale Italiano, darà quindi innanzi opera a formare una nuova categoria di ingegneri, detti *industriali*.

Art. 2.

Il diploma di ingegnere industriale abilita chi lo ha ottenuto a dirigere l'impianto e l'esercizio di opifici industriali, strade ferrate, coltivazioni minerarie, costruzioni metalliche, idrauliche e meccaniche ed a sostenere l'ufficio di perito giudiziale sulle questioni relative.

Art. 3.

Gli studi obbligatori pel conseguimento del diploma di ingegnere industriale durano tre anni almeno.

Art. 4.

Le materie d'obbligo per gli aspiranti al diploma d'ingegnere industriale, comprendono:

- La meccanica razionale;
- La cinematica applicata alle macchine;
- Il disegno e la composizione delle macchine;
- La statica grafica ed il disegno relativo;
- La geometria pratica;
- La chimica organica e la chimica tecnologica;

La meccanica applicata alle macchine, l'idraulica pratica e le macchine idrauliche;

La fisica tecnica;

Le macchine termiche;

Le strade ferrate;

I ponti in legno ed in ferro;

La scienza delle costruzioni;

L'arte mineraria e la metallurgia;

La tecnologia meccanica e le macchine agrarie;

Le industrie tessili;

L'economia industriale e le materie giuridiche per la parte che deve interessare ad un ingegnere.

Art. 5.

La distribuzione delle suddette materie per ciascun anno di studio viene in ciascun anno concertata fra le Direzioni della Scuola di applicazione e del Museo e proposta nel programma di studio.

Art. 6.

Quei candidati che per condizioni loro particolari credessero di doversi scostare dall'ordinamento così proposto, dovranno ottenere l'approvazione della Direzione della Scuola.

L'approvazione sarà sempre negata quando il candidato volesse in un anno solo di studio, iscriversi ad un numero di classi maggiore di quello stabilito per quell'anno nell'ordinamento ufficiale.

Art. 7.

Coloro i quali hanno già riportato il diploma di una delle due categorie di ingegnere ovvero di architetto civile, potranno conseguire quello dell'altra categoria alla condizione che diano gli esami sulle materie complementari.

Art. 8.

Per tutto ciò che riguarda l'ammissione alla Scuola, le esercitazioni pratiche, gli esami, le tasse scolastiche e le regole disciplinari, gli allievi ingegneri industriali sono soggetti alle disposizioni dei regolamenti generali per le Scuole di applicazione e particolare per quella di Torino e pel Museo Industriale.

Ordiniamo che il presente Decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 3 luglio 1879.

UMBERTO I.

Controsignati: M. COPPINO.

MAJORANA CALATABIANO.



Decreto Ministeriale del 7 ottobre 1881 che istituisce presso il Museo corsi speciali per formare Direttori ed Insegnanti delle Scuole di arti e mestieri.

Il Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio :
Visto l'art. 1° del R. Decreto del 29 giugno 1879, N. 2282 (Serie 2^a, parte supplementare) che approva il Regolamento organico per il Museo Industriale Italiano in Torino ;

DECRETA :

Art. 1.

Col 1° novembre 1881 sono istituiti presso il Regio Museo Industriale in Torino speciali corsi per formare direttori ed insegnanti delle scuole di arti e mestieri.

Art. 2.

Gl'insegnamenti si ripartiranno in due anni e comprenderanno :

- La fisica applicata ;
- La chimica applicata ;
- La meccanica elementare ed applicata ;
- Il disegno geometrico ;
- Il disegno ornamentale ;
- L'insegnamento metodico.

Art. 3.

Alle spese occorrenti pel personale e pel materiale di detti corsi, alle quali non si possa far fronte cogli assegni del Museo Industriale, verrà provveduto coi fondi disponibili al Cap. 20 del Bilancio di questo Ministero per il corrente anno, e con quelli corrispondenti del bilancio successivo.

Art. 4.

La Giunta Direttiva del Museo è incaricata :

1° Di proporre all'approvazione del Governo la pianta organica del personale insegnante ;

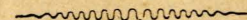
2° Di fare le proposte relative alla nomina del personale medesimo ;

3° Di stabilire gli orari, i programmi d'insegnamento, le condizioni per l'ammissione alla scuola, le norme per gli esami e tutto ciò che riguarda l'andamento della scuola.

Il presente Decreto sarà registrato alla Corte dei Conti.

Roma, addì 7 ottobre 1881.

Il Ministro
BERTI.



Decreto Ministeriale del 4 novembre 1881 che istituisce quattro borse di studio ciascuna di lire 1000 per studenti dei corsi speciali istituiti col Decreto Ministeriale del 7 ottobre 1881.

Il Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio :

Visto il Decreto Ministeriale del 7 ottobre ultimo scorso col qualé sono istituiti presso il R. Museo Industriale in Torino corsi speciali per formare direttori ed insegnanti delle scuole di arti e mestieri,

Considerando che torni sommamente utile al fine di tale istituzione stabilire alcune borse di studio a favore degli allievi di detti corsi che ne saranno reputati meritevoli ;

DECRETA :

Sono istituite quattro borse di studio, ciascuna di L. 1000 annue, da conferirsi a coloro che frequenteranno i corsi speciali del Museo Industriale di Torino per direttori ed insegnanti nelle scuole di arti e mestieri.

Con altro Decreto saranno determinate le norme per il conferimento delle dette borse, alla cui spesa verrà provveduto coi fondi iscritti nel capitolo 20 del bilancio di questo Ministero per il corrente anno e su quelli corrispondenti dei bilanci successivi.

Il presente Decreto sarà registrato alla Corte dei Conti.

Roma, addì 4 novembre 1881.

Il Ministro
BERTI.

Regio Decreto del 4 settembre 1881 n. 1429 (Serie 3^a, suppl.)
col quale è istituito nel R. Museo Industriale Italiano un
Museo Commerciale.

UMBERTO I

Per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA.

Udito il Consiglio dei Ministri ;
Sulla proposta del Ministro d'Agricoltura, Industria e
Commercio ;
Abbiamo decretato e decretiamo :

Art. 1.

Nel Regio Museo Industriale Italiano di Torino è istituito,
in apposita sezione, un Museo Commerciale per agevolare
la iniziativa dei commercianti e degli industriali nazionali,
indirizzato a promuovere ed estendere gli scambi coll'estero.

Art. 2.

Il Museo Commerciale adempie al suo fine mediante una
esposizione permanente di :

a) Prodotti d'importazione, ed in ispecie di materie
prime acquistate direttamente nei luoghi di produzione, che
potrebbero essere adoperate con vantaggio dalle industrie
nazionali, ovvero a dar vita a nuove industrie in Italia ;



b) Campioni di prodotti industriali forniti dalla produzione estera ai mercati di maggior consumo, che le industrie nazionali potrebbero produrre ed esportare, sostenendo la concorrenza estera sui mercati medesimi.

Questa esposizione è resa completa da campioni rappresentanti l'apparecchio, l'imballaggio e le marche che si adoperano nel commercio di esportazione dei prodotti medesimi nei diversi mercati esteri e da tutte le altre notizie acciunte a far conoscere il gusto ed i bisogni dei consumatori stranieri.

Art. 3.

Al Museo Commerciale è annesso un ufficio di informazioni commerciali, con incarico di fornire al pubblico notizie intorno ai dazi doganali imposti negli Stati esteri ai prodotti italiani, alle tasse marittime riscosse nei porti esteri, ai prezzi di trasporto delle strade ferrate e delle Società di navigazione nazionali ed estere, e le informazioni utili alla esportazione, raccolte e pubblicate dal Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio e da quello delle Finanze.

Art. 4.

I campioni del Museo Commerciale di Torino sono raccolti per mezzo dei Regi Consoli, delle rappresentanze commerciali italiane all'estero, od anche direttamente, a cura ed a spese del Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio.

Art. 5.

Un Regolamento, da approvarsi con nostro Decreto su proposta del Ministro d'Agricoltura, Industria e Commercio, sentita la Giunta direttiva del R. Museo Industriale di Torino, detterà le norme sull'amministrazione del Museo Commerciale, sulla formazione, classificazione e conservazione dei campioni, sulla Mostra e sulla comunicazione di essi ai com-

mercianti ed agli industriali, sulla formazione e pubblicazione del catalogo e su quanto è richiesto per la detta Istituzione.

Art. 6.

Con Decreto Reale, su proposta del Ministro di Agricoltura, Industria e Commercio, possono essere istituiti Musei commerciali in altre città del Regno, nell'interesse delle industrie e dei commerci della rispettiva regione, quando ne sia fatta domanda dalle Camere di Commercio, e quando esse, ovvero altri Enti locali, forniscano il locale e provvedano al mantenimento della Istituzione. Il Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio fornisce gratuitamente i campioni, i documenti e le informazioni che gli verranno richiesti.

Art. 7.

Le spese occorrenti per l'esecuzione del presente Decreto graveranno sul bilancio del Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio, nel capitolo 32, per l'esercizio finanziario del 1° luglio 1884 al 30 giugno 1885, e nel capitolo corrispondente, per gli esercizi seguenti.

Ordiniamo che il presente Decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle Leggi e dei Decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Napoli, addì 9 settembre 1884.

UMBERTO.

GRIMALDI.

N°: *Il Guardasigilli*
FERRACCIÙ.

Decreto Ministeriale del 14 novembre 1888 che istituisce presso il R. Museo Industriale Italiano un Scuola con laboratorio di elettrotecnica, ed aggiunge al Ruolo organico del Museo un posto di Direttore del laboratorio di Elettrotecnica.

UMBERTO I

Per grazia di Dio e per volontà della Nazione

RE D'ITALIA.

Visto il R. Decreto del 29 giugno 1879, N. 2282, che approva il Regolamento organico del R. Museo Industriale Italiano di Torino;

Vista la deliberazione della Giunta Direttiva del Museo stesso in data 22 ottobre 1888;

Sulla proposta del Ministro Segretario di Stato per l'Agricoltura, Industria e Commercio;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Presso il R. Museo Industriale Italiano in Torino è istituita una Scuola con Laboratorio di Elettrotecnica.

Al Ruolo organico del Museo, approvato col R. Decreto del 29 giugno 1879, è aggiunto un posto di Direttore del Laboratorio di Elettrotecnica, con lo stipendio annuo di lire 1500 a partire dal 1° novembre corrente.

Ordiniamo che il presente Decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle Leggi e dei Decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 14 novembre 1888.

UMBERTO.

B. GRIMALDI.

V^o: *Il Guardasigilli*
ZANARDELLI.



REGOLAMENTO

per l'esecuzione delle Analisi chimiche al Laboratorio
di Chimica Tecnologica



Art. 1.

Il Laboratorio di Chimica Tecnologica (oltre a tutte le analisi richieste dalla Direzione) eseguisce, per conto dei privati, analisi di materiali, che hanno attinenza colle industrie, escluse quelle di competenza speciale della Stazione agraria, del Laboratorio di chimica docimastica o di altro Laboratorio pubblico governativo in Torino.

Art. 2.

Perchè la domanda d'analisi abbia corso, i richiedenti dovranno pagare anticipatamente la tassa stabilita dall'art. 5.

Art. 3.

Le domande di analisi saranno iscritte dal personale del Laboratorio in apposito registro, e si eseguiranno, per quanto è possibile, in ordine d'iscrizione.

Art. 4.

Il Direttore del Laboratorio trasmetterà, ogni tre mesi, alla Direzione del Museo, l'elenco delle analisi eseguite e l'ammontare delle tasse riscosse.

Art. 5.

La tassa per le analisi sarà determinata preventivamente dal Direttore del Laboratorio, secondo l'importanza e la difficoltà della ricerca, e non potrà essere inferiore a L. 5, nè superiore a L. 10 per ogni dosata.

Il Direttore del R. Museo Industriale
G. BERRUTI.

V^o *Per la Giunta Direttiva*
Il Presidente
P. BOSELLI.



REGOLAMENTO

per gli allievi del Laboratorio di Chimica Tecnologica

Art. 1.

Il Laboratorio di Chimica è aperto per gli allievi che vi sono regolarmente iscritti, nei giorni ed ore stabilite dagli appositi orari.

Art. 2.

A ciascun allievo verrà assegnato un posto in un banco da lavoro, distinto con apposito numero. In caso di preparazioni o manipolazioni, che esigessero maggior spazio, gli allievi potranno utilizzare altro locale disponibile nel Laboratorio, previa autorizzazione data dal professore o dagli assistenti.

Art. 3.

Gli allievi, nell'atto dell'ammissione al Laboratorio, riceveranno in consegna gli oggetti d'uso giornaliero descritti in apposita nota, alla quale dovranno apporre la propria firma, obbligandosi di restituire il tutto al termine dei loro esercizi o di riparare a proprie spese i danni arrecati al di là dello inevitabile effetto dell'uso.

Art. 4.

Tutti gli allievi dovranno provvedersi a proprie spese di due asciugamani, di una lamina di platino delle dimensioni di almeno 5 centimetri di lunghezza per 3 di larghezza, di un filo di platino della lunghezza di 40 centimetri e del diametro di circa $1\frac{1}{3}$ di millimetro, di un crogiuolo di platino della capacità di circa 8 centimetri cubici e di un cannelo ferruminatorio.

Art. 5.

Ciascun allievo dovrà curare la polizia del proprio banco, e nel porre termine ai lavori giornalieri farà attenzione di non lasciare aperti i rubinetti dell'acqua o del gaz di cui siasi servito.

Art. 6.

Gli allievi porranno somma cura ad evitare ogni superfluo consumo di combustibile, di reagenti, di carta, ecc., e ciò tanto per non dissipare senza frutto le rendite dello Stabimento, quanto per contrarre quelle abitudini d'ordine, di precisione e di nettezza che costituiscono uno dei pregi del buon operatore.

Art. 7.

È assolutamente proibito di fare uso nei locali del Laboratorio di corpi gassosi o liquidi di esalazione nociva o pericolosa, come pure di evaporare liquidi che emettono vapori acidi od ammoniacali. Tali operazioni saranno eseguite sotto cappe aspiranti esistenti nel Laboratorio, od in locale all'aria libera, a ciò destinato.

Art. 8.

Gli allievi, considerate le molte sostanze pericolose che si trovano in Laboratorio, non si permetteranno mai di introdurvi, nemmeno momentaneamente, qualsiasi persona estranea, nè di asportare nessun reagente, nè veruno dei prodotti, quand'anche derivasse dai loro lavori, nè in generale alcun oggetto, benchè potesse sembrare di minima importanza. Contravvenendo a questo divieto l'allievo perde il diritto di frequentare ulteriormente il Laboratorio.

Art. 9.

Perchè l'istruzione torni più profittevole, gli allievi dovranno eseguire quei soli lavori che verranno loro indicati; di questi, l'assistente tiene nota in apposito registro, ed a lavoro ultimato vi iscrive il proprio voto. Gli allievi saranno aiutati e diretti dal personale addetto al Laboratorio, al quale dovranno rivolgersi per qualunque schiarimento, e per la richiesta di qualsiasi oggetto o prodotto necessario all'esecuzione del proprio lavoro. — Le eventuali osservazioni che a tale riguardo l'allievo avesse da fare, dovranno essere dirette al Direttore del Laboratorio.

Art. 10.

Gli allievi del secondo e terzo anno di corso, per essere ammessi agli esami dovranno presentare alla fine dell'anno scolastico una succinta relazione dei lavori eseguiti.

Art. 11.

L'allievo che, senza plausibile motivo, non intervenga con assiduità al Laboratorio o non vi attenda colla voluta diligenza nelle ore stabilite, si considera come se avesse volontariamente rinunciato ad intervenire ulteriormente.

Art. 12.

Durante l'orario delle esercitazioni, gli Assistenti al Laboratorio, mentre forniscono agli allievi le istruzioni occorrenti pei loro lavori, hanno l'obbligo di curare l'ordine e la disciplina, e di dare, sotto la propria responsabilità, immediatamente partecipazione al Direttore del Laboratorio di quanto avvenisse in contravvenzione al presente Regolamento.

Torino, 21 ottobre 1885.

Il Direttore del Laboratorio
E. ROTONDI.

Visto. Il Direttore del R. Museo Industriale
G. BERRUTI.

Visto. Per la Giunta di Vigilanza
Il Presidente: P. BOSELLI



NORME REGOLAMENTARI

per gli allievi dei corsi del R. Museo Industriale Italiano

I.

Corso per gli ingegneri industriali.

Il corso è triennale: le domande d'iscrizione devono presentarsi alla Segreteria della R. Scuola di applicazione per gli ingegneri.

II.

Scuola di elettrotecnica.

Il corso è annuale.

Vi sono ammessi:

1° Coloro che hanno conseguito in una Scuola d'applicazione del Regno od in un Politecnico estero il diploma di ingegneria civile od industriale.

2° Gli allievi del corso d'ingegneria industriale che hanno superati tutti gli esami del 1° e 2° anno (nei limiti dei posti disponibili).

Potrà essere a carico degli allievi una parte delle spese per le esercitazioni pratiche, secondo quanto verrà stabilito dalla Giunta Direttiva del R. Museo.

Agli ingegneri che avranno frequentato il corso e superate le prove di esami orali e pratiche, verrà rilasciato dalla Direzione del R. Museo Industriale, a senso dell'articolo 2 del Regolamento organico del Museo, uno speciale certificato di idoneità.

III.

Corso superiore e normale d'ornato.

Il corso è triennale. Ad esso possono iscriversi quelli che abbiano compiuto un corso di disegno d'ornato presso un'Accademia di belle arti ed abbiano conseguito i titoli per essere ammessi ai corsi superiori dell'Accademia Albertina di Belle Arti di Torino secondo i Regolamenti approvati con Decreto ministeriale 25 marzo 1888.

Chi ha compiuti i due primi anni e superati i relativi esami, ottiene il diploma di abilitazione all'insegnamento del disegno ornamentale nelle *Scuole d'arti e mestieri*.

Chi ha compiuto i tre anni di corso e superati tutti gli esami, ottiene il diploma di abilitazione all'insegnamento del disegno ornamentale negli *Istituti tecnici*.

IV.

Corsi speciali di industrie chimiche e meccaniche e corsi normali per formare insegnanti di fisica, chimica, meccanica, disegno geometrico nella Scuola d'arti e mestieri.

Questi corsi sono biennali ed ai medesimi possono iscriversi quelli che sono muniti di licenza di un liceo o di un istituto tecnico, e quelli che proveranno, mediante esame, di avere le cognizioni necessarie per trarne profitto.

Sono materia di tale esame l'algebra elementare, la geometria piana, solida e descrittiva, la trigonometria piana,

la fisica elementare e la chimica generale, limitatamente a quanto è prescritto nei programmi per la licenza nei licei o negli istituti tecnici.

Agli allievi dei corsi biennali di industrie chimiche e di industrie meccaniche, i quali abbiano compiuti i due anni prescritti, riportando almeno i 6/10 dei punti in ogni esame viene rispettivamente conferito il certificato di idoneità nell'applicazione industriale della *chimica* e della *meccanica*.

Agli allievi dei corsi di industrie *chimiche* viene accordato il Diploma d'insegnante di Fisica o di Chimica nelle *scuole d'arti e mestieri*, purchè abbiano compiuti i due anni del corso ed ottenuto gli 8/10 dei punti agli esami nelle materie per le quali domandano il Diploma, ed almeno i 6/10 nelle altre materie del corso.

Agli allievi dei corsi di *industrie meccaniche* viene conferito il Diploma di insegnante di Fisica, o di Meccanica elementare ed applicata, o di Disegno geometrico nelle *scuole d'arti e mestieri*, purchè abbiano compiuti i due anni del corso ed ottenuto agli esami gli 8/10 dei punti nelle materie per le quali domandano il diploma, ed almeno i 6/10 nelle altre materie.

V.

Corsi singoli.

Le norme per l'iscrizione ai corsi singoli sono le stesse che regolano l'iscrizione ai corsi speciali di industrie chimiche e meccaniche.

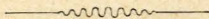
Gli allievi dei corsi singoli che hanno superato l'esame finale sulla materia per la quale frequentarono il corso, otterranno un certificato di profitto in tale materia.

Disposizioni comuni ai corsi II, III, IV e V.

La domanda d'iscrizione, fatta in carta da bollo da centesimi cinquanta, dev'essere rivolta al Direttore del Regio Museo Industriale e corredata di tutti i titoli comprovanti gli studi fatti dall'aspirante.

Gli allievi iscritti ai corsi pei quali vi siano esercitazioni pratiche, devono depositare alla Segreteria del Museo la somma di lire **10** per sopperire ai guasti che per fatto loro possono avvenire. In fine d'anno, diffalcate le spese, verrà loro restituito il rimanente.

Le sezioni d'esame sono due, l'estiva e l'autunnale: gli allievi che non si presentarono o che fallirono alla 1^a sessione possono ripresentarsi alla seconda.



AMMINISTRAZIONE E DIREZIONE
DEL REGIO MUSEO INDUSTRIALE ITALIANO
per l'anno scolastico 1890-91

FONDATORE E DIRETTORE ONORARIO

De Vincenzi Comm. Giuseppe, Senatore del Regno.

GIUNTA DIRETTIVA

S. E. Berti Comm. Domenico, Deputato al Parlamento,
Presidente, nominato dal Governo.

Allasia Comm. Ing. Filiberto, *id.*

N. N., *id.*

Rossi Angelo, Senatore del Regno, *nominato dal Consiglio Provinciale.*

Casana Cav. Uff. Ing. Severino, Deputato al Parlamento, *id.*

Peyron Comm. Ing. Amedeo, *nominato dal Consiglio Comunale.*

Piana Cav. Uff. Giovanni, *id.*

Cossa Comm. Dott. Alfonso, *Direttore della Regia Scuola d'Applicazione del Valentino.*

Berruti Comm. Ing. Giacinto, *Direttore del Regio Museo Industriale Italiano.*

DIREZIONE

Berruti Comm. Ing. Giacinto, predetto, *Direttore*.

Bonelli Ing. Enrico, *Segretario Capo*.

Torta Giacomo, *Segretario Contabile*.

Mazzola Ing. Francesco, *Vice-Segretario*.

Albino Ciro Orazio, *Applicato*.

COLLEZIONI

Jervis Cav. Uff. Guglielmo, *Conservatore*.

SEZIONE COMMERCIALE

Novellis Barone Ing. Alfonso, *Capo Ufficio*.

Baudino Cesare, *Primo Commesso*.

Gambini Massimo, *Secondo Commesso*.

USCIERI

Torta Giuseppe.

Longo Achille.

INSERVIENTI

Seffusati Paolo.

Sola Giacinto.

Fassiola Carlo.

Avidano Giovanni.

Furletti Giovanni.

Fresia Demetrio.

Fabbri Oreste.

Sola Giuseppe — *comandato a Roma*.

PERSONALE INSEGNANTE

CORSI SUPERIORI PER ALLIEVI INGEGNERI

PROFESSORI ORDINARI

- Rotondi** Cav. Ing. Ermenegildo, per la *Chimica analitica e Chimica tecnologica*.
- Ferraris** Comm. Ing. Galileo, per l'*Elettrotecnica* e per la *Fisica tecnica*.
- Tessari** Cav. Ing. Domenico, per la *Cinematica applicata alle macchine*.
- Vacchetta** Prof. Giovanni, pel *Disegno a mano libera*.

PROFESSORI STRAORDINARI

- Bertoldo** Cav. Ing. Giuseppe, per le *Macchine termiche e Ferrovie*.
- Penati** Ing. Cesare, per il *Disegno di macchine*.
- Bottiglia** Cav. Uff. Ing. Angelo, per la *Statica grafica e Composizione di macchine*.
- Bonacossa** Ing. Alessandro, per la *Metallurgia ed Arte delle miniere*.
- Thovez** Cav. Ing. Cesare, per la *Tecnologia meccanica*.

INCARICATI

- Cossa** Comm. Dott. Alfonso, per la *Chimica applicata ai prodotti minerali*.
- Cognetti de Martiis** Comm. Avv. Salvatore, per l'*Economia industriale*.

CORSI BIENNALI

PER CAPI-FABBRICA, DIRETTORI ED INSEGNANTI NELLE SCUOLE
PROFESSIONALI DI ARTI E MESTIERI

PROFESSORI ORDINARI

Rotondi Cav. Ing. Ermenegildo. per la *Chimica analitica e tecnologica*.

Tessari Cav. Ing. Domenico, per la *Cinematica applicata alle macchine*.

Vacchetta Prof. Giovanni, per il *Disegno a mano libera*.

PROFESSORI STRAORDINARI

Penati Ing. Cesare, pel *Disegno di macchine*.

Bottiglia Cav. Ing. Angelo, per la *Statica grafica e Composizione di macchine*.

Bonacossa Ing. Alessandro, per la *Metallurgia ed Arte delle miniere*.

Thovez Cav. Ing. Cesare, per la *Tecnologia meccanica ed Arte tessile*.

INCARICATI

Morra Cav. Ing. Pietro Paolo, per la *Fisica generale ed applicata*.

Pastore Ing. Giuseppe, per la *Meccanica elementare*.

Bonelli Ing. Enrico, per la *Meccanica applicata*.

Cossa Comm. Dott. Alfonso, per la *Chimica applicata ai prodotti minerali*.

CORSO SUPERIORE DI ORNATO

PROFESSORE ORDINARIO

Vacchetta Prof. Giovanni, predetto.

DIRETTORI DI LABORATORIO

Rotondi Cav. Ing. Ermenegildo, per il *Laboratorio di Chimica*.

Ferraris Comm. Ing. Galileo, per il *Laboratorio di Elettrotecnica*.

ASSISTENTI

Testa Dott. Andrea, per la *Chimica analitica e tecnologica*.

Morra Cav. Ing. Pietro Paolo, per la *Fisica tecnica*.

Pastore Ing. Giuseppe, per la *Cinematica applicata alle macchine*.

Della Sala-Spada Cesare, per il *Disegno a mano libera e l'Ornamentazione industriale*.

Galassini Ing. Alfredo, per il *Disegno di macchine*.

De Paoli Ing. Giuseppe, per le *Macchine termiche e Ferrovie*.

Pignone Dott. Angelo, per la *Chimica analitica e tecnologica*.

Mazzola Ing. Francesco, per la *Statica grafica e Composizione di macchine*.

Decugis Ing. Lorenzo, per la *Tecnologia meccanica*.

Arnò Ing. Riccardo, per l'*Elettrotecnica*.

Bacci Ing. Carlo per la *Metallurgia ed Arte delle miniere*.

MECCANICO

Arbicò Lorenzo.

PREPARATORE DI FISICA

Clerici Andrea.

ORARIO DEI CORSI

pel 1° periodo dell'anno scolastico 1890-91

Le lezioni incominciano il 6 Novembre

CORSO DI ELETTRTECNICA
per gli ingegneri

PARTE PRIMA

Lezioni orali.

Lunedì, mercoledì, venerdì ore 10 ant.

PARTE SECONDA

Esercitazioni.

Tutti i giorni feriali dalle 9 alle 12 e dalle 2 alle 6.

CORSO PER GLI INGEGNERI INDUSTRIALI

1° ANNO

Ore di Scuola

Lunedì.

8	ant.	Geometria pratica.
10	"	Meccanica razionale.
1	pom.	Disegno a mano libera.
3	"	Esercitazioni di chimica analitica.

Martedì.

8	ant.	Cinematica applicata.
10	"	Meccanica razionale.
1	pom.	Disegno di macchine (*).
4 1/2	"	Applicazione della chimica ai prodotti minerali.

Mercoledì.

8	ant.	Geometria pratica.
9	"	Elementi di statica grafica.
2	pom.	Esercitazioni di chimica analitica.

Giovedì.

8	ant.	Cinematica applicata.
10	"	Meccanica razionale.
1	pom.	Disegno di macchine.
4 1/2	"	Applicazione della chimica ai prodotti minerali.

Venerdì.

8	ant.	Geometria pratica.
10	"	Meccanica razionale.
1	pom.	Disegno a mano libera.
3	"	Disegno di statica grafica.

Sabato.

8	ant.	Cinematica applicata.
10	"	Meccanica razionale.
1	pom.	Disegno di macchine.

(*) Il professore di disegno di macchine farà precedere le esercitazioni pratiche a lezioni orali secondo il bisogno.

Segue: CORSO PER GLI INGEGNERI INDUSTRIALI.

2° ANNO

Ore di Scuola

Lunedì.

- 8 ant. Composizione di macchine.
9 " Economia industriale.
10 1/2 " Chimica tecnologica.
1 1/2 pom. Meccanica applicata e idraulica.
3 1/2 " Disegno di composizione di macchine.

Martedì.

- 8 ant. Elementi di statica grafica e scienza delle costruzioni.
10 " Fisica tecnica.
2 pom. Esercitazioni di chimica tecnologica.

Mercoledì.

- 9 ant. Economia industriale.
10 1/2 " Composizione di macchine.
1 1/2 pom. Meccanica applicata e idraulica.
3 1/2 " Disegno di costruzioni.

Giovedì.

- 8 ant. Elementi di statica grafica e scienza delle costruzioni.
10 " Fisica tecnica.
1 1/2 pom. Meccanica applicata e idraulica.
3 1/2 " Disegno di composizione di macchine.

Venerdì.

- 9 ant. Chimica tecnologica.
10 1/2 " Composizione di macchine.
2 pom. Esercitazioni di chimica tecnologica.

Sabato.

- 8 ant. Elementi di statica grafica e scienza delle costruzioni.
10 " Fisica tecnica.
1 1/2 pom. Meccanica applicata e idraulica.
3 1/2 " Disegno di costruzioni.

Segue: CORSO PER GLI INGEGNERI INDUSTRIALI.

3° ANNO

Ore di Scuola		Lunedì.
9	ant.	Tecnologia meccanica.
10	"	Elettrotecnica (*).
10 $\frac{1}{2}$	"	Chimica tecnologica.
1 $\frac{1}{2}$	pom.	Costruzioni stradali ed idrauliche.
3	"	Disegno di costruzioni.
		Martedì.
8	ant.	Macchine termiche.
10	"	Arte Mineraria e Metallurgia.
1 $\frac{1}{2}$	pom.	Disegno di macchine.
		Mercoledì.
8	ant.	Tecnologia meccanica.
10	"	Elettrotecnica.
1 $\frac{1}{2}$	pom.	Costruzioni stradali ed idrauliche.
3	"	Disegno di macchine.
		Giovedì.
8	ant.	Macchine termiche.
10	"	Arte Mineraria e Metallurgia.
2	pom.	Esercitazioni di Chimica tecnologica.
2	"	Esercitazioni di Elettrotecnica.
		Venerdì.
8	ant.	Tecnologia meccanica.
9	"	Chimica tecnologica.
10	"	Elettrotecnica.
1 $\frac{1}{2}$	pom.	Costruzioni stradali ed idrauliche.
3	"	Disegno di macchine.
		Sabato.
8	ant.	Macchine termiche.
10	"	Arte Mineraria e Metallurgia.
2	pom.	Esercitazioni di Chimica tecnologica.
2	"	Esercitazioni di Elettrotecnica.

(*) Gli allievi del 3° anno di Ingegneria Industriale possono iscriversi al corso di Chimica Tecnologica ed a quello di Elettrotecnica, e dovranno sostenere l'esame solamente su quella delle due materie alla quale si sono iscritti.

INDUSTRIE CHIMICHE

1° ANNO

Ore di Scuola		Lunedì.
10 ½ ant.		Chimica tecnologica.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
5 „		Fisica.
		Martedì.
9 ant.		Esercitazioni di Chimica.
10 ½ „		Meccanica elementare.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
4 ½ „		Chimica applicata ai prodotti minerali.
		Mercoledì.
9 ant.		Chimica analitica.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
5 „		Fisica.
		Giovedì.
9 ant.		Esercitazioni di Chimica.
10 ½ „		Meccanica elementare.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
4 ½ „		Fisica.
		Venerdì.
9 ant.		Chimica tecnologica.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
5 „		Fisica.
		Sabato.
9 ant.		Esercitazioni di Chimica.
10 ½ „		Meccanica elementare.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.

Segue : CORSO DI INDUSTRIE CHIMICHE.

2° ANNO

Ore di Scuola		Lunedì.
10 ½ ant.		Chimica tecnologica.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
5 "		Fisica.
		Martedì.
8 ant.		Meccanica applicata.
10 "		Metallurgia.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
		Mercoledì.
9 ant.		Esercitazioni di Chimica.
2 pom.		" "
5 "		Fisica.
		Giovedì.
8 ant.		Meccanica applicata.
10 "		Metallurgia.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
		Venerdì
9 ant.		Chimica tecnologica.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.
5 "		Fisica.
		Sabato.
8 ant.		Meccanica applicata.
10 "		Metallurgia.
2 pom.		Esercitazioni di Chimica.

INDUSTRIE MECCANICHE

1° ANNO

Ore di Scuola

Lunedì.

9	ant.	Disegno di cinematica.
1	pom.	Disegno a mano libera.
5	"	Fisica.

Martedì.

8	ant.	Cinematica applicata.
10 1/2	"	Meccanica elementare.
1	pom.	Disegno di macchine.

Mercoledì.

9	ant.	Disegno di cinematica.
5	pom.	Fisica.

Giovedì.

8	ant.	Cinematica applicata.
10 1/2	"	Meccanica elementare.
1	pom.	Disegno di macchine.

Venerdì.

9	ant.	Disegno di cinematica.
2	pom.	Disegno a mano libera.
5	"	Fisica.

Sabato.

8	ant.	Cinematica applicata.
10 1/2	"	Meccanica elementare.
1	pom.	Disegno di macchine.



Segue: CORSO DI INDUSTRIE MECCANICHE.

2° ANNO

Ore di Scuola

Lunedì.

8	ant.	Composizione di macchine e nozioni di statica grafica.
9	"	Tecnologia meccanica.
2	pom.	Disegno di composizione di macchine.
5	"	Fisica.

Martedì.

8	ant.	Meccanica applicata.
10	"	Metallurgia.
2 1/2	pom.	Disegno a mano libera.

Mercoledì.

8	ant.	Tecnologia meccanica.
10 1/2	"	Composizione di macchine e nozioni di statica grafica.
3 1/2	pom.	Disegno di meccanica.
5	"	Fisica.

Giovedì.

8	ant.	Meccanica applicata.
10	"	Metallurgia.
3 1/2	pom.	Disegno di composizione di macchine.

Venerdì.

8	ant.	Tecnologia meccanica.
10 1/2	"	Composizione di macchine e nozioni di statica grafica.
2	pom.	Disegno a mano libera.
5	"	Fisica.

Sabato.

8	ant.	Meccanica applicata.
10	"	Metallurgia.
3 1/2	pom.	Disegno di meccanica.

CORSO SUPERIORE D'ORNATO

Lezioni orali.

Mercoledì e venerdì alle ore 3 pomeridiane.

Esercitazioni.

Lunedì, martedì, giovedì e sabato dalle ore 1 alle 4 pomeridiane.



PROGRAMMI

degli insegnamenti che si impartiscono
presso il R. Museo Industriale

CORSO TEORICO E PRATICO DI ELETTROTECNICA

PER GLI INGEGNERI

(Prof. FERRARIS)

I. Corso Orale.

Fondamenti scientifici dell'elettrotecnica.

1. Preliminari sui vettori, sui campi di forza e sulle forze newtoniane.

2. Riassunto delle nozioni fondamentali sul magnetismo - Campo magnetico - Costituzione dei magneti, distribuzione del magnetismo nelle calamite - Induzione magnetica - Suscettività e permeabilità magnetica.

3. Riassunto delle nozioni fondamentali sull'elettricità - Elettricità in equilibrio - Corrente elettrica - Elettromagnetismo - Induzione elettromagnetica - Correnti alternanti.

4. Misure elettriche - Unità di misura - Strumenti di misura - Metodi per le misure delle resistenze elettriche, delle correnti, dei potenziali e delle forze elettromotrici, delle capacità elettrostatiche, dei coefficienti di induzione, dell'energia elettrica.

5. Misure magnetiche - Misura della suscettività e della permeabilità magnetica - Studio completo delle proprietà magnetiche del ferro e degli altri corpi magnetici più importanti.

Produzione industriale delle correnti elettriche.

6. Macchine dinamoelétriche - Macchine a corrente continua - Teorie generali - Varii modi di eccitazione; studio dei medesimi - Studio delle caratteristiche - Calcoli relativi.

7. Costruzione dell'indotto - Fenomeni secondarii nell'indotto - Costruzione dell'induttore - Ossatura di ferro; studio delle forme e delle dimensioni di essa - Calcolo di una macchina - Descrizione di tipi speciali di macchine.

8. Regolazione delle macchine dinamoelétriche per potenziali costanti e per intensità costanti - Descrizioni di sistemi speciali - Accoppiamento delle macchine.

9. Macchine a corrente alternante - Teorie generali - Calcolo di una macchina - Sistemi speciali - Regolazione - Accoppiamento delle macchine.

10. Studio sperimentale delle macchine dinamoelétriche - Metodi per le misure sulle macchine - Calcoli relativi.

11. Generatori secondarii o trasformatori, teoria dei medesimi - Misure sui trasformatori - Tipi speciali.

12. Pile ed accumulatori - Misure sugli accumulatori; pratica dell'impiego dei medesimi.

Canalizzazioni elettriche.

13. Varii sistemi per la distribuzione dell'energia elettrica - Distribuzioni dirette - Distribuzioni indirette - Costruzione e posa dei conduttori - Accessorii delle condutture - Sistemi speciali di distribuzione - Impiego dei trasformatori.

14. Calcolo delle canalizzazioni.

15. Misure sui conduttori e sul loro isolamento - Ricerca dei guasti e riparazione dei medesimi.

Applicazioni delle correnti.

16. Motori elettrici - Loro teoria, loro costruzione, loro impiego, loro regolazione - Applicazioni speciali; trasmissione dell'energia meccanica a distanza; distribuzione dell'energia, trazione elettrica.

17. Illuminazione elettrica - Stazioni centrali - Canalizzazioni - Studio dei progetti di impianti - Condotta di un impianto - Esperienze e misure relative.

18. Elettrochimica ed elettrometallurgia.

19. Nozioni sugli apparecchi telegrafici e telefonici.

II. Esercitazioni pratiche.

1. Misurazione delle intensità delle correnti, delle resistenze, dei potenziali e delle forze elettromotrici, delle capacità elettrostatiche, dei coefficienti di induzione.

2. Taratura degli strumenti di misura.

3. Saggi sulle proprietà magnetiche dei materiali per la costruzione delle macchine.

4. Misure sulle macchine dinamo elettriche, sui motori elettrici, sui trasformatori, sugli accumulatori.

5. Misure sui conduttori e sul loro isolamento.

6. Misure elettriche e fotometriche sulle lampade.

7. Compilazione di progetti per impianti elettrici - Esame di impianti esistenti.

TECNOLOGIA MECCANICA

(Prof. THOVEZ)

PARTE PRIMA

Sezione 1. — Lavorazione dei metalli.

1. *Materie prime.* — Metalli e leghe - Proprietà loro, e mezzi per valutarle. Classificazioni industriali.

2. *Fonderia.* — Materiale - Mezzi di trasporto, gru, elevatori - Ferrovie.

Lavorazione delle terre. — Qualità diverse di terra - Laminatoi, molasse, disgregatori - Polverizzatori - Buratti - Impastatrici.

Forni a cupola, a riverbero, a crogiuoli; diverse forme di forni - Loro funzionamento.

Modellatura. — Qualità del legno - Dimensioni del modello - Spoglia - Svincolo - Portate, modelli in gesso, ecc.

Formatura. — Utensili, staffe - Proprietà delle terre da formatura — Diversi generi di formatura secondo le materie impiegate, secondo i procedimenti - Formatura delle anime - Lanterne - Bossoli - Essiccamento delle forme e cottura delle anime - Stufe, forni.

Fusione. — Utensili, secchi e secchioni, ecc. - Miscele del metallo - Modo di fare la colata - Fusione delle leghe

- Difetti dei getti, cause, modi di prevenirli - Finimento
- Saldatura per fusione.

Studio d'impianto di una fonderia.

3. *Foggiatura* — Fucinatura di prima lavorazione del ferro — Acciacatura - Laminatura - Martellatura - Effetti diversi di queste tre maniere di lavorazione - Forni utensili - Prodotti.

Fabbricazione delle lamiere e tubi di rame, tombacco - Piombo - Zinco - Plaqué - Latta.

Trafilatura. — Suo effetto sulle proprietà del metallo - Trafilatura dei fili, dei tubi di ferro, di rame, di piombo.

Fucinatura speciale. — Utensili, forni, fucine, macchine - Operazioni elementari - Distendere - Rincalzare - Spianare - Arrotondare - Affilare - Piegare - Incurvare - Torcere - Strozzare - Affondare - Tagliare - Segare - Traforare - Stampare - Saldare - Esempi di foggiatura complessa a mano, con macchine.

Fucinatura dell'acciaio. — Tempera - Ricottura.

Foggiatura a freddo. — Operazioni elementari - Fendere - Spianare - Ammaccare - Incurvare - Intagliare - Bucare - Forare - Connettere - Saldare - Coniare - Stampare - Tracciare - Tiratura a martello - Lavori di abrasione - Utensili e procedimenti di lavorazione.

Macchine utensili. — Considerazioni generali sul lavoro di esse. Organi generici — Laminatoi - Aggruppatrici - Chiodatrici - Cesoi - Punzonatrici - Seghe - Pialle - Limatrici - Mortasatrici - Trapani - Fresatrici - Torni - Teoria dell'utensile, dati sperimentali.

Studio dell'impianto di un'officina.

Sezione 2. — Lavorazione del legno.

1. *Materie prime*. — Costituzione del legno, proprietà fisiche, proprietà ornamentali, applicazioni relative - Taglio, stagionamento - Conservazione del legno - Classificazioni

delle principali qualità di legni indigeni ed esotici, materie similari.

2. *Lavorazione.* — Operazioni elementari ed utensili per afferrare e tenere, tracciare, segare, fendere, intagliare, forare, pareggiare, sagomare, tornire - Macchine utensili - Sega, vari tipi - Trinciamento dei pialloni - Trinciamento spirale. - Pialle diverse, trottola - Macchine a intagliare, a fare le mortase, a tornire le aste, a fresare - Tornio a riproduzione.

Sezione 3. — Lavorazione dei laterizi e delle pietre.

1. *Materie prime.* — Argille - Pietre, ecc.

2. *Lavorazione delle argille.* — Disgregamento, lavatura - Impastatura - Formatura a mano, a macchina, molasse, laminatoi - Impastatoi, macchine a formare - Essiccamento, stufe - Cottura, forni intermittenti, continui.

3. *Lavorazione delle pietre.* — Spacco con cunei, con mine perforatrici - Segatura con lama alternativa, con lama continua, con corda - Bucatura con percussione, con abrasione - Foratura con trapano - Pareggiatura colla martellatura, colla pialla - Intagliatura - Sagomatura.

Studio dell'impianto di un'officina.

PARTE SECONDA

Sezione 1. — Filatura.

1. *Materie prime.* — Seta, lana, cotone, lino, fibre similari, proprietà, mezzi per riconoscerle - Classificazioni.

2. *Lavorazione della seta.* — Soffocamento - Cerna: operazioni di trattura, arnesi impiegati, procedimenti diversi - Esame del prodotto in quantità, in qualità.

Operazioni di filatura, organi impiegati - Effetti diversi della torsione - Prodotti diversi del filatoio.

3. *Filatura delle fibre a lunghezza limitata.* — Principii fondamentali ed operazioni che ne derivano.

Mondatura. — Sgranellatura - Slappolatura - Snettamento - Macerazione - Stigliatura - Disgrezzamento - Lavatura.

Cardatura. — Teoria - Macchine a cardare - Pettinatura - Teoria - Diversi tipi di pettinatrici - Prodotti.

Stiramento: scopo di esso - Varii tipi di stiratoi - Adoppiamento - Stiramento con torsione o sfregamento - Banco a fusi - Banco a sfregatoi.

Torcitura; diversi generi di fusi - Disposizione degli organi stiratori, torcitori ed incannatori - Due tipi di operazioni e di macchine - Filatoi trostle, selfacting.

4. *Applicazioni alle diverse specialità.* — Cotone, lana, lino - Operazioni speciali - Assortimento delle macchine. Apparecchi dei filati - Mezzi per riconoscerne la qualità. Studio dell'impianto di una filatura.

Sezione 2. — Tessitura.

Teoria. — Struttura dei tessuti - Configurazione grafica - Armature - Analisi di un tessuto - Organi elementari di un telaio. Configurazione grafica di un telaio - Principii fondamentali pel montaggio di un telaio a calcale - Studio sulle armature semplici, derivate, complesse - Tessuti operati - Meccanismo Jacquard - Teoria - Allestimento completo di un telaio per guanti - Battente a più spole - Battente broccatore - Telai meccanici, organi, varii tipi - Loro adattamento.

Applicazioni. — Diverse specialità - Operazioni preparatorie al tessimento.

Apparecchio dei tessuti - Procedimenti e macchine diverse.

Esame generale di un tessuto - Classificazioni.

Studio dell'impianto di una tessitura.

Sezione 3. — Macinazione e brillatura.

Materia prima. — Grana - Composizione - Classificazione.
Riso, forma, struttura, qualità.

Conservazione dei grani - Lavatura.

2. *Lavorazione — Pulitura.* — Materie estranee - Procedimenti diversi per volume, densità, forma - Durezza - Natura - Raschiatura - Spuntature - Macchine impiegate - Diagramma della pulitura.

Macinazione. — Macine, qualità, solcature e striature - Organi di un palmento - Laminatoi: genere di lavorazione - Organi di un laminatoio - Diametro: sua influenza - Materie diverse dei cilindri - Cilindri lisci scanellati; forma e disposizione delle solcature - Velocità relativa dei due laminatoi.

Disgregatori - Modo di lavorare - Vantaggi e difetti - Diversi tipi.

Buratteria. — Raffreddatori - Buratti ordinari - Buratti centrifughi - Buratti unificatori delle farine - Prodotti.

Pulitura dei semolini.

Spazzolatura delle crusche.

Apparecchi di trasporto - Montasacchi - Piani inclinati - Carrietti - Vite di Archimede - Cingoli - Elevatori a tazze, elevatori per aspirazione - Mescolatori di farine.

Classificazioni delle farine, utensili per il loro esame.

Sistemi di macinazione: 1° a fondo, 2° alta - Colle macchine - Coi cilindri della lavorazione - Coi dismembratoi - Diagrammi relativi - Assortimenti di macchine - Esame comparativo dei diversi sistemi.

Sezione 4. — Lavorazione del riso.

Lavorazione. — Sgusciamento, pilatura, raffinatura; macchine e prodotti relativi.

Studio dell'impianto di un mulino.

Sezione 5. — Panificazione.

Preparazione della pasta. — Scelta della farina secondo la qualità del pane - Bagnatura - Impastatura - Macchine impastatrici - Lavatura - Formatura dei pani a mano, a macchina.

Cottura. — Forni antichi - Forni ad azione continua - Diverse maniere di riscaldare i forni.



CHIMICA APPLICATA

AI PRODOTTI MINERALI

(Prof. COSSA)

Nozioni generali sulle proprietà dei minerali metallici e sui metodi di estrazione dei metalli.

Ferro - Minerali solforati, determinazione dello zolfo nelle piriti - Applicazioni industriali delle piriti - Minerali ossidati - Determinazione del ferro, del manganese, dello zolfo, del fosforo - Determinazione del carbonio nella ghisa e nell'acciajo - Solfato di ferro - Altri composti di ferro impiegati nelle industrie.

Zinco - Minerali di zinco; vetriolo di zinco - Cloruro di zinco; ossisolfuro di zinco - Bianco di zinco - Solfuro di cadmio.

Rame - Minerali di rame - Solfato di rame - Colori di rame - Ottone.

Nichelio - Nichellatura.

Colori di cobalto.

Piombo - Determinazione dell'argento nei minerali di piombo - Ossidi di piombo - Acetati di piombo - Fabbri-
cazione della biacca.

Combinazioni del cromo impiegate nell'industria.

Stagno - Stagnatura - Sale di stagno - Oro musivo -
Leghe di stagno, piombo e rame.

Antimonio - Cloruro d'antimonio - Leghe d'antimonio -
Bismuto.

Arsenico - Acidi dell'arsenico - Solfuri d'arsenico.

Mercurio - Analisi del cinabro - Cloruri - Mercurio ful-
minante.

Brevi cenni sui composti principali di oro e argento.

Analisi delle leghe d'oro e d'argento.

Proprietà fisiche e chimiche del platino - Principali com-
binazioni di questo metallo - Basi ammoniacali del platino.

Alluminio - Allumi - Oltremare naturale ed artificiale.

Zolfo - Estrazione e raffinazione dello zolfo.

Acido borico e borace.

CINEMATICA APPLICATA ALLE MACCHINE

(Prof. TESSARI)

I. Introduzione.

Richiami di cinematica teorica. Moto di un punto. Traiettorie rettilinea, curvilinea. Moto continuo, alternativo, periodico. Moto equabile, velocità. Moto vario. Velocità nel moto vario. Rappresentazione grafica del moto di un punto. Moto rotatorio di un punto. Velocità angolare.

Del moto di un corpo rigido. Punti, rette, piani omologhi di due posizioni del corpo. Passaggio del corpo da una posizione ad un'altra. Del moto di traslazione. Composizione delle traslazioni. Scomposizione del moto di rotazione. Velocità di un punto qualunque. Un corpo che si muove mantenendosi parallelo ad un piano fisso, può passare da una posizione ad un'altra mediante una semplice rotazione. Asse di questa rotazione. Asse o centro d'istantanea rotazione. Composizione di due rotazioni intorno ad assi paralleli, concorrenti, non concorrenti. Moto di una figura piana nel suo piano. Curva fissa e curva rotolante. Traiettorie descritte da un punto qualunque della figura. Esempi vari.

Moto di un corpo attorno ad un punto fisso. Cono fisso, cono rotolante. Traiettoria descritta da un punto qualunque del corpo. Esempi.

Moto di un corpo in generale. Superficie rigata fissa e superficie rigata mobile, mediante le quali si può effettuare il moto qualunque.

Delle macchine in generale e dei loro organi semplici. Esempi di alcune macchine dal punto di vista cinematico. Organi meccanici. Loro classificazione secondo Monge e Willis. Classificazione secondo la loro peculiare struttura.

II. Degli ingranaggi.

Nozioni generali. — 1° Degli ingranaggi ad assi paralleli. Moto relativo di una ruota in rapporto all'altra. Circoli e cilindri primitivi. Dato il profilo di un dente determinare il profilo coniugato. Delle ruote a fianchi piani. Ruote esterne. Dentiera rettilinea. Ruota interna. Ruote a sviluppante di circolo. Ruote a fianchi ipocicloidali. Ingranaggi a lanterna. Regole pratiche. Dell'odontografo di Willis. Ruote di Hooke e White. Ruotismi a capsula.

Ingranaggi a rapporto variabile di velocità. Delle linee primitive; loro equazioni. Data una linea primitiva determinare l'altra. Procedimento geometrico generale. Ruote ellittiche. Ruote a spirale logaritmica, a cuore, a due, a tre, a più lobi. Linea primitiva rettilinea; ellittica ruotante intorno al suo centro. Linea primitiva circolare e sua coniugata. Cenni sugli integrali ellittici che vengono in questo problema. Data la legge del movimento delle ruote, determinare le loro linee primitive. Esempi. Sulla costruzione dei denti di queste ruote.

2° Degli ingranaggi ad assi concorrenti. Dei con primitivi. Costruzione di questi ingranaggi col metodo di Tredgold.

3° Degli ingranaggi ad assi non concorrenti. Degli iperboloidi primitivi e loro costruzione. Cenni sulla costruzione dei denti in queste ruote. Vite perpetua. Ruote elicoidali.

III. Degli eccentrici.

Nozioni generali. — Eccentrici a disco, a scanalatura, ad intelaiatura. Eccentrico di Morin. Eccentrici a quadro circoscritto. Eccentrico triangolare. Manovella ad eccentrico. Eccentrici a feritoia.

Eccentrici pel moto circolare alternativo. Eccentrici in cui il moto rettilineo della stanghetta ha una direzione qualunque. Data la forma del movente, determinare la legge del moto del cedente. Problema inverso.

IV. Delle viti.

Nozioni generali. — Delle viti a filo rettangolare, triangolare, trapezio. Delle viti a uno o più pani. Movimenti prodotti mediante le viti. Loro applicazioni.

Vite differenziale.

V. Dei sistemi flessibili.

Nozioni generali. Funi, cingoli, correggie, catene.

1. Trasformazione del movimento rettilineo continuo in altro rettilineo continuo. Della carrucola fissa. Sistemi di carrucole fisse. Carrucola mobile. Sistemi di carrucole mobili e fisse. Taglia, paranco. Taglia di White. Taglia differenziale.

2. Trasformazione del moto circolare continuo in rettilineo continuo. Verricello. Argano, Gru. Verricello cinese ossia burbera differenziale. Verricello a rapporto variabile di velocità.

3. Trasformazione del moto rettilineo alternativo in rotatorio alternativo. Archetto per forare i metalli. Trapano a mano.

4. Trasformazione del moto rotatorio alternativo in altro rotatorio alternativo. Tornio a pertica.

5. Trasformazione del moto rotatorio continuo in altro rotatorio continuo. Cingoli senza fine. Velocità angolari delle due puleggie. Tempi di una rivoluzione. Numero dei giri. Della trasmissione delle rotazioni fra assi comunque disposti nello spazio. Condizioni perchè possa aver luogo con due sole puleggie. La stessa trasmissione coll'aggiunta di due puleggie di rinvio. Coni di puleggie multiple per caso di cingoli incrociati; pel caso di cingoli disposti secondo le tangenti esterne. Procedimento grafico per determinare i raggi delle puleggie coniugate in quest'ultimo caso. Cenni sulla trasmissione telodinamica. Trasmissione con rapporto variabile della velocità. Studio di alcune speciali trasmissioni col mezzo di cingoli.

VI. Dei sistemi articolati.

Nozioni generali. — Teoremi sul quadrilatero articolato. Teorema di Grashof. Delle linee Wattiane e loro triplice generazione. Dei punti morti e del modo di determinarli. Applicazioni del parallelogramma articolato. Studio della manovella, biella ed asta. Diagrammi degli spazi e della velocità. Moto della biella. Studio della manovella biella e bilanciata.

Parallelogramma di Watt. Losanga articolata di Peaucellier. Sistema positivo e negativo. Movimento rettilineo fondato sul principio della conoide. Trascinamenti rettilinei di Evans, Tchebicheff, Ramisch, ecc.

Dei giunti. Giunto di Oldham. Giunto universale di Cardano.

Meccanismi più complessi, risultanti dalla combinazione degli organi semplici sopra nominati.

CHIMICA TECNOLOGICA

(Prof. ROTONDI)

Corso biennale.

PARTE PRIMA.

Sodio e suoi composti. — Dei principali sali di soda adoperati nelle industrie - Cloruro di sodio - Sua estrazione - Utilizzazione delle acque madri - Solfato di sodio ed acido cloridrico - Dei diversi processi di fabbricazione del carbonato di sodio - Alcalimetria.

Potassio e suoi composti. — Materie prime impiegate nella fabbricazione dei sali di potassa - Preparazione del carbonato, solfato, cloruro, nitrato, silicato, cromato, bicromato e permanganato di potassio - Nitriere artificiali - Teorie relative ai fenomeni di nitrificazione.

Solfo e suoi composti. — Acido solforoso - Solfiti ed iposolfiti - Loro proprietà ed usi — Dell'acido solforico e sue applicazioni — Acidimetria - Industria del solfuro di carbonio e solfocarbonati - Analisi - Applicazioni.

Cloro e suoi composti. — Preparazione del cloro e degli ipocloriti - Metodi Deacon, Weldon, Pechiney, Hermitte, ecc. - Applicazioni - Utilizzazione dei residui della preparazione del cloro - Clorato di potassio - Analisi del biossido di manganese - Clorometria.

Jodio e bromo. — Dei principali sali di jodio e bromo - Loro preparazione - Jodometria.

Azoto e suoi composti. — Dei principali composti di azoto che interessano all'industria - Acido nitrico - Sue proprietà ed usi - Analisi dell'acido nitrico e nitrati - Ammoniaca e sali ammoniacali - Diverse sorgenti di ammoniaca - Analisi dei composti ammoniacali - Industria dei cianuri.

Del fosforo. — Sua preparazione industriale - Industria dei fiammiferi - Dei perfosfati usati nell'agricoltura - Concimi complessi - Loro analisi - Del carbone animale - Sua rigenerazione.

Calcio e magnesio. — Delle pietre calcari - Loro cottura - Calci magre, grasse ed idrauliche - Teorie relative all'indurimento delle malte e cementi - Analisi delle pietre calcari.

Del gesso. — Sua cottura.

Industria del vetro ed arte ceramica. — Composizione del vetro - Proprietà delle diverse qualità di vetro - Fabbricazione - Colorazione e pittura sopra il vetro - Del vetro temperato - Analisi dei silicati.

Preparazione delle paste ceramiche. — Fabbricazione dei mattoni e tegole - Mattoni refrattari - Analisi delle argille.

Dell'acqua. — Dell'acqua considerata sotto il punto di vista igienico ed industriale - Depurazione e filtrazione delle acque - Utilizzazione delle acque di scolo - Idrotimetria e metodi diversi per l'analisi delle acque - Fabbricazione del ghiaccio - Applicazioni - Preparazione delle acque gazoze - Metodi industriali per la preparazione dell'acido carbonico.

Dei combustibili. — Teoria della combustione - Produzione industriale dell'ossigeno e dell'idrogeno - Analisi dei

combustibili e dei gas provenienti dalla combustione - Carbonizzazione del legno - Industria dell'acido pirolegnoso ed alcool metilico - Processi diversi di conservazione del legno impiegato nelle costruzioni;

Del gas illuminante. — Sua fabbricazione e depurazione - Fotometria - Impiego dei residui della depurazione del gas - Del coke e dei combustibili artificiali agglomerati - Degli oli minerali - Loro analisi ed applicazioni - Industria della paraffina.

Del catrame di carbon fossile. — Sua lavorazione - Estrazione della benzina, toluene, naftalina, acido fenico, antracene - Dei principali colori derivati dal catrame di carbon fossile.

PARTE SECONDA.

Materie tessili. — Imbiancamento delle fibre tessili d'origine vegetale ed animale - Loro proprietà e metodi di analisi - Del bucato.

Industria della cellulosa. — Processi chimici per la preparazione della cellulosa di legno e d'altre sostanze - Imbiancamento della cellulosa - Incollatura della carta a mano ed a macchina - Celluloide e seta artificiale.

Delle materie tintorie. — Loro classificazione - Delle principali materie coloranti naturali ed artificiali impiegate in tintoria - Dei mordenti - Generalità sulla fissazione dei colori sulle diverse fibre tessili - Industria tintoria.

Industria dei corpi grassi. — Estrazione delle materie grasse dalle sostanze in cui sono contenute - Depurazione degli oli - Oleo-margarina e burro artificiale - Teoria e pratica della saponificazione - Preparazione degli acidi stearico, oleico, palmitico - Della glicerina - Industria delle candele steariche - Fabbricazione dei saponi - Loro modo di agire e metodi d'analisi - Oli lubrificanti - Loro analisi - Delle essenze.

Tecnologia delle sostanze esplosive. — Nitroglicerina, dinamite, polvere pirica, cotone fulminante.

Delle sostanze albuminoidi - Preparazione dell'albumina e gelatina - Industria della colla - Proprietà ed usi delle sostanze albuminoidi - Loro analisi.

Delle materie concianti. — Industria del cuoio - Principii scientifici sui quali è fondata la concia delle pelli - Operazioni preparatorie alla conciatura - Analisi delle materie concianti.

Delle materie amidacee. — Fabbricazione dell'amido, glucosio, maltoso, cerealoso e destrina - Loro proprietà e metodi d'analisi dei diversi prodotti - Industria della panificazione - Analisi delle farine - Conservazione dei grani.

Industria dello zucchero. — Zucchero di canna e di barbabietola - Metodi diversi di fabbricazione e raffinazione dello zucchero - Utilizzazione delle melasse - Del cloruro di metile e sue applicazioni - Saccarimetria - Saccarina di Fahlberg.

Fermentazione alcoolica ed acetica. — Teorie relative ai fenomeni di fermentazione.

Industrie dell'alcool, della birra, del vino e dell'aceto. — Utilizzazione dei residui provenienti da dette industrie - Alcoolimetria - Preparazione dell'etere solforico.

Vernici. — Fabbricazione delle vernici all'alcool, all'essenza di terebentina, all'etere, ecc. - Vernici grasse.

Guttaperca e gomma elastica. — Composizione, proprietà ed industrie relative.

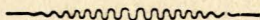
CHIMICA ANALITICA

(Prof. **ROTONDI**)

Analisi qualitativa.

Analisi quantitativa a peso ed a volume delle sostanze più importanti che s'impiegano come materie prime o che risultano come prodotti lavorati nelle principali industrie.

Preparazione di alcuni fra i principali prodotti industriali ed esercizi relativi all'imbianchimento, stampa, tintura delle fibre tessili, ecc., ecc.



DISEGNO A MANO LIBERA ED ORNATO INDUSTRIALE

(Prof. VACCHETTA)

Elementi di prospettiva pratica.

Copia dal vero di solidi geometrici, utensili, parti di macchine, apparecchi di chimica, oggetti vari, ecc.

Copia a semplice schizzo di oggetti più complessi, mobili, macchine, costruzioni, ecc., ecc.

Ornato del ferro. — Caratteri che si richiedono in esso - Modi diversi di svolgere e trattare questo ornato - Copia dalle stampe e copia dal vero - Composizione ed applicazione a motivo di cancellate, ringhiere, balconi, mensole, ecc.

Ornamenti in ghisa ed in bronzo.

Ornato delle stoffe. — Caratteri che si richiedono in esso - Combinazione dei colori nei tessuti rigati, scozzesi, ecc. - Effetti a due e più colori - Disegni a fiorami, fondi, ecc., per stampati e tessuti - Stoffe da mobilia e da parati - Carta da tappezzerie; tele cerate; tappeti, tende per finestre - Merletti e ricami.

MACCHINE TERMICHE E FERROVIE

(Prof. BERTOLDO)

1. Generalità sui motori termici - Principii di Termodinamica che ne reggono il funzionamento - Limite di lavoro disponibile - Classificazione.

2. Proprietà dei gas perfetti, dei vapori saturi e soprariscaldati - Loro cambiamenti di stato e leggi d'espansione invertibili - Estensione delle stesse leggi ed equazioni ad alcune specie di evoluzioni non invertibili - Efflusso dai vasi e moto permanente dei fluidi nelle condotte.

3. *Generatori del vapore.* — Rendimento e produttività assoluta - Elementi che vi influiscono - Disposizione del focolare - Estensione della superficie riscaldata - Classificazione delle caldaje - Materiali impiegati nella loro costruzione.

4. *Caldaje murate* a focolare esterno ed interno - Con tubi bollitori e con tubi di riscaldamento - Tipi Wolf, Cornovaglia, Galloway, Fairbairn, Tembrinck, ecc. - Riscaldatore Green - Particolari di costruzione.

5. *Caldaje tubulari.* — Tipo delle locomotive - Forme e proporzioni rispettive del focolare e del corpo tubulare - Tipo della marina, a cassone e cilindriche - Semplici e

doppie - Caldaje tubulari semifisse a focolare amovibile - Caldaje murate semitubulari.

6. *Caldaje verticali*. — A bollitori incrociati - Tubulari, ad uno ed a più giri del fumo - Con tubi pendenti Field - Caldaje a rapida circolazione di Belleville, De Nayer, Babcock et Wilcox e simili - Apparecchio soprariscaldatore del vapore.

7. Disposizioni del focolare e della graticola secondo la varia natura e specie del combustibile impiegato - Forni pel carbone ordinario, grasso o minuto - Per la segatura o ritagli di legno - per combustibili liquidi - Forni gazo- geni applicati alle caldaje - Forni fumivori - Loro scopo ed efficacia.

8. Accessori delle caldaje - Indicatori del livello dell'acqua - Manometri e valvole di sicurezza - Apparecchi di alimentazione - Pompe - Iniettori - Alimentazione con acqua calda.

9. Calcolazione delle caldaje - Determinazione dell'effetto utile - Della superficie riscaldata del corpo principale, dei tubi di riscaldamento dell'acqua e del soprariscaldatore del vapore - della superficie delle griglie - Della grossezza delle lamiere e dei tubi.

10. Determinazione razionale dell'altezza e della sezione del camino - Registri per regolare il tirante - Struttura e forma dei camini a muratura e metallici - Tirante prodotto nel camino delle locomotive dal vapore scaricantesi dai cilindri motori - Scappamento fisso o variabile - Soffiatori ed aspiratori Körting a getto di vapore.

11. Determinazione sperimentale del rendimento di un generatore - Misura del vapore prodotto e del calore utilizzato - Saggio ed analisi dei combustibili e dei gaz caldi - Determinazione della razione d'aria ammessa alla combustione, e degli elementi incombusti - Calore perduto nella combustione, nel camino, ed attraverso le pareti del generatore - Condotta del fuoco e razione d'aria più convenienti.

12. Legislazione delle caldaje - Prove e visite regolamentari - Incrostazioni e mezzi di combatterle - Purificazione delle acque - Corrosioni delle lamiere - Colpi di fuoco ed altre avarie - Esplosioni delle caldaje e loro cause.

13. *Motrici a vapore.* — Struttura generale e modo di funzionare - Organi della distribuzione del vapore - Valvola a cassetto semplice comandata da un eccentrico circolare - Fasi della distribuzione - Loro durata ed importanza rispettiva - Cassetto con piastre di espansione di Mayer, Rider, Farcot, ecc. - Diagrammi polari.

14. *Distribuzioni a glifo* per l'inversione di marcia di Gooch, Stephenson, Allan, Heusinger, Fink, Brown-Ioy, ecc. - Teoria generale e diagrammi grafici - Distribuzioni a glifo con doppio cassetto di Gonzenbach, Guinotte, ecc.

15. *Distribuzioni a scatto.* — Tipo Corliss, Ingliss, Farcot con valvole rotative - Tipo Sultzer con valvole a campana - Distribuzioni con piastre o valvole di espansione a scatto - Distribuzioni con valvole a sollevamento senza scatto di Brown, Collmann e Enrico.

16. Distribuzioni a bocciuoli - Con eccentrico triangolare - Con cassetto rotativo - Motori a cilindri concorrenti e paralleli di Brotherhood, ecc. - Motori a cilindri oscillanti di Smith, Ramsbotton, ecc. - Macchine rotative.

17. Costruzione delle motrici a vapore ad un solo od a due cilindri accoppiati - Inviluppo di vapore - Telaio di base e fondazioni - Macchine Wolf a due cilindri consecutivi oppure con bilanciere - Macchine Compound a due o tre cilindri - Distribuzioni applicate a queste macchine - Macchine marine a cilindri fissi od oscillanti.

18. Motori a vapore senza albero girante - Pompe a vapore ad azione diretta, ad un solo oppure a due cilindri accoppiati - Macchine di estrazione delle miniere - Magli a vapore a semplice o doppio effetto, con o senza espansione.

19. Condensatori del vapore esausto - Per mescolanza di

acqua fredda o per superficie raffreddante - Loro calcolazione e costruzione - Pompa ad aria - Eiettore Morton.

20. Teoria generica delle macchine a vapore - perdite dovute all'imperfezione del ciclo - agli spazi nocivi ed all'azione delle pareti - Funzionamento teorico delle macchine a doppia o tripla espansione sistema Wolf o Compound - Calcolazione pratica delle macchine ad uno o più cilindri Macchine a vapori combinati.

21. Misura del lavoro sviluppato nelle macchine a vapore - Indicatore di Watt e suo impiego - Misura del vapore consumato e del calore totale speso - Calore perduto nei cilindri e versato al condensatore.

Esperienze di Hirn ed Hallauer - Azione termica delle pareti dei cilindri - Legge di espansione di Hirn - Efficacia dell'inviluppo di vapore - Del vapore sovrariscaldato - Della compressione dopo la scarica - Dell'espansione suddivisa in più cilindri successivi.

22. Regolarità di movimento delle motrici a vapore - Ufficio del volante e del regolatore - Regolatori statici ed elastici - Perturbazioni prodotte dalle masse in moto alterno e dalle masse rotanti non equilibrate - Motrici a grande velocità.

28. Motrici a gaz permanente - Confronto colle macchine a vapore - Macchine ad aria calda di Rider e di Bénier - Macchine a scoppio di gaz-luce e di Lenoir e di Otto - Motori a benzina ed a petrolio - Motori ad aria compressa - Compressori pneumatici.

Ferrovie

24. *Armamento della strada.* — Rotaje e traverse - Giunzioni - Larghezza del binario - Sopraelevazione della rotaia esterna nelle curve - Deviazioni ed incrociamenti - Piattaforme girevoli e scorrevoli - Segnali - Apparecchi di sicurezza

per la manovra degli scambi e dei segnali - Stazioni da viaggiatori, da merci e di smistamento - Rifornitori d'acqua.

25. *Carri e carrozze* per ferrovie - Tipi diversi e loro costruzione - Ruote e sospensione - Piastre di guardia e scatole d'ungimento - Organi d'attacco e repulsori - Disposizioni speciali per facilitare il passaggio nelle curve - Bossoli radiali - Carrelli girevoli - Fabbricazione delle rotaje, ruote, assi e cerchioni.

26. *Locomotive*. — Loro struttura generale - Forza di trazione - Aderenza - Relazione fra questi elementi, il peso e la velocità della locomotiva - Varii tipi di locomotive per ferrovie ordinarie - Per ferrovie secondarie e per tramways - Locomotive Compound - Locomotive stradali.

27. *Resistenza al moto dei convogli*. — Sua misura sperimentale e dati relativi - Calcolo della potenza di una locomotiva - Determinazione degli elementi di una locomotiva per un dato servizio.

Stabilità delle locomotive in movimento. - Ripartizione del peso sulle ruote - Moti anormali di serpeggiamento, di galoppo, di rinculo e di beccheggio - Contrappesi delle ruote motrici ed accoppiate.

28. *Freni dei Convogli* — Freno a controvaapore delle locomotive - Freni dei veicoli - A scarpa ed a ceppi, a vite od a leva - Freno continuo per spinta dei repulsori di Guerin - Freni continui a catena - Freni pneumatici ad aria compressa od a vuoto - Freni automatici - Freno a controvaapore delle locomotive.

29. Locomotive per forti salite con aderenza artificiale - Sistema Fell con rotaia centrale - Sistema del Righi con dentiera - Piani inclinati a trazione funicolare diretta - Piani inclinati automotori - Trazione per trasmissione telodinamica sistema Agudio - Ferrovie a propulsione diretta, pneumatica od idraulica.



DISEGNO DI MACCHINE

(Prof. PENATI)

PARTE PRIMA

Elementi di macchine

Introduzione. — Scopo del disegno meccanico - Organi delle macchine e condizioni a cui devono soddisfare - Divisione degli organi di una macchina in fissi e mobili - Degli organi fissi - Metodi che si possono usare nella determinazione delle dimensioni principali di un organo di una macchina - Del metodo dei rapporti.

Delle viti. — Forme del pane delle viti comunemente usate nella pratica - Determinazione del diametro delle viti - Sistemi di viti proposti - Convenienza dei sistemi basati sul sistema metrico decimale - Viti rinforzate e viti indebolite - quando convengono.

Delle chiavarde. — Parti che compongono una chiavarda - Proporzioni e forme loro - Tracciamento del dado e della testa di una chiavarda - Unioni con chiavarde - Chiavarde di sicurezza - Applicazioni numeriche e grafiche.

Delle chiodature con ribaditi. — Forme e proporzioni delle parti che compongono un ribadito - Divisioni delle chiodature con ribaditi a seconda della forma ed a seconda della destinazione - Chiodature di forza - Chiodature di

forza ed ermetiche - Chiodature ermetiche - Chiodature parallele e convergenti - Resistenza delle chiodature di forza tanto parallele che convergenti e loro modulo di forza - Resistenza delle chiodature di forza ed ermetiche e loro moduli di forza.

Chiodature delle caldaie a vapore - Applicazioni grafiche nel caso di incontro di due, tre o quattro lamiere - Chiodatura americana - Unione dei fondi delle caldaie a vapore - Varie altre unioni che si possono effettuare con ribaditi.

Dei sopporti. — Sopporto semplice o ritto, e parti che lo compongono - Moduli pel calcolo delle dimensioni delle parti che compongono un sopporto ritto - Diagramma dei sopporti - Diagramma dei signori Escher-Wyss - Sopporti semplici derivati dal sopporto ritto.

Sopporto a mensola, pendente, frontale, da parete, a cavalletto, ecc. - Sopporti Sellers - Sopporti speciali - Delle ralle e loro proporzioni - Ralla semplice e ralle da questa derivate.

Delle sedie. — Condizioni a cui deve soddisfare una sedia - Metodo conveniente da seguirsi nel tracciamento di una sedia - Applicazioni al tracciamento di sedie nel caso di incontro di più alberi di trasmissione aventi direzioni diverse - Intelaiatura delle macchine.

Delle colonne metalliche. — Disposizione delle colonne metalliche - Calcolo del diametro di una colonna a sezione circolare piena - Passaggio alla sezione circolare vuota, alla sezione a croce ed a quella a stella.

Applicazioni grafiche di colonne con piastre di attacco per sopporti - Colonne per motrici a vapore, a bilancieri - Altri esempi pratici in cui si fa uso delle colonne metalliche.

Dei cilindri. — Cilindri a vapore, ad acqua, ad aria - Stantuffi - Scatole a stoppa - Guerniture metalliche.

Dei tubi. — Tubi di ferro, di ghisa, di acciaio, di rame e di piombo - Formole relative allo spessore dei tubi -

Unione dei tubi - Valvole, rubinetti e paratoie - Apparecchi di lubrificazione.

PARTE SECONDA

Disegno di macchine operatrici e motrici - Impianti industriali.

Rilievo dal vero di macchine operatrici - Macchine per la lavorazione dei metalli e dei legnami - Macchine di filatura e tessitura, ecc.

Studio e progetti di macchine motrici termiche ed idrauliche - Motrici a vapore, a gaz, e ad aria - Ruote idrauliche e turbine.

Studio di impianti industriali applicandovi le nozioni acquisite nel corso di tecnologia - Meccanica e chimica - Filature e tessiture - Molini - Cartiere - Olierie - Officine meccaniche, ecc.



ARTE MINERARIA E METALLURGIA

(Prof. BONACOSSA)

I.

Arte Mineraria

1. *Giacimenti minerari.* — Nozioni geologiche sulla loro origine - classificazione loro in giacimenti sedimentari, filoni ed ammassi non sedimentari - Accidentalità più comuni che riscontransi in essi.

Esempi di giacimenti metalliferi per ciascun tipo di classificazione desunti specialmente da miniere in Italia - Esempi di giacimenti di combustibili fossili.

2. *Miniere* - Cenni sulle leggi minerarie in Italia.

Descrizione generale dei lavori e dei diversi servizi essenziali di una coltivazione mineraria a scoperto o superficiale e di una coltivazione sotterranea.

Mezzi di escavazione delle rocce e specialmente colle *mine* - Perforazione meccanica delle mine - Compressori - Perforatrici a mano, ad aria compressa e ad acqua compressa - Generalità sullo studio di un progetto di perforazione meccanica.

3. *Costruzione delle gallerie e dei pozzi* in rocce compatte, in terreni franosi, in rocce molto acquifere - Rive-

stimenti di gallerie e di pozzi - Rivestimenti impermeabili alle acque pei pozzi.

4. *Lavori di coltivazione sotterranea.* — Sede di una coltivazione - Lavori preparatori con divisioni del giacimento in livelli - Generalità sulle coltivazioni con ripiene, con scoscendimenti, con massicci abbandonati - Lavori entro un livello di coltivazione distinti in: escavi ed armature provvisorie sui cantieri, riempimenti, trasporti fino alla galleria di base del livello.

5. *Descrizione dei principali metodi di coltivazione sotterranea* distinti pei *filoni* e *banchi* di spessore entro i limiti di un cantiere; pei *banchi* e per gli *ammassi* di grande spessore. Esempi di coltivazioni per ripiene, per scoscendimenti e per massicci abbandonati applicate a giacimenti di piccolo, di medio e di grande spessore. Criteri tecnici per la scelta di un metodo di coltivazione.

Coltivazioni a scoperto. — Disposizioni dei lavori - Limiti di profondità entro cui sono applicabili - Esempi di applicazioni - Torbiere.

6. *Servizi minerari.* — Complesso dei diversi servizi di una miniera indipendenti dalla condizione del giacimento e quindi dai metodi di coltivazione.

a) *Trasporti su piccole ferrovie* nelle gallerie ed all'esterno - Criteri pel tracciato della linea ferroviaria in pianta e in profilo - Armamento della linea - Vagonetti.

Trazione ordinaria con uomini e con cavalli - Trazione meccanica con funi e catene a grande ed a piccola velocità - Trazione con piccole locomotive - Piani inclinati automotori.

Trasporti all'esterno per funi sospese. — Sistemi a due funi (Bleichert) - Sistema ad una sol fune (Hogdson).

b) *Estrazione per pozzi* dei prodotti delle miniere - Organizzazione del servizio per piccole e per grandi estrazioni - Cenni sugli impianti e congegni da stabilirsi sopra

l'orifizio del pozzo, lungo il pozzo e ai livelli di caricamento - Benne - Gabbie a vagoni - Funi - Paracadute - Motori a vapore per l'estrazione e annessi di tamburri, di bobine e di freno.

Equilibrio dei momenti di rotazione sull'albero delle bobine o del tamburro di avvolgimento e svolgimento delle funi ottenuto col rendere costanti i momenti di resistenza durante tutto il periodo di un'estrazione, oppure ottenuto col far variare di continuo lo sforzo motore.

c) *Esaurimento delle acque* per sollevamento nei pozzi col mezzo di pompe, col mezzo di benne - Motori per pompe stabiliti all'esterno - Motori nel sotterraneo - Tipi di pompe.

d) *Ventilazione delle miniere.* — Principi generali sulla distribuzione sotterranea della corrente d'aria - Ventilazione spontanea - Ventilazione artificiale - Grandi ventilatori aspiranti - Cenni sui mezzi di salvataggio nelle miniere.

7. *Preparazione meccanica dei minerali metallici.* — Scopo - Sua importanza industriale - Principii su cui è basata - Descrizione del complesso delle operazioni di cui è costituita una preparazione meccanica completa.

Operazioni preliminari: Sfangamento - Separazione delle materie minerali grezze in grossi pezzi, in grani, in sabbie, in polveri o fanghi - Spezzamento e triturazione dei minerali delle diverse grossezze.

Cernita a mano sui minerali in pezzi.

Classificazione su griglie - Arricchimento sui crivelli dei minerali in grani - Crivelli meccanici.

Classificazione per equivalenza delle materie in sabbie e in polveri e arricchimento loro sui crivelli filtranti e sulle tavole - Tavole fisse piane e circolari - Tavole a scossa - Tavole giranti - Tavole Rittinger, ed altre meno usate.

Principi teorici su cui sono basate le operazioni di classificazione e di arricchimento sui crivelli semplici, sui crivelli filtranti e sulle tavole.

Esempi di formule o di serie di operazioni per la preparazione meccanica di diverse qualità di minerali.

Lavaggio delle sabbie aurifere.

Cenni sulla preparazione meccanica dei combustibili fossili.

II

Metallurgia.

1. *Preliminari.* — Generalità sui minerali delle officine e sui metalli del Commercio - Processi metallurgici per via ignea, per via umida, per Elettrolisi.

Operazioni principali dei processi per via ignea - Fondenti - Scorie - Loppe - Reagenti ordinari per le ossidazioni e per le riduzioni.

Richiami sui combustibili - Forni delle officine metallurgiche distinti in: Forni a combustibile solido senza focolare, forni con focolare distinto a combustibile solido e forni a gas - Speciali considerazioni sui forni a tino e sui forni a riverbero.

Cenni sui materiali refrattari - Generalità sulle macchine soffianti.

2. *Metallurgia del ferro.* — Minerali di ferro - Prodotti di ghisa, ferri ed acciai - Caratteri distintivi di questi tre tipi di prodotti - Come influiscono sulle qualità meccaniche di ciascuno di essi prodotti le diverse sostanze straniere che vi si riscontrano associate al ferro più comunemente.

a) *Produzione della ghisa.* — Trattamento dei minerali di ferro colla fondita riduttiva previa all'uopo una preparazione colla calcinazione - Alto forno e suoi annessi ne-

cessari - Descrizione delle operazioni all'alto forno - Reazioni che avvengono nell'alto forno - Come ne risentono queste reazioni dalla temperatura, dalla pressione e dal volume nell'unità di tempo dell'aria soffiata; come sono esse reazioni influenzate dalla forma e dimensioni del forno, dal modo di caricamento e di presa dei gas alla bocca del forno, dalla natura e composizione del letto di fusione.

Alti forni a carbone di legna ed alti forni a coke.

Criteri per la determinazione del profilo interno di un alto forno in rapporto alla sua capacità produttiva, alla qualità di carbone e di combustibile - Composizione del letto di fusione e modo di andamento del forno allo scopo di ottenere una determinata qualità di ghisa.

Costruzioni di alti forni - Macchine soffianti - Condotte d'aria - Ugelli - Apparecchi ad aria calda - Apparecchi di caricamento e di presa dei gas alla bocca del forno - Montacariche - Utilizzazione dei gas di alto forno - Disposizione Langlade - Elementi per lo studio di un progetto di officina d'alto forno.

b) *Produzione del ferro e dell'acciaio in masselli.* — Affinazione della ghisa al basso fuoco e colla pudellatura - Reazioni chimiche in queste operazioni - Principali perfezionamenti della pudellatura - Magli, squeezers, laminatoi annessi ai forni di pudellatura - Fabbricazione del ferro mercantile in barre con masselli, con pacchetti di barre grezze e miste, con rottami - Forni di bollitura - Magli di fucinazione - Treni di laminatoi per ferri piccoli, per ferri grossi e medi - Principii sulla laminazione dei ferri e degli acciai.

c) *Produzione degli acciai fusi al convertitore.* — Processo Bessemer - Qualità delle ghise da Bessemer - Descrizione del convertitore e dell'impianto completo di un'officina Bessemer - Descrizione di un'operazione e delle reazioni che avvengono nelle diverse fasi della medesima - Diversi tipi

di impianti Bessemer - Modificazioni apportate ai convertitori - Piccoli convertitori per limitate produzioni - Dati economici.

d) *Processo Thomas-Gilckrist* pel trattamento al convertitore di ghise fosforose - Descrizione del convertitore basico e dell'operazione che in esso si compie - Qualità delle ghise Thomas - Qualità caratteristiche dei prodotti - Dati economici - Descrizione di impianti di officine Thomas.

e) *Produzione degli acciai fusi al forno a riverbero.* — Processo Martin-Siemens - Forno a suola silicea.

Descrizione dell'operazione ordinaria Martin e delle sue varianti - Defosforazione al forno Martin a suola basica - Operazione Martin in forno a suola di *ferro-cromo* o neutra - Dati economici - Descrizione di officine Martin-Siemens.

Qualità diverse di acciai fusi che ottengono ai convertitori e ai forni a riverbero - Acciai senza soffiature per getti - Cenni sulla fucinazione dei lingotti di acciaio per fabbricazione di barre e di rotaie - Forni di riscaldamento - Fosse Giers - Laminatoi sbizzatori - Laminatoi per rotaie - Disposizione di una officina per fabbricazione di rotaie di acciaio fuso - Norme direttive per la fucinazione di grossi pezzi di acciaio fuso - Grandi magli - Laminatoi e corazze - Laminatoi universali - Grandi pressoi idraulici - Vasche di tempra, grandi forni di riscaldamento, e di ricottura - Cenni su alcune fabbricazioni speciali.

f) *Produzioni di acciai di cementazione e di acciai fusi al crogiuolo.* — Qualità speciali di questi acciai e loro principali applicazioni - Descrizione dell'operazione di cementazione - Sua teoria - Forni di cementazione - Raffinazione del prodotto grezzo di cementazione a pacchetto, colla fondita al crogiuolo - Diverse composizioni di cariche per acciai fusi al crogiuolo - Fucinazione dei piccoli lingotti d'acciai al crogiuolo.

3. *Metallurgia del Piombo.* — Minerali di piombo - Trat-

tamento loro col processo per reazione al forno a riverbero - col processo di torrefazione e riduzione - con processi di precipitazione e misti - Casi di applicazione dei singoli processi - Dati di costo - Affinazione del piombo.

4. *Metallurgia del Rame.* — Minerali di rame - Trattamento dei minerali sulfurati col processo inglese al riverbero - Col processo continentale - Trattamento delle metalline ramifere al convertitore Manhés.

Trattamenti speciali di minerali impuri e di minerali ossidati.

Processi con operazioni per via umida.

Raffinazione del rame nero coll'elettrolisi - Elettrolisi diretta delle metalline ramifere.

5. *Metallurgia dell'Argento:*

a) Estrazione dell'argento dal piombo d'opera:

Pattinsonaggio. — Descrizione dell'operazione per batteria e per coppia - Pattinsonaggio meccanico ed a vapore;

Disargentazione collo zinco. — Trattamento della lega ternaria ricca - Raffinazione del piombo disargentato;

Coppellazione. — Descrizione dei forni e dell'operazione col metodo tedesco e col metodo inglese - Dati economici - Rivivificazione dei litargiri.

b) Estrazione dell'argento dalle metalline ramifere e dal rame nero fondata sulla via umida - Processi Augustin e Ziervogel - Processi in cui l'argento rimane indisciolto;

c) Trattamento dei minerali d'argento colla fondita piombifera.

Trattamento di minerali speciali per via umida.

Cenni sui trattamenti per amalgamazione adottati in America.

Raffinazione dell'argento.

6. *Metallurgia dell'Oro.* — Minerali d'oro - Lavaggio delle sabbie aurifere.

Trattamento dei minerali d'oro per amalgamazione coi

mulini usati in Piemonte, coi diversi mulini (Stamp-mills) ed Amalgamatori usati in America.

Amalgamazione coi sali di mercurio pei minerali ribelli all'amalgamazione diretta.

Trattamento dei minerali auro-argentiferi colla fondita piombifera e colla fondita per metalline ramifere.

Trattamenti di minerali d'oro per via umida.

Raffinazione dell'oro impuro.

7. *Metallurgia del mercurio.* — Minerali di mercurio - Trattamento per torrefazione: diversi tipi di forni adottati: ad azione intermittente e ad azione continua.

Forni speciali pei minerali minuti.

Apparecchi diversi di condensazione.

Trattamento per precipitazione - Purificazione del mercurio.

8. *Metallurgia dell'antimonio.* — Minerali d'antimonio - Separazione del solfuro d'antimonio dalle ganghe per liquazione - Trattamento del solfuro per torrefazione e riduzione - Trattamento per precipitazione - Purificazione dell'antimonio.

9. *Metallurgia dello zinco.* — Minerali di zinco - Torrefazione delle blende e calcinazione delle calamine - Riduzione dei minerali ossidati nei forni belgi, nei forni Slesiani e misti - Elementi di costo.

10. *Metallurgia dell'alluminio.* — Proprietà dell'alluminio - Metodi dell'estrazione dell'alluminio basati sul principio della riduzione del cloruro doppio di alluminio e di sodio per mezzo del sodio.

Processo dell'officina di Salindres applicato alla Boxite - Processo Castuer applicato all'allumina - Processo di Essen applicato alla Criolite - Cenni di altri recenti processi per via ignea.

Processi elettrolitici adottati nell'industria sul cloruro doppio di alluminio e sodio fuso.

Processo elettrico di Cowles. — Processo di Hérault per la produzione specialmente di leghe di alluminio.

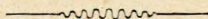
Leghe diverse di alluminio e loro proprietà.

11. *Metallurgia del Nichelio.* — Minerali di nickel - Trattamento delle pirite nichelifere - Trasformazione degli speis e delle metalline in ossidi per via ignea e per via umida - Preparazione dei cubi di nickel.

Trattamento dei minerali silicati della Nuova Caledonia col processo Garnier e col processo Christoffe.

Trattamento delle metalline nichelifere al convertitore Manhés.

12. Alcuni cenni sommari sulla metallurgia di altri metalli.



COMPOSIZIONE E COSTRUZIONE DELLE MACCHINE

(Prof. BOTTIGLIA)

PARTE PRIMA

Resistenza dei materiali.

Definizioni e nozioni fondamentali - Sforzo di trazione, di compressione, di taglio - Equazioni di stabilità.

Sforzo di torsione - Angolo di torsione - Equazioni di stabilità - Solidi di eguale resistenza alla torsione.

Sforzo di flessione - Equazione di stabilità - Solidi di eguale resistenza alla flessione - Curva elastica - Applicazioni.

Sforzo di flessione e taglio - Sforzo di trazione o compressione, flessione e taglio - Equazioni di stabilità.

Sforzo di flessione e torsione - Momenti ideali - Equazione di stabilità.

Forze elastiche provocate in un punto qualunque di un solido (*).

Teoremi delle derivate e del minimo lavoro di un solido (*).

Espressione generale del lavoro di deformazione di un solido - Casi particolari più importanti (*).

(*) I numeri segnati con asterisco sono esclusi dal programma per gli allievi dei corsi speciali di industrie meccaniche.

Teoria delle travi ad asse rettilineo caricate di punta -
Curva elastica - Equazione di stabilità.

Molle di flessione, di torsione e di compressione - Molle
soggette ad urti.

PARTE SECONDA

Elementi di macchine.

Nozioni generali sulle costruzioni meccaniche - Tracciato
di massima di una macchina - Forma e dimensioni da as-
segnarsi alle diverse parti - Avvertenze sui materiali da
impiegarsi.

Parti fisse e mobili di una macchina - Norme per il cal-
colo delle parti fisse.

Parti mobili - Differenza fra asse ed albero - Perni di
sostegno, di rotazione e di articolazione - Resistenza, lubri-
ficazione e riscaldamento dei perni.

Formole per il calcolo dei perni pieni o cavi - Fusi per
veicoli di ferrovia e per locomotive - Perni intermittenti.

Perni di punta - Cardini - Perni a colletto - Perni sca-
nalati - Formole pel calcolo di questi perni.

Varie forme di assi - Assi sollecitati da forze perpendi-
colari al loro asse geometrico - Profilo teorico e pratico di
un asse - Assi cavi, assi con nervature, assi con perni di
riporto.

Assi sollecitati da forze oblique - Calcolo di questi assi
- Assi per veicoli di ferrovie, per locomotive, per gru, ecc.
- Applicazione della statica grafica al calcolo degli assi.

Alberi motori e di trasmissione - Norme generali per
l'impianto di una trasmissione con alberi - Parti di cui si
compone.

Stabilità degli alberi di trasmissione - Angolo di torsione
- Formole pel calcolo degli alberi di trasmissione.

Formole diverse di alberi motori - Calcolo di questi alberi

tenendo conto degli sforzi di flessione e di torsione a cui vanno soggetti.

Unioni diverse di alberi - Innessi fissi, mobili, articolati per alberi di trasmissione - Innessi per alberi motori.

Manovelle d'estremità ordinarie ed a disco - Manovelle a mano - Contromanovelle - Forma, dimensioni e materiali di cui si compongono.

Manovelle intermedie - Gomiti - Calcolo delle dimensioni - Applicazione della statica grafica al calcolo degli alberi, delle manovelle e dei gomiti.

Collari e piastre di eccentrici - Bilancieri.

Particolari di costruzione - Formole per il calcolo di questi organi.

Tiranti e bielle - Teste diverse di bielle - Calcolo delle dimensioni del gambo dei tiranti e delle bielle.

Teste a croce - Pattini - Guide - Gambi di stantuffo - cilindri ed accessori - Dimensioni.

Volanti semplici e composti - Forma e costruzione - Dimensioni delle varie parti di un volante - Regolatori.

Ruote dentate lente, celeri e soggette ad urti - Calcolo dei denti di ghisa, di ferro, di bronzo, e di legno - Dimensioni delle diverse parti di una ruota dentata.

Ruote di frizione per alberi posti sul prolungamento l'uno dell'altro, per alberi paralleli e per alberi concorrenti.

Trasmissione per cingoli - Vantaggi ed inconvenienti - Calcolo delle dimensioni dei cingoli di cuoio, di gomma, di canape, di cotone e misti.

Cingoli a catena - Forma e dimensione delle puleggie nei differenti casi.

Funi e catene di trazione.

Trasmissioni telodinamiche - Quando sono convenienti - Stazioni - Fune - Puleggie - Saetta dei due tratti di fune - Fune sopratesa - Norme e calcoli per progettare una trasmissione telodinamica.

PARTE TERZA

Composizione di macchine.

Motori idraulici - Classificazione di questi motori.

Ruote idrauliche - Casi in cui sono applicabili e convenienti - Ruote a cassette ed a palette - Forme e disposizioni diverse - Costruzione delle ruote idrauliche, in legno, in metallo e miste.

Calcoli di progetto d'una ruota idraulica - Dimensioni e forma delle diverse parti - Tracciamento delle cassette e delle palette - Dati pratici di costruzione.

Turbine - Considerazioni generali e classificazione delle turbine - Tipi principali di turbine a reazione ed a libero efflusso - Apparecchi per regolare l'ammissione dell'acqua.

Calcolo e costruzione delle turbine a reazione, delle turbine a libero efflusso complete o parziali, elicoidali o cilindriche, ad asse verticale od orizzontale - Tracciamento delle direttrici e delle palette.

Turbine miste - Installazione delle turbine - Criteri per la scelta di una turbina.

Motrici a pressione d'acqua verticali ed orizzontali, a semplice ed a doppio effetto - Calcolo e costruzione di queste motrici - Casi in cui sono applicabili e convenienti.

Motrici rotative a semplice ed a doppio effetto - Noria motrice.

Macchine idrofore in generale - Tipi diversi - Timpani, coclee, norie, ecc. - Ruote a schiaffo e ruote-pompe - Calcolo e costruzione di queste ruote - Casi in cui sono convenienti - Esempi.

Pompe a stantuffo - Sistemi diversi - Particolari di costruzione - Teoria e calcolo di queste pompe - Applicazioni importanti - Esempi.

Pompe centrifughe - Pompe rotative - Teoria, calcolo e particolari di costruzione.

Turbine idrofore - Iniettori a getto d'acqua.

Ariete idraulico - Teoria e calcolo dell'ariete - Costruzione.

Pompe di pressione - Torchi idraulici - Accumulatori, elevatori e gru idrauliche - Macchine operatrici speciali mosse direttamente dall'acqua sotto pressione.

Distribuzione della forza motrice per mezzo di condotta d'acqua ad alta pressione - Motrici idrauliche relative.

Apparecchi di sollevamento - Elevatori, torchi, argani e gru a trasmissione - Calcoli e particolari di costruzione.

Disegno di composizione di macchine.

Schizzi a mano libera di parti di macchine - Disegno di molle con applicazione al materiale ferroviario.

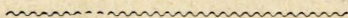
Disegni e progetti riguardanti organi meccanici e specialmente assi, alberi, unioni, manovelle bielle, eccentrici, bilancieri, pattini, puleggie, rotismi, ecc.

Progetti di trasmissioni per officine collo sviluppo completo di tutti i particolari.

Composizione di meccanismi completi, come argani, gru, torchi.

Progetto completo di una motrice idraulica o di una macchina idrofora in base ad un tema proposto.

Ciascun allievo ha l'obbligo di eseguire tutti gli schizzi e disegni riguardanti le parti di macchine, oltre un progetto completo di trasmissione e di macchina idraulica accompagnato da una relazione che deve presentarsi all'esame.



NOZIONI DI STATICA GRAFICA

(Prof. BOTTIGLIA)

Oggetto della Statica grafica - Definizioni.

Composizione e scomposizione di forze concorrenti in un punto e giacenti in un piano - Caso d'equilibrio - Poligono delle forze e sue proprietà.

Composizione di forze comunque dirette in un piano - Poligono funicolare e sue proprietà - Caso di equilibrio.

Composizione di forze parallele giacenti in un piano - Caso in cui vi siano coppie e loro influenza sulla risultante.

Scomposizione di una forza in altre parallele contenute in un medesimo piano - Riduzione di un sistema di forze parallele a due sole.

Momento rispetto ad un punto di forze giacenti in un piano - Valutazione grafica e riduzione ad una determinata base dei momenti di più forze.

Momento rispetto ad un punto di forze parallele giacenti in un piano. Area dei momenti - Sforzi di taglio e momenti inflettenti per travi caricate di pesi.

Centro di un sistema di forze parallele - Momenti di forze parallele rispetto ad un piano e rispetto ad un asse.

Composizione e scomposizione dei momenti - Composizione dei momenti di flessione e di torsione.

ECONOMIA INDUSTRIALE

(Prof. COGNETTI DE MARTIIS)

1. Concetto generale e concetto speciale dell'industria - Classificazione delle industrie - Distribuzione geografica delle medesime - Condizioni per la formazione e lo sviluppo dell'organismo industriale - Studio dell'organismo industriale.

2. Forme dell'industria: a) *L'industria domestica* - Sua indole - Elementi che la costituiscono - Sue modificazioni nel tempo e nello spazio; b) *La piccola industria* - Suoi caratteri ed elementi costitutivi - Analogie e differenze tra esse e l'industria domestica - Forme diverse della piccola industria secondo l'ambiente in cui si svolge - Carattere economico dei paesi ove predomina la piccola industria - Cause dalle quali dipende la prosperità o la decadenza della piccola industria.

3. c) *La grande industria*. — Sua struttura - L'opificio - Complessità del suo apparato funzionale - Tipi di eccellenti opificii in Italia e fuori - Confronto fra i vari tipi di opificii nei paesi più avanzati - Ordinamento tecnico del personale e del materiale nell'opificio - Genesi e progresso della grande industria - Sua influenza sulla vita economica degli Stati e sulle altre forme dell'industria - Esame critico delle opinioni di Carlo Marx sulla grande industria.

4. *L'impresa.* — Personalità dell'impresa: a) Personalità privata - Le case industriali - Tipi di grandi industriali - L'industriale come agente principale nell'impresa - Sue attitudini morali, intellettuali, economiche, ecc.; b) Personalità collettiva - Le Società industriali ordinarie - Società in nome collettivo e Società anonime - Cenni sulla loro organizzazione - Le società industriali cooperative.

5. *Il capitale.* — Sua genesi — Sue forme - Le istituzioni di risparmio in Italia ed all'estero - Esame comparativo del risparmio in Italia e nei paesi più civili d'Europa e d'America - Applicazione del capitale alle industrie - Condizioni che la favoriscono o la impacciano - I titoli industriali; Azioni ed obbligazioni - La speculazione nell'industria - Immobilizzazione dei capitali - Il capitale industriale propriamente detto - Le materie prime e le materie sussidiarie.

6. *Funzione della scienza nell'Industria.* — Lo scienziato e l'inventore - Applicazione della scienza all'industria - *La proprietà nell'industria* - Regime della proprietà industriale in Italia e nei principali Stati esteri - La convenzione internazionale del 20 marzo 1883 per la protezione della proprietà industriale - Guarentigie secondarie della proprietà industriale - I marchi di fabbrica.

7. *Strumenti ausiliari del lavoro.* - Le forze motrici - Gli utensili - Le macchine - Macchine utensili - Organizzazione ed effetti del sistema automatico - Influenza di esso sulla condizione degli operai e sulla produzione - Responsabilità degli industriali per danni derivanti dal lavoro - Mezzi meccanici e provvedimenti legislativi per prevenire o indennizzare i danni suddetti.

8. *La maestranza.* — Reclutamento della maestranza - Il contratto di lavoro - Condizioni dalle quali dipende l'efficacia del lavoro - Le case operaie - Igiene degli opifici - Cause delle malattie speciali degli operai - Cenni sulle malattie degli operai addetti alle industrie mineraria, cotoniera, ce-

ramica, ecc. - La maestranza italiana paragonata alle maestranze straniere - La mano d'opera in funzione nell'industria - Mano d'opera fine (*skilled*) e mano d'opera ordinaria (*unskilled*) - Mobilità e variabilità del lavoro.

9. *Organizzazione del lavoro nell'industria moderna.* —

a) La durata del lavoro ed i regolamenti degli opifici - b) La legislazione sul lavoro dei fanciulli e delle donne - c) Le leggi generali e speciali sull'industria - d) I congressi tecnici internazionali.

10. *Organizzazione della classe operaia* — Società operaie di mutuo soccorso - Unioni artigiane (*Trades Unions*) in Inghilterra e negli Stati Uniti - Camere sindacali francesi - Corporazioni germaniche (*Innungen*) - Parallelo tra queste Associazioni e le Corporazioni artigiane medioevali - I Congressi operai.

11. *Perturbazioni nel lavoro.* — Sospensioni di lavoro - Coalizioni - Scioperi e serrate - Cause ed effetti degli scioperi - Studio di alcuni grandi scioperi recenti - L'arbitrato industriale già praticato nelle antiche arti italiane - I *Conseils des Prudhommes* in Francia - I Consigli di conciliazione e d'arbitramento in Inghilterra ed in America - I Tribunali industriali in Austria - La Giuria nell'Associazione serica di Como.

12. *Risultati della produzione.* — La domanda e l'offerta dei prodotti - La moda - Il mercato dei prodotti industriali - Costo, valore e prezzo delle merci - Cenni sulla valuta monetaria - Variazioni, fluttuazioni e cicli dei prezzi - La concorrenza nell'interno - Cenno sul lavoro dei carcerati - La concorrenza internazionale.

13. *Le industrie di trasmissione.* — La viabilità - Strade - Ferrovie - Tariffe ferroviarie e loro influenza sulle industrie - Ferrovie economiche - Tramvie - Canali navigabili - Navigazione di cabotaggio - Navigazione di lungo corso - Le tariffe dei noli - Cenni sulle poste, sui telegrafi e telefoni, e sulla pubblicità (*réclame*).

14. *Ripartizione del reddito industriale.* — a) Retribuzione del lavoro - Sistema del salario con o senza vitto - Determinazione e forme delle mercedi - Mercede a giornata e mercede a fattura - Tariffe a tipo fisso o a tipo mobile - Aumento fisso, proporzionale o progressivo delle mercedi - Sistema della partecipazione - Partecipazione con o senza proprietà - Partecipazione a godimento immediato, differito o misto - b) Retribuzione del capitale - Il profitto - Elementi del profitto - Misura e tendenza dei profitti nelle principali industrie - Confronto fra il movimento dei profitti e quello delle mercedi - I rischi e l'assicurazione nelle industrie - Cenni sulla rendita e sull'interesse.

15. *Il credito e l'industria.* — a) Istituzioni e simboli del credito mercantile - Le cambiali e gli assegni (*chéques*) - Altri titoli - Cenni sui magazzini generali - b) Il credito bancario - Le banche di credito ordinario e le loro operazioni - Le Società cooperative di credito - Le banche di credito industriale - Le banche di emissione.

16. *Le crisi industriali.* — Crisi temporanee e periodiche - Crisi definitive - Alterazioni e decadenza dell'organismo industriale.


17. *Lo Stato e l'industria.* — I monopoli governativi - Vigilanza sulla economia nazionale - Il ministero di agricoltura, industria e commercio - La direzione dell'industria e del commercio - Le Camere di Commercio - Le inchieste industriali - Le Esposizioni regionali, nazionali e mondiali - Missioni di operai alle Mostre mondiali - I *Labour Bureaus* negli Stati Uniti d'America.

18. *Azione indiretta o diretta del sistema tributario sull'industria nazionale.* — Le imposte dirette e specialmente l'imposta sul reddito - I dazi di consumo - Le Gabelle - Il sistema doganale - Le tariffe daziarie - Tariffe autonome e tariffe convenzionali - Trattati di commercio e di navigazione - Dazi proibitivi, protettori o fiscali - Dazi sul valore

e dazi specifici - La restituzione del dazio - I premi - Esame del regime doganale italiano confrontato coi principali regimi esteri - La protezione ed il libero scambio.

19. *Cenni storici sui progressi delle industrie in Italia e paralleli con l'estero.* — Caratteri e tendenze delle industrie moderne - Risultati dell'inchiesta industriale italiana del 1873 - Progressi ulteriori - Le maggiori industrie italiane confrontate con le analoghe industrie straniere.

20. *La coltura industriale.* — Le scuole di arti e mestieri - L'istruzione tecnica secondaria e superiore in Italia e fuori - L'arte applicata all'industria.



FISICA TECNICA

(Prof. FERRARIS)

CALORE

PARTE TEORICA.

1. *Principii di termodinamica.* — Modo di definire lo stato di un corpo - Linee di trasformazione - Cicli.

Principio di Mayer.

Principio di Carnot - Funzione d'integrabilità - Temperatura assoluta - Entropia.

Applicazione ai gas. — Legge di elasticità dei gas - Lavoro interno - Calori specifici - Equazione di Mayer - Diverse linee di trasformazione.

Applicazione ai vapori. — Proprietà dei vapori saturi - Pressione massima - Calore latente - Volume differenziale - Equazioni relative alle trasformazioni di una mescolanza di vapore e di liquido - Equazione di Clausius - Studio dei diversi modi di espansione.

2. *Movimento dei fluidi.* — Equazioni generali del movimento - Loro applicazione all'efflusso dei liquidi, dei gas e dei vapori - Equazioni pel moto dei fluidi in condotti - Caso dei liquidi - Caso dei gas - Caso di piccole differenze di pressione - Applicazioni.

3. *Trasmissione del calore attraverso le pareti solide.* — Dati sperimentali e formole generali - Applicazione alla determinazione della quantità di calore che si trasmette attraverso le pareti degli edifici - Applicazione al calcolo delle superficie di riscaldamento degli apparecchi industriali - Regole pratiche relative.

4. *Misura delle alte temperature.* — Pirometri - Piroscopi adoperati nelle industrie.

PARTE TECNICA.

§ 1. — Produzione industriale del calore.

5. *Combustione.* — Potere calorifico di un combustibile - Coefficiente di irradiazione - Quantità d'aria necessaria per la combustione - Quantità e costanti fisiche dei prodotti della combustione - Effetto pirometrico.

6. *Apparecchi di combustione.* — Costruzione e governo dei forni industriali ordinari - Regole per proporzionare le diverse parti di un forno - Analisi dei fenomeni che avvengono durante la combustione - condizioni da cui dipende l'efficacia di un apparecchio di combustione - Forni fumivori.

Particolari dei forni per caldaie a vapore - Cenni su forni per industrie diverse.

7. Forni industriali per combustibili liquidi - Forni a gas - Forni gasogeni con ricuperatori di calore.

8. Teoria generale dei camini - Apparecchi pel tirante forzato.

§ 2. Applicazioni del calore.

9. *Scaldamento di solidi.* — Condizioni economiche degli apparecchi - Applicazioni a casi speciali - Fornaci anulari ad azione continua.

10. *Scaldamento di liquidi.* — Vari modi di riscaldare liquidi - Scaldamento diretto - Scaldamento a vapore.

Vaporizzazione. — Evaporazione per concentrazione di liquidi - Distillazione - Rettificazione - Analisi dei vapori.

11. *Essiccazione.* — Essiccatoi ad aria fredda - Essiccatoi ad aria scaldata - Calcolo degli essiccatoi.

12. *Scaldamento dei locali abitati.* — Determinazione della quantità di calore necessaria pel riscaldamento - Apparecchi di riscaldamento - Condizioni per l'igiene - Calcoli per la compilazione dei progetti dei caloriferi e regole pratiche relative.

13. *Ventilazione dei locali abitati.* — Determinazione del volume d'aria necessario per una buona ventilazione - Analisi dei diversi sistemi di ventilazione - Applicazione alle diverse specie di locali e di edifizii - Applicazioni pratiche.

ELETTRICITA'

14. Riassunto delle nozioni fondamentali sul magnetismo e sulla elettricità.

15. Cenni sulle misure elettriche.

16. Produzioni delle correnti elettriche - Varie specie di pile - Accumulatori.

17. Nozioni sulle macchine dinamo elettriche e sui trasformatori.

18. Nozioni sulla illuminazione elettrica, sulla trasmissione dell'energia meccanica a distanza e sulla elettrometallurgia.

19. Applicazioni della elettricità all'accensione delle mine - Applicazione alla trasmissione dei segnali - Apparecchi avvisatori per la sicurezza sulle ferrovie.

20. Cenno sui telegrafi e sui telefoni.



FISICA GENERALE ED APPLICATA

(Prof. MORRA)

Apparecchi e metodi di misura. — Nonio Catetometro -
Vite micrometrica - Sferometro - Cronometri.

Forze e moto. — Gravità.

Lavoro meccanico - Energia.

Equilibrio. — Equilibrio dei liquidi e dei gas - Distribu-
zione delle pressioni - Pressione sui corpi immersi - Ap-
plicazioni.

Legge di Mariotte - Manometri - Macchine pneumatiche
di rarefazione e di condensazione.

Atmosfera - Barometro, sue varietà, suoi usi.

Azioni molecolari nei solidi, nei liquidi, nei gas. — Ela-
sticità - Fenomeni di capillarità - Diffusione ed osmosi dei
liquidi e dei gas.

Calore.

Temperatura. — Termometri - Piroscopi e pirometri.

Quantità di calore. — Calorimetri - Calori specifici.

*Trasmissione del calore per conduzione e per irradia-
zione.*

Determinazione della quantità di calore che si trasmette attraverso pareti piane.

Sorgenti di calore. — Cenni sul calore solare e sul calore animale - Calore svolto nella combustione - Potere calorifico di un combustibile - Coefficiente d'irradiazione - Volume d'aria occorrente alla combustione - Volume, peso specifico calore specifico dei prodotti della combustione - Temperatura di combustione - Analisi dei fenomeni che si producono durante la combustione.

Relazione fra i fenomeni tecnici ed i meccanici - Equivalente meccanico del calore - Teoria meccanica del calore.

Dilatazione dei solidi, dei liquidi, dei gas - Metodi per la determinazione della densità.

Legge di elasticità dei gas - Temperature assolute.

Cambiamento di stato fisico. — Vapori - Gas sottoposti ad alte pressioni - Condensazione dei gas.

Forno, sue parti - Focolai ordinari - Esempi - Camini - Norme pratiche relative alla loro costruzione ed al calcolo delle loro dimensioni - Tirante forzato - Forni fumivori - Principii generali sui forni gasogeni - Forno a gas di Siemens e sue modificazioni.

Applicazioni industriali del calore. — Riscaldamento di solidi; Fornace Hoffmann - Riscaldamento di liquidi; Riscaldamento diretto ed a vapore: Serpentine e doppi fondi - Concentrazione di liquidi - Distillazione.

Essiccazione - Essiccatoi ad aria fredda - Principii che regolano ed elementi che influiscono sopra un essiccatoio ad aria scaldata - Disposizione di alcuni essiccatoi - Calcolo.

Riscaldamento e ventilazione dei locali abitati.

Quantità di calore necessaria al riscaldamento - Apparecchi di riscaldamento - Volume d'aria occorrente alla ventilazione - Sistemi di ventilazione - Applicazioni.

Luce.

Intensità luminosa. — Fotometri.

Propagazione della luce.

Riflessione. — Specchi piani e sferici.

Rifrazione semplice. — Prisma - Prismi a riflessione totale - Rifrazione semplice prodotta da una superficie sferica. Sistemi diottrici centrati - Loro punti cardinali - Immagini.

Lenti e sistemi di lenti.

Occhio umano - Strumenti ottici.

Dispersione ed analisi spettrale - Acromatismo.

Cenni sui fenomeni di doppia rifrazione e di polarizzazione della luce.

Magnetismo ed elettricità.

Calamite. — Magnetismo terrestre - Declinazione ed inclinazione magnetica.

Quantità di magnetismo - Campo magnetico - Momento magnetico - Induzione magnetica.

Stati elettrici. — Potenziale elettrico - Distribuzione dell'elettricità sui conduttori - Quantità di elettricità - Campo elettrico - Influenza elettrica - Elettrometri - Macchine elettriche - Condensatori - Scarica elettrica.

Corrente elettrica. — Pile ad un solo liquido - Effetti della corrente - Corrente di polarizzazione - Pile secondarie - Accumulatori - Pile a due liquidi.

Correnti termo-elettriche.

Azioni elettrodinamiche - Solenoidi - Leggi di Ohm e di Joule - Teoremi di Kirchhoff - Circuiti derivati - Disposizioni delle pile.

Misure elettriche. — Sistemi di unità assolute - Sistema elettro magnetico - Unità pratiche per le grandezze elettriche - Strumenti e metodi per le misure d'intensità di correnti, di resistenze, di forze elettromotrici e di potenziali.

Fenomeni di induzione. — Macchine di induzione - Grandi macchine dinamo-elettriche moderne - Nozioni sull'illuminazione elettrica, sul trasporto dell'energia a distanza, sull'elettrometallurgia.



MECCANICA ELEMENTARE

(Prof. PASTORE)

PARTE PRIMA

Cinematica.

Movimento di un punto. — Traiettorie - Equazione del moto, rappresentazione grafica - Moto equabile, velocità - Moto vario, velocità - Diagrammi degli spazi e delle velocità - Moto vario equabilmente, accelerazione; moto verticale dei gravi nel vuoto - Direzione di un movimento - Moto proiettato su di un piano o su di una retta, velocità nel moto proiezione.

Movimento di un corpo o sistema invariabile. — Moto progressivo - Moto rotatorio intorno ad un asse - Velocità ed accelerazione angolare - Moto di una figura piana nel proprio piano, centro istantaneo di rotazione - Moto di un corpo di cui tutti i punti si muovono parallelamente ad un piano, asse istantaneo di rotazione - Moto di un corpo di cui un punto resta immobile - Moto qualunque di un corpo: moto elicoidale elementare.

Composizione dei movimenti. — Moto assoluto e relativo - Moti simultanei di un punto - Composizione e scomposizione delle velocità - Metodo di Roverbal per condurre le

tangenti alle curve - Teoria del moto relativo - Esempi - Moti simultanei di un corpo - Composizione di un moto progressivo con un moto rotatorio - Composizione delle rotazioni - Pendolo di Foucault.

Accelerazione del movimento di un punto. — Accelerazione tangenziale, centripeta e totale - Diagramma delle accelerazioni tangenziali - Accelerazione totale nel moto della proiezione su di un asse o su di un piano - Accelerazione totale nel moto composto di un punto.

PARTE SECONDA

Dinamica.

Equilibrio e movimento di un punto materiale libero. — Punto materiale - Principio d'inerzia - Nozioni sulle forze - Loro misure - Dinamometri - Eguaglianza dell'azione e della reazione - Indipendenza dell'effetto di una forza dal moto anteriore alla sua azione - Indipendenza degli effetti di forze simultanee - Massa di un punto materiale - Proporzionalità delle forze alle accelerazioni totali ed alle masse.

Composizione delle forze applicate ad uno stesso punto materiale - Loro momenti rispetto ad un punto e ad un asse - Proiezione delle forze su di un piano e su di un asse - Forza nel moto proiezione di un punto materiale - Condizioni d'equilibrio per un sistema di forze applicate ad uno stesso punto materiale.

Moto rettilineo - Moto curvilineo - Forza tangenziale e centripeta - Teorema sulle quantità di moto - Teorema delle forze vive - Lavoro delle forze.

Applicazione - Moto parabolico dei gravi - Moto di un punto attratto da un centro fisso, teorema delle aree - Moto circolare uniforme, sua proiezione sopra un diametro e sopra

un piano - Moto ellittico di un punto materiale attratto verso il centro dell'ellisse, verso uno dei fochi - Moto dei pianeti attorno al sole - Leggi di Keplero - Leggi di Newton.

Equilibrio e movimento di un punto materiale ritenuto da ostacoli. — Reazione dell'ostacolo - Pressione - Attrito.

Equilibrio di un punto materiale ritenuto da una linea fissa o da una superficie fissa - Condizioni per l'equilibrio - Posizioni di equilibrio stabile, instabile, indifferente.

Movimento di un punto materiale ritenuto da una linea o da una superficie fissa - Applicazione dei principii delle quantità di moto e delle forze vive - Superficie di livello - Caso di un punto materiale pesante - Piano inclinato - Pendolo circolare e cicloidale - Pendolo conico.

Equilibrio e movimento di un sistema materiale. — Sistema materiale - Corpo rigido - Forze applicate ad un corpo rigido - Composizione delle forze concorrenti, parallele - Momenti rispetto ad un piano - Coppie di forze parallele; loro momento - Trasformazione e composizione - Riduzione di un sistema qualunque di forze applicate ad un corpo rigido.

Centri di gravità - Ricerca del centro di gravità delle linee, superficie, volumi omogenei più comuni - Regola di Guldino.

Equilibrio di un corpo rigido sollecitato da più forze, quando è libero, oppure ritenuto da un punto fisso, o da una retta fissa o da un piano fisso - Reazione dell'ostacolo - Caso dei corpi pesanti - Equilibrio stabile, instabile e neutro - Applicazioni - Leva e bilancia - Cuneo - Piano inclinato - Vite.

Moto di un sistema invariabile sotto l'azione di forze esterne date - Moto del suo centro di gravità - Quantità di moto proiettate sopra di un asse - Principio dei lavori e delle forze vive. Applicazione al moto traslativo, al moto rotatorio, al moto elicoidale - Momenti d'inerzia - Assi centrali ed elissoide di inerzia.

Estensione dei principii precedenti al moto dei sistemi di forma variabile - Lavoro delle forze interne - Moto dei corpi naturali - Resistenze passive - Urto dei corpi elastici ed anelastici - Perdita di forza viva nell'urto.

Equilibrio dei fluidi e dei liquidi - Pressione dei liquidi sulle pareti dei vasi e sui corpi immersi - Centro di pressione - Moto permanente dei liquidi.



MECCANICA APPLICATA

(Prof. BONELLI)

PARTE PRIMA

Meccanica applicata alle macchine.

Lavoro - Sua misura e rappresentazione grafica.

Macchine - Applicazione del principio delle forze vive allo studio delle macchine in moto - Lavoro motore, lavoro resistente, effetto utile, rendimento - Moto di una macchina.

Attrito - Resistenza al rotolamento.

Lavoro consumato per attrito negli organi dotati di moto rettilineo e in quelli dotati di moto rotatorio.

Attrito nelle viti, nelle ruote dentate - Lavoro consumato per questi attriti.

Attrito di un filo che scorre sopra un tamburo.

Rigidezza delle funi - Resistenza dei mezzi - Risultati sperimentali relativi.

Macchine semplici e loro applicazioni - Leva, piano inclinato, cuneo, vite, asse nella ruota, manovelle, puleggia fissa

e mobile - Rendimento di queste macchine e tabelle pratiche relative.

Macchine composte: taglia, argano differenziale, martinnelli, gru fisse e mobili, magli, pestelli, macchine a coniare - Rendimento di queste macchine e tabelle pratiche relative.

Comunicazione di movimento per mezzo di cingoli - Cemo sull'impianto di trasmissioni telodinamiche.

Organi regolatori del moto - Governatori - Regolatori a forza centrifuga - Freni - Volante e calcolo del medesimo relativamente ai diversi generi di manovelle colle quali è in comunicazione.

Generalità sui motori - Motori animati, motori inanimati, e macchine relative.

Strumenti per la misura delle forze e del lavoro sviluppato dai motori - Dinamometri - Freno di Prony.

PARTE SECONDA.

Idraulica.

Moto permanente di un liquido pesante - Continuità - Teorema di Torricelli.

Foronomia - Contrazione della vena fluida - Coefficienti di contrazione e di riduzione della portata - Influenza di tubi addizionali, tubo cilindrico e tubo conico convergente o divergente.

Luci d'efflusso - Luci rigurgitate - Luci a paratoia - Luci a stramazzo.

Moto dell'acqua nei canali scoperti - Moto equabile, moto permanente e moto vario - Equazioni del moto equabile - Ipotesi e formole di Darcy e Bazin, di Ganguillet e Kutter, di Humphrey e Abbot - Criteri per l'applicazione di queste formole alle diverse specie di canali e coefficienti pratici.

Relazione fra le velocità nei diversi punti della sezione.
Dei rigurgiti - Degli urti idraulici.

Metodi teorici e pratici per determinare la portata d'un canale già costruito - Galleggianti - Aste ritrometriche - Tubo di Pitot - Reometro.

Metodi teorici e pratici per determinare gli elementi d'un canale, data la portata - Applicazione alle diverse specie di canali.

Misura delle acque correnti - Divisione e distribuzione dell'acqua.

Moto dell'acqua nei tubi - Equazioni fondamentali per lo studio dei problemi relativi alle condotte d'acqua nei tubi - Modificazioni che succedono in alcuni casi particolari.

Macchine ad acqua - Pompe in generale - Varie specie di valvole e loro impiego nelle pompe.

Pompe a stantuffo - Movimento dell'acqua in esse - Loro rendimento tanto in volume che in lavoro - Norme che se ne deducono pella miglior costruzione - Calcolo delle pompe a stantuffo - Pompe da incendio.

Pompe rotative.

Pompe a forza centrifuga - Loro rendimento, loro calcolo, tracciamento delle palette.

Macchine idrofore diverse - Secchia a valvola - Bindoli - Norie - Timpano idraulico - Viti di Archimede e olandesi - Ariete idraulico - Pulsometro - Rendimento di tutte queste macchine.

Generalità sui motori idraulici - Forza motrice disponibile - Equazione generale dei motori idraulici - Norme per l'impianto e governo del canale di derivazione.

Varie specie di motori idraulici - Ruote idrauliche - Turbine - Motori idraulici a stantuffo - Motori Schmidt - Accumulatori - Martinelli - Gru - Ascensori - Presse - Torchi - Chiodatrici, ecc. - Loro rendimento.

PARTE TERZA

Macchine termiche.

Generalità e classificazione dei motori termici - Principii che ne regolano l'azione - Equivalenza del lavoro e del calore - Principio di Carnot - Limite di lavoro disponibile nelle macchine termiche.

Generatori del vapore - Caldaie murate a focolare esterno od interno - Con o senza bollitori - Tipo Galloway - Caldaie tubulari per locomobili - Per locomotive - Caldaie marine - Caldaie verticali - Caldaie Field, Belleville, ecc., a circolazione rapida - Soprarisaldatori del vapore.

Combustibili impiegati nelle caldaie - Disposizione del focolare e della griglia - Focolari fumivori - Camino e tirante - Calcolazione delle caldaie - Loro rendimento, mezzi per aumentarlo - Economizzatori.

Accessori delle caldaie - Livello, manometro e valvole di sicurezza - Pompe di alimentazione ed iniettori - Valvole di presa - Prove e visite regolamentari - Incrostazioni - Corrosioni delle lamiere - Esplosioni delle caldaie.

Macchine fisse ad un solo cilindro - Macchine Wolf - Macchine Compound - Macchine marine - A cilindri oscillanti - Condensatori.

Calcolo di una macchina a vapore - Suo diagramma - Lavoro indicato, lavoro effettivo - Governo di una macchina a vapore.

Periodi della distribuzione del vapore - Espansione fissa e variabile - Sistemi di distribuzione con eccentrico circolare - A cassetto semplice - A doppio cassetto - Con settore per

l'inversione di marcia - Distribuzione a scatto - Con valvole
- Con robinetti - Loro applicazione ai diversi tipi di macchine - Camicia di vapore - Sua azione nelle macchine ad uno ed a due cilindri.

Organi per regolare la velocità delle macchine a vapore
- Indicatore di Watt - Prova sperimentale di una macchina a vapore.

Macchine a gas - Ad aria calda - Ad aria compressa - Rigeneratori del calore.

Locomotive ordinarie - Tipi diversi - Loro costruzione - resistenza dei convogli e potenza delle locomotive - Aderenza totale o parziale - Aderenza artificiale.



CORSO SUPERIORE D'ORNATO

(Prof. VACCHETTA)

PARTE PRIMA.

Considerazioni sull'ornato in genere e sulle sue applicazioni alle arti ed alle industrie - Vari modi di trattare e svolgere l'ornato secondo la materia impiegata, secondo la importanza, il carattere, la destinazione dell'oggetto al quale viene applicato.

Importanza dello studio dei vari stili per conoscere a fondo tutti i metodi diversi di ornamentazione e lo svolgimento delle forme e dei motivi ornamentali.

L'ornato presso le popolazioni più antiche.

Stile Egiziano: suoi diversi periodi di splendore e di decadenza.

Stile Greco: epoca arcaica, epoca di Pericle e successiva decadenza.

L'ornato presso gli Assiri, i Fenici e gli Etruschi - Influenza dello stile etrusco sulle arti italiane - Ceramica ed oreficeria etrusca.

Studio dal vero sopra questi vari stili e composizioni su temi dati dal professore per constatare la conoscenza acquistata in ciascun stile.

PARTE SECONDA.

Stile romano: influenza etrusca sotto i re nei primi tempi della repubblica; trasformazione successiva sino all'epoca cesarea - Periodo di splendore da Augusto agli Antonini - Studio dei più belli capolavori dei due primi secoli - Decadenza nel terzo secolo, che da Settimio Severo precipita a Costantino - Stato delle arti nel quarto secolo.

Risorgimento italiano nel secolo decimoquarto e decimoquinto - I grandi artisti di questa epoca e carattere particolare dei lavori di ciascuno di essi.

Michelangelo e la sua influenza sulle arti decorative in genere - Secolo decimosesto e l'ornato detto a cartocci - Secolo decimosettimo e lo stile barocco - Secolo decimottavo ed il rococò - Ritorno al classico sulla fine di questo secolo - Cause che produssero questo cambiamento - Secolo decimonono, il classicismo domina sotto Napoleone I, dura sino a Carlo Alberto.

Studio dal vero sopra questi diversi stili e composizione sopra temi dati.

PARTE TERZA.

Stile Bisantino sino al decimo secolo.

Stile Arabo, Moresco e Turco.

Il classicismo romano tenta risorgere sotto vari aspetti: stile latino, lombardo, romano, ecc.

Stile Gotico: cause che lo produssero, suoi diversi caratteri nelle regioni d'Italia e fuori, suoi periodi di splendore e di decadenza.

Cenni sullo stile Persiano, Indiano, Cinese e Giapponese.

Studi dal vero sopra questi stili e composizioni sopra temi dati - Dissertazioni, illustrazioni e composizioni di fine corso sopra qualsiasi genere o stile d'ornato.



ELENCO DEGLI ALLIEVI

inscritti nell'anno scolastico 1890-91

ELENCO DEGLI ALLIEVI

inscritti nell'anno scolastico 1890-91

Elettrotecnica

1. Ing. ANDREIS Zeno di Luigi . . . da Zevio (Verona).
2. " ANTONIOLI Attilio fu Antonio. . . Cremona.
3. " BACCI Carlo di Giuseppe . . . Prato (Firenze).
4. " BAGGI Vittorio di Costante . . . Olengo (Novara).
5. " BATTAGLIA Tommaso di Gio. Batt. " S^a Vittoria (Cuneo).
6. " BERTOLIO-SOLMANN Leopold. di Ant. " Casale (Alessandria).
7. " CICOGNA Carlo Franc. di Giamp. " Milano.
8. " CIGLIANA Giorgio di Giovanni . " Torino.
9. " CREDAZZI Gustavo di Francesco. " Voghera (Pavia).
10. Ten. DELLA RICCIA Angelo di Giacomo " Firenze.
11. Ing. GRASSI Paolo di Secondo . . . Modena.
12. Magg. LAVINI cav. Emilio fu Gaspero . " Vercelli (Novara).
13. Ing. LOMBARDI Luigi di fu Giuseppe . " Dronero (Cuneo).
14. " MARCHESI Enrico fu Giulio . . . Moncalieri (Torino).
15. " MINA Giuseppe fu Pietro . . . Genova.
16. " MONDINO Luigi di Achille . . . Torino.
17. " PORCHETTI DU Giov. Ant. fu Giuseppe " Ittiri (Sassari).
18. " RISSO Federico fu Carlo . . . Fabriano (Ancona).
19. " SANTONI Arturo di Giuseppe . . . Torino.
20. " SACCO Giulio di Cesare. Torino.
21. " SISMONDI Alfredo di Chiaffredo . " Ceva (Cuneo).
22. " SONCINI Gino di Giuseppe . . . Paviglio (Reggio Emilia).
23. " TALLONE Eugenio di Carlo Gius. " Torino.
24. " TOVO Alberto di Francesco . . . Mombello Monf. (Aless.).
25. " VELATI-BELLINI Gius. di Ambrogio " Castell. Ticino (Novara).
26. " ZORZOLI Marcello di Ambrogio . " Novara.

Ingegneria Industriale.

1° Anno.

1. ALMANSI Emilio di Emanuele . . da Firenze.
2. AXERIO Paolo fu Giulio „ Milano.
3. BERSANO Gio. Domenico di Pietro „ Caraglio (Cuneo).
4. BOILLEAU Uberto di Carlo „ Versailles (Francia).
5. BONER Ettore di Antonio „ Verona.
6. BRUSTIO Francesco di Pietro . . „ Galliate (Novara).
7. CAGNA Giorgio di Lorenzo „ Torino.
8. CAPUCCIO Mario di Gaetano . . . „ Torino.
9. CARDINI Luciano di Carlo „ Orta (Novara).
10. CAVALIERI Filippo di Zaccaria . . „ Trieste.
11. CIANI Vincenzo di Federico „ Rocca S. Casciano (Firenze).
12. CRUDO Ettore di Andrea „ Torino.
13. FARAGIANA Tito di Tommaso . . . „ Sondrio.
14. GAMBA Carlo Maurizio di Alberto „ Torino.
15. GARIGIOLI Giovanni di Cristoforo . „ Torrione di Vinzaglio (Nov.).
16. GARZENA Camillo di Giovanni . . „ Graglia (Novara).
17. GIANOLI Guido di Giuseppe „ Torino.
18. GILARDI Silvio di Pier Celestino . „ Roma.
19. GOTTELAND Mario di Francesco . . „ Torino.
20. LAUDATI Giulio fu Antonio „ Cassano Murgie (Bari).
21. LUINO Andrea di Giovanni „ Bologna.
22. MARCELLO Giuseppe di Alessandro „ Venezia.
23. MARCHI Ugo di Ferdinando „ Rovigo.
24. MATTÈ-TRUCCO Giacomo di Giacomo „ Trevy (Francia).
25. MAZZA Emilio di Luigi „ Firenze.
26. MONTEL Salvatore Alfredo di Gius. „ Pisa.
27. MUGGIA Davide fu Angelo „ Fiorenzuola d'Arda (Piacenza)
28. PAPONE Domenico di Gio. Battista „ Cumiana (Torino).
29. PARVOPASSÙ Emilio fu Carlo „ Pinerolo (Torino).
30. PORRINI Rodolfo di Lorenzo „ Firenze.
31. RIGNANO Eugenio di Giacomo . . . „ Livorno.
32. SALFATI Ernesto di Gioacchino . . „ Alessandria d'Egitto.
33. TABET Guido di Cesare „ Livorno.
34. TARGETTI Raimondo di Lodovico . „ Firenze.

2° Anno.

1. ALLIEVO Tullio di Giuseppe . . . da S. Germano (Novara).
2. ANELLI Ferdinando fu Giuseppe . . „ Desenzano sul Lago (Brescia).
3. BARABINO Carlo Vittorio di Eman. „ Cornigliano Ligure (Genova).
4. BASSI Silvio di Giovanni . . . „ Milano.
5. BASSO Domenico di Giuseppe . . „ Bitonto (Bari).
6. BUONERBA Francesco di Andrea . „ Avigliano (Potenza).
7. CERRINA Paolo di Costantino . . „ Bagno a Ripoli (Firenze).
8. DE ALBERTIS Claudio di Giovanni „ S.^t-Étienne (Francia).
9. DELLA ROVERE Oliviero fu Gaetano „ Treviso.
10. DEVALLE Giovanni di Giacinto . . „ Torino.
11. GIARDI Tito di Dario „ Siena.
12. GLISENTI Alfredo fu Francesco . . „ Brescia.
13. LANCIAI Gio. Batt. di Gaetano . . „ Padova.
14. MACCIÒ Francesco di Pietro . . „ Alessandria.
15. MAZZUCHELLI Tito di Pietro . . „ Novara.
16. NICOLOTTI Adolfo di Giovanni . . „ Brescia.
17. OLIVIERI Riccardo di Lorenzo . . „ Ivrea (Torino).
18. PAGAN Mario di Pietro „ Cittadella (Padova).
19. PAIN Attilio di Luigi „ Venezia.
20. PICCIONE Giuseppe di Francesco . „ Borgo Ticino (Novara).
21. PIERI Adolfo di Camillo „ Celenza sul Trigno (Chieti).
22. POLI Ugo fu Francesco „ Povegliano (Verona).
23. QUARLERI Luigi fu Giovanni . . „ Tortona (Alessandria).
24. QUESTA Guido di Teodoro . . . „ Genova.
25. RAIMONDI Luigi di Ferdinando . . „ Rovigo.
26. RIDONI Ercole fu Eugenio . . . „ Torino.
27. RIPA DI MEANA Guido di Giulio . „ Torino.
28. ROBINO Candido Arturo di Agostino „ Canelli (Alessandria).
29. ROSTAGNO Ugo fu Giovanni . . „ Torino.
30. SACCO Francesco di Giuseppe . . „ Cantalupo (Alessandria).
31. SOLERI Michele fu Giacomo . . „ Torino.
32. TESSADORI Francesco di Giovanni „ Madignano (Cremona).
33. VERONELLI Giacomo di Luigi . . „ Como.
34. VIGITELLO Luigi di Pier Luigi . . „ Torino.
35. WEHMEYER Adolfo di Carlo . . . „ Pont S.^t-Martin (Torino).

3° Anno.

1. ALBASIO Romolo fu Francesco . . da Torino.
 2. ANDREANI Cesare di Edoardo . . „ Ancona.
 3. BARBERINI Abelardo di Attilio . . „ Modena.
 4. BAZZOCCHI Secondo di Agostino . . „ Forlimpopoli (Forli).
 5. BIACCHI Lorenzo di Coriolano . . „ Urbino (Pesaro e Urbino).
 6. BOCCARDO Emilio fu Domenico . . „ Moncalieri (Torino).
 7. BOSIA Pietro di Francesco . . . „ Torino.
 8. CALICHIOPULO Antonio di Costant. „ Vercelli (Novara).
 9. CARIGNANO Giovanni di Leopoldo. „ Fabriano (Ancona).
 10. CRIVELLI Ezechiele di Pompeo . . „ Novara.
 11. DIATTO Guglielmo Vittorio di Batt. „ Torino.
 12. FERRARI Enrico di Guglielmo . . „ Piacenza.
 13. FERRARIS Dante di Francesco . . „ Viarigi (Alessandria).
 14. FERRERO Michele di Vincenzo . . „ Susa (Torino).
 15. GARRI Francesco Tommaso di Gio. „ Valparaiso (Chili).
 16. GATTA Dino di Francesco Domen. „ Torino.
 17. LANFRANCO Mario di Giuseppe . . „ Villanova d'Asti (Alessandria).
 18. MALATTO Gius. Paolo fu Giov. . . „ Genova.
 19. MARINO Gerolamo di Gaetano . . „ Trapani.
 20. OLIARO Domenico di Tommaso . . „ Villanova Monf. (Alessand.).
 21. OLIVETTI Camillo fu Salvatore . . „ Ivrea (Torino).
 22. PATRIOLI Annibale fu Carlo . . „ Novara.
 23. PERETTI Vittorio di Edoardo Giulio „ Torino.
 24. PODIO Antonio di Giuseppe . . . „ Torino.
 25. QUEIROLO Luigi di Agostino . . „ Campobasso.
 26. SERAFINI Umberto di Serafino . . „ Tolentino (Macerata).
 27. SOTGIU Salvatore di Giovanni . . „ Tempio (Sassari).
 28. VAROLI Giuseppe di Cesare . . . „ Forli.
 29. VIGNOLINI Vignola di Agostino . . „ Prato (Firenze).
 30. ZANCANI Elvidio di Giovanni . . „ Sampierdarena (Genova).
-

Industrie chimiche.

1° Anno.

1. ANDREIS Camillo fu Giuseppe. . da Torino.
2. BELLY Angelo fu Giovanni. . . „ Montiglio (Alessandria).
3. CALANDRA Giorgio fu Giuseppe . „ Pianezza (Torino).
4. DECARLI Ilario fu Giuseppe . . „ San Remo (Porto Maurizio).
5. FADDA Gioacchino di Stefano . . „ Cagliari.
6. FRANZONE Federico di Giovanni . „ Novara.
7. PONZANI Vittorio fu Agostino . . „ Novara.
8. RECCHI Vincenzo di Marino . . . „ Assisi (Perugia).
9. ROGHEL Emilio di Antonio . . . „ Torino.
10. SALA Andrea di Giuseppe . . . „ Milano.
11. TIBOLDO Roberto di Secondino . „ Torino.

2° Anno.

1. BELLUSSO Antonio di Carlo . . . da Torino.
2. BUSCAGLIONE Enrico di Giacomo . „ Torino.
3. CARINI Ettore di Ferdinando . . „ Sondrio.
4. MOSCA Salvatore fu Domenico . . „ Frassinè (Belluno).
5. PONZIO Giacomo di Giuseppe . . „ Torino.
6. ZAY Carlo di Vincenzo „ Trieste.

Industrie meccaniche.

1° Anno.

1. CARLETTI Luigi fu Luigi da Senigallia (Ancona).
2. CRAVENNA Silvio fu Giuseppe . . „ Novi Ligure (Alessandria).
3. GALIANI Arnaldo fu Napoleone . „ Ancona.

2° Anno.

1. CHIAVES Urbano fu Luigi Angelo da Torino.
2. VOLPI Isidoro di Attilio „ Vercelli (Novara).

Corso Superiore d'Ornato.

1° Anno.

1. ARNOLDI Gioacchino di Ambrogio da Torino.
2. BOCCARDO Federico di Vittorio. . . „ Varallo (Novara).
3. BOLONGARO Luigi di Giuseppe . . „ Stresa (Novara).
4. CALLATRONE Giuseppe fu Agostino „ Tortona (Alessandria).
5. CORREGGIA Giuseppe fu Gio. Batt. „ Torino.
6. CYVOT Andrea di Filiberto . . . „ Torino.
7. DEPAULIS Pietro fu Cristoforo . „ Alagna Valsesia (Novara).
8. GARDINO Rodolfo di Giuseppe . . „ Torino.
9. GORLIER Giuseppe di Antonio . . „ Sauze d'Oulx (Torino).
10. MARINARI Garibaldo fu Leopoldo. „ Firenze.
11. MINIATI Ugo di Mariano „ Varlongo (Firenze).
12. MONTANDO Giuseppe di Giovanni . „ Torino.
13. MORELLI Enrico di Efsio „ Torino.
14. MUTTINI Napoleone fu Pietro . . „ Novara.
15. NEGRI Pietro di Luigi „ Torino.
16. OCCELLETTI Luigi di Giorgio . . „ Torino.
17. SCALA Gio. Batt. fu Napoleone . . „ Algeri (Africa).
18. VARESEO Dante di Gioacchino . . „ Frinco (Alessandria).
19. ZEPPEGNO Carlo di Giuseppe . . „ Torino.

2° Anno.

1. ALBINO Ciro Orazio di Nicola Oraz. da Sassinoro (Benevento).
2. FAVA Nicola di Carlo „ Torino.
3. KIRCHMAYR Lorenzo di Giovanni . „ Torino.
4. MARENGO Giuseppe di Pietro . . „ Mondovì (Cuneo).
5. MARTINOTTI Andrea fu Carlo . . „ Torino.
6. MUZIO Michelangelo di Pietro . . „ Frassineto Po (Alessandria).
7. OLGIATI Aristide di Giuseppe . . „ Genova.
8. REGOLI Giuseppe fu Antonio . . „ S. Arcangelo di Rom. (Forlì).
9. SCIOLLI Gioacchino fu Gabriele . „ Mondovì (Cuneo).
10. SMERIGLIO Ernesto Dom. di Franc. „ Poirino (Torino).
11. VERNO Silvio Camillo fu Michele. „ Campertogno (Novara).

3° Anno.

1. BOCHETTO Alessandro di Vincenzo da Torino.
2. COMETTI Gaetano fu Giacomo . . „ Torino.
3. FERRARIS Giovanni fu Angelo . . „ Novara.
4. MEINERİ Carlo Guido di Domenico „ Cuneo.
5. PANSÀ Lorenzo fu Francesco . . „ Cuneo.
6. RAPELLI Giovanni fu Giacomo . . „ Torino.
7. RIGOTTI Annibale di Pietro . . . „ Torino.



Corsi singoli.

Chimica tecnologica.

1. MEZZABOTTA Carlo di Mariano. . da Torino.

Composizione di macchine.

1. MOSCA Salvatore fu Domenico. . da Frassineto (Belluno).

Disegno a mano libera.

1. BERTEA Ing. Cesare di Ernesto . da Torino.
2. VELATI-BELLINI Ing. Gius. di Amb. „ Castelletto Ticino (Novara).
3. VOPINI Volpino fu Giovanni . . „ Porto Recanati (Macerata).
4. TAPPARONE-CANEFRI Ing. Giacomo
fu Bartolomeo „ Casale Monf. (Alessandria).

Disegno di macchine.

1. CARINI Ettore di Ferdinando . . da Sondrio.

Fisica.

1. BAUDINO Cesare fu Carlo . . . da Torino.
2. LASAGNA Leonardo di Vincenzo . „ Torino.
3. NERVA Giuseppe fu Giuseppe . . „ Cavour (Torino).
4. MEZZABOTTA Carlo di Mariano. . „ Torino.

Meccanica elementare.

1. LASAGNA Leonardo di Vincenzo . da Torino.

Metallurgia.

1. MEZZABOTTA Carlo di Mariano. . da Torino.
-

RIEPILOGO DEL NUMERO DEGLI ALLIEVI

INSCRITTI NELL'ANNO SCOLASTICO 1890-91

Elettrotecnica		N.	26
Ingegneria industriale	1° anno	"	34
"	2° "	"	35
"	3° "	"	30
Industrie chimiche	1° "	"	11
"	2° "	"	6
Industrie meccaniche	1° "	"	3
"	2° "	"	2
Corso Superiore d'Ornato	1° "	"	19
"	2° "	"	11
"	3° "	"	7
<i>Corsi singoli.</i>			
Chimica tecnologica		"	1
Composizione di macchine		"	1
Disegno a mano libera		"	4
Disegno di macchine		"	1
Fisica		"	4
Meccanica elementare		"	1
Metallurgia		"	1
Totale N.			<u>197</u>

Oltre a questi, gli allievi Ingegneri Civili della R. Scuola d'Applicazione del Valentino, frequentarono presso il Museo i corsi di Tecnologia meccanica e di Fisica tecnica.

ALLIEVI

CHE GODEVANO BORSA DI STUDIO NELL'ANNO SCOLASTICO 1890-91

1. GALIANI Arnolfo fu Napoleone . . da Ancona.
2. OLGIATI Aristide di Giuseppe . . „ Genova.
3. RECCHI Vincenzo di Marino . . „ Assisi (Perugia).
4. REGOLI Giuseppe fu Antonio . . „ S. Arcangelo di Rom. (Forli).



CLASSIFICAZIONE

per ordine di merito degli allievi che nel 1890 riportarono il DIPLOMA di Ingegneria industriale od il CERTIFICATO FINALE degli studi compiuti presso il Regio Museo Industriale Italiano.

Certificati finali

del Corso Superiore teorico-pratico di Elettrotecnica.

1890

- | | | |
|---------|-----------------------------------|------------------------|
| 1. | Ing. MESSORI Antonio fu Girolamo. | da Modena. |
| 2, 3 | { Ing. CARAMORA Gio. di Edoardo | „ Intra (Novara). |
| | „ MALUSARDI Enrico fu Dom. | „ Vespolate (Novara). |
| | „ PORTESANI Pericle fu Carlo | „ Vescovato (Cremona). |
| 4, 5, 6 | { „ SARTIRANA Italo fu Paolo | „ Pavia. |
| | „ TENERELLI Vinc. fu Mich. | „ Catania. |
| 7, 8 | { „ FASELLA Manfr. di Clem. | „ Bari. |
| | „ GOSSI Alberto fu Frances. | „ Carmagnola (Torino). |
| 9. | Ing. AMBROSETTI Mario di Emilio . | „ Ivrea (Torino). |

Diploma di Ingegneria Industriale.

1. BONAVIA Angelo fu Giuseppe . . . da Parma.
2. MARCHI Livio di Pellegro . . . „ Sarzana (Genova).
3. SCOTTI-FANTONI Paolo di Luigi. . „ Salò (Brescia).
4. BENINI Pietro di Emilio . . . „ Firenze.
5. CORTE Enrico fu Carlo . . . „ Milano.
6. NICOLINI Ferruccio di Tommaso . „ Volterra (Pisa).
7. BOZANO Cristoforo fu Domenico . „ Genova.

8. PERA Enrico di Giovanni . . . da Torino.
9. MAGNANI Alessandro di Gerolamo „ Ronta (Firenze).
10. SCARAMELLINO Gaetano di Giuseppe „ Vico Equenze (Napoli).
11. CECON Tullio di Antonio . . . „ Rovigno (Istria).
12. CORTEVESIO Umberto di Ferdinando „ Monforte (Cuneo).
13. PEDRIALI Giuseppe di Antonio . . „ Cervia (Ravenna).
14. ORIOLI Luigi di Francesco . . . „ Forlimpopoli (Forlì).
15. CANEVARO Antonio G. B. di Nicolò „ Zoagli (Genova).
16. COSTABILE Ant. Felice fu Vincenzo „ Mercato S. Severino (Salerno).
17. SERTORIO Domenico fu Luigi . . „ Porto Maurizio.
18. DE BERNARDIS Raffaele di Vincenzo „ Gruma Appula (Bari).
19. SAVOJARDO Giovanni di Giovanni . „ Monteu Roero (Cuneo).
20. DE MEDICI Alberto di Vincenzo . „ Sartirana (Pavia).
21. SCIAVICCO Lorenzo di Antonio . . „ Salerno.
- (*) CALZONI Alessandro di Costantino „ Arcoveggio (Bologna).

Diploma di abilitazione all'insegnamento

*dell'Ornato negli Istituti tecnici
e nelle Scuole professionali di arti e mestieri.*

1. PIROTTA Benevento di Carlo . . . da Novara.
2. GENTA Alfieri di Luigi . . . „ Livorno (Toscana).
3. SANTANERA Natale fu Antonio . . „ S.Damiano d'Asti (Alessand.)

Diplomi di abilitazione all'insegnamento

nelle Scuole professionali d'arti e mestieri.

Ornato.

1. PANSÀ Lorenzo fu Francesco . . . da Cuneo.
2. BOCHETTO Alessandro di Vincenzo „ Torino.
- 3, 4 { MEINERÌ Carlo Guido di Dom. „ Cuneo.
- { RAPELLI Giovanni fu Giacomo „ Torino.
- 5, 6 { COMETTI Giacomo fu Antonio. „ Torino.
- { FERRARIS Giovanni fu Angelò „ Novara.

(*) Fuori di classificazione.

Chimica applicata.

1. CUNEO Nicolò di Cipriano da Rapallo (Genova).
2. PROBATI Giulio fu Giusto „ Agordo (Belluno)

Fisica applicata.

1. PROBATI Giulio fu Giusto da Agordo (Belluno).
2. CAVALLI Vittorio di Cesare „ Torino.
3. MICHETTI Giuseppe di Marco „ Carema (Torino).

Meccanica elementare ed applicata.

1. REGANATI Maurizio di Giuseppe. . da Padova.

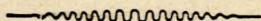
Certificato di idoneità

nelle applicazioni industriali della Chimica.

1. CUNEO Nicolò di Cipriano da Rapallo (Genova).
2. PROBATI Giulio fu Giusto „ Agordo (Belluno).
3. CAVALLI Vittorio di Cesare „ Torino.
4. MANCA Francesco di Valerio „ Cagliari.
5. NASI Ernesto di Antonio „ Torino.
6. GIOANINI Federico di Francesco. . „ Torino.

nelle applicazioni industriali della Meccanica.

1. MICHETTI Giuseppe di Marco . . . da Carema (Torino).
2. REGANATI Maurizio di Giuseppe . . „ Padova.



APPENDICE

SUI PROGRESSI DI ALCUNE INDUSTRIE CHIMICHE

alla Esposizione Universale di Parigi nel 1889

Note del prof. E. ROTONDI

Difficile è il riferire sui progressi delle industrie chimiche che figurarono all'Esposizione di Parigi del 1889; essa non presentava al visitatore elementi sufficienti per una relazione completa relativa ai progressi realizzati in questi ultimi tempi, e sullo stato attuale di dette industrie. Infatti, percorrendo le varie gallerie si osservava, salvo rare eccezioni, che la più parte degli industriali, invece di rendere interessante ed istruttiva la mostra, dando notizie sopra i metodi nuovi impiegati, l'origine delle materie prime, ecc., si erano limitati a presentare campioni disposti con buon gusto in vetrine più o meno eleganti. Ben pochi presentarono modelli, disegni di apparecchi nuovi o memorie stampate, come nel ramo delle industrie chimiche si era praticato nelle precedenti esposizioni. A tutto questo si aggiunga il piccolo numero di espositori francesi, e la più che modesta partecipazione degli industriali stranieri, i quali, salvo qualche vetrina sparsa nelle Sezioni inglese, belga e svizzera, le industrie chimiche straniere non erano quasi rappresentate.

Fatta tale premessa, passerò in rivista tutto quanto di più interessante offriva l'Esposizione di Parigi nel ramo delle industrie chimiche, non tralasciando in pari tempo di riferire anche intorno a quei progressi e miglioramenti, i quali, benché non fossero rappresentati, meritano non di meno di essere conosciuti per il progresso industriale del nostro paese.

Industria della soda.

Quantunque in questi ultimi anni siano stati presi diversi brevetti per nuovi metodi di preparazione della soda, pur tuttavia nessuno di essi raggiunse fino ad ora lo scopo industriale, ed alla mostra di Parigi i soli metodi rappresentati erano quelli di Leblanc e di Solvay.

Il processo Leblanc, che data dall'anno 1791, si fonda, come è noto, sul trattamento del cloruro di sodio coll'acido solforico, e sulla successiva trasformazione del solfato di sodio in carbonato mediante riscaldamento, entro speciali forni, con carbone e carbonato di calcio. Per giungere al prodotto finale, cioè alla soda, si ottiene come prodotto secondario l'acido cloridrico: lo zolfo dell'acido solforico resta in combinazione colla calce sotto forma di solfuro. Il processo Solvay, o all'ammoniaca, attuato industrialmente per la prima volta nel 1863 a Couillet nel Belgio, riposa sul principio della trasformazione del cloruro di sodio in bicarbonato di sodio, mediante l'ammoniaca e l'acido carbonico, e nella successiva trasformazione del bicarbonato di sodio in carbonato mediante la calcinazione. Dalla soluzione di cloruro d'ammonio, che si forma nell'indicata reazione, si rigenera l'ammoniaca distillandola in presenza di idrato di calcio.

Non è qui il caso di esaminare i particolari di questo processo, nè di rammentare gli infruttuosi tentativi fatti da Muspratt, Schlösing, Rolland, Gossage, Deacon, ecc. Sormontate le prime difficoltà d'un impianto senza precedenti, il processo all'ammoniaca prese in questi ultimi anni uno sviluppo considerevole, dovuto ai perfezionamenti introdotti dall'inventore Ernesto Solvay col concorso intelligente e pratico del fratello

Alfredo. Lo sviluppo di quest'industria, e tutto quanto ad essa si riferisce, era rappresentato dalla Ditta Solvay, in modo molto completo, in un elegante padiglione situato vicir o alla galleria del lavoro.

All'officina di Couillet tenne dietro quella di Varangéville-Dombasle presso Nancy, capace oggidì di produrre più di 100.000 tonnellate di soda all'anno.

Nel 1874 i sigg. Brüner Mond e C. introdussero il processo Solvay nella loro officina di Northwich, e poco dopo in quella di Sandbach presso Liverpool. Da questa epoca le officine di preparazione della soda coll' indicato metodo andarono moltiplicandosi, ed oggidì se ne contano diverse in Inghilterra, Germania, Austria, Russia, America esercite da Società diverse in associazione con Solvay. La produzione totale della soda nel mondo può oggidì valutarsi a 900.000 tonnellate all'anno, delle quali 400.000 sono prodotte col sistema Solvay.

I perfezionamenti nell'industria della soda e la sua produzione a basso prezzo, sono di un' importanza grandissima per lo sviluppo delle numerose industrie nelle quali è adoperata. Credo perciò di qualche interesse il qui rilevare come l'introduzione del processo Solvay fece abbassare il prezzo della soda ed aumentare la consumazione di un tale prodotto.

Al principio di questo secolo il prezzo di vendita della soda era di L. 1250 per ogni 1000 kilog. Verso il 1855 (ossia più di mezzo secolo dopo l'introduzione del processo Leblanc) questo prezzo era ancora in Francia di circa 700 lire. Dieci anni dopo, il prezzo medio di vendita in Europa, per l'intervallo dal 1864 al 1868 (ossia nei primi cinque anni in cui funzionò il processo Solvay) fu di L. 300 la tonnellata.

Per il periodo 1869-1873 questo prezzo fu di L.	280
» 1874-1878	» 230
» 1879-1883	» 170
» 1884-1888	» 120

Colla diminuzione del prezzo, la produzione totale della soda aumentò considerevolmente, specialmente in questi ultimi dieci anni. Infatti nel 1863, epoca della creazione della prima offi-

cina della Società Solvay e C., la produzione della soda era rappresentata da 300.000 tonnellate all'anno; successivamente la produzione annuale media per i periodi di 5 anni successivi seguì approssimativamente la progressione qui sotto indicata :

Quinquennio 1864-1868	tonnellate	375.000
»	1869-1873	» 450.000
»	1874-1878	» 525 000
»	1879-1883	» 675.000
»	1884 1888	» 800.000

Per il 1889 la produzione totale può essere calcolata a 900.000 tonnellate.

Da circa un decennio la quantità di soda prodotta col metodo Leblanc è rimasta stazionaria, circa 400.000 tonnellate all'anno, e tutto l'aumento, ossia una quantità quasi eguale è stata fornita dal processo Solvay, colla diminuzione del 50 0/0 nel prezzo di vendita ; l'economia così realizzata complessivamente dalle varie industrie che usano tale prodotto oltrepassa i 100 milioni all'anno.

La diminuzione del prezzo della soda, occasionata dall'estendersi del processo Solvay, doveva necessariamente preoccupare i fabbricanti di soda col processo Leblanc, poichè senza l'introduzione di perfezionamenti nella loro industria, si trovavano nell'impossibilità di sostenere più a lungo la concorrenza col nuovo metodo.

Infatti il processo Solvay, fabbricando direttamente la soda, è più economico, e se il processo Leblanc può ancora con esso lottare, ciò è in forza del valore acquistato dai prodotti secondari, acido cloridrico e cloruro decolorante tanto impiegati nell'industria, e che i fabbricanti vendono tanto più cari quanto più il prezzo della soda è ridotto.

Il processo Leblanc, creato per lo scopo principale di produrre la soda, trascurando all'origine i prodotti secondari, oggidì ha cambiato lo scopo : esso è divenuto il grande produttore di cloro, la soda dovendosi considerare quasi come prodotto secondario.

All'intraprendente Solvay, non poteva quindi sfuggire l'importanza dello studio dell'utilizzazione del cloro contenuto nel cloruro di sodio, e che nel processo di doppia decomposizione coll'ammoniaca si trasforma in cloruro di ammonio, e quindi ordinariamente in cloruro di calcio, nella operazione della rigenerazione dell'ammoniaca.

Molti brevetti vennero presi da Solvay e da altri per produrre l'acido cloridrico dal cloruro di calcio, e quantunque finora non si abbiano dati certi sui risultati industriali dei medesimi, pur tuttavia sembra che sia assai prossima la soluzione di una tale questione. Infatti nella vetrina ove erano esposti i prodotti dell'officina di Verangéville-Dombasle si trovava, unitamente ai prodotti delle saline di Verangéville, al carbonato e bicarbonato di sodio, alla soda caustica e al sale di soda caustico (i quali due prodotti figuravano per la prima volta in una esposizione come derivati della fabbricazione della soda all'ammoniaca), anche del cloruro di calcio (proveniente dalla rigenerazione dell'ammoniaca) e dell'acido cloridrico ottenuto dal medesimo. A quanto pare l'acido cloridrico sarebbe prodotto da un miscuglio di cloruro di calcio e silice (o silicati poco fusibili), portato ad elevata temperatura in presenza di una corrente di vapore d'acqua sopra riscaldato seguendo un metodo brevettato dal Solvay.

Altri brevetti di Solvay mirano a uno scopo ancora più pratico: se durante la calcinazione del cloruro di calce colla silice si fa passare una corrente di aria, in luogo del vapore d'acqua, si arriva direttamente ad avere del cloro.

Il Mond ottiene anche del cloro facendo passare dapprima i vapori di cloruro d'ammonio e poi dell'aria, sopra un ossido metallico. Si sa pure come Solvay abbia brevettato la distillazione del cloruro di ammonio colla magnesia, e l'estrazione dell'acido cloridrico dal cloruro di magnesia, ma che tale metodo non fu adottato a causa delle difficoltà che presenta. Tale processo potrebbe però con opportune modificazioni essere ora industriale, se i metodi Weldon-Pechiney e Schlösing, dei quali mi occuperò in seguito, raggiungeranno lo scopo che oggidì lasciano sperare.

Da quanto dissi, si rileva che la questione dell'utilizzazione del cloro, contenuto nel cloruro di sodio trasformato in carbonato col metodo di Solvay ha fatto grandi progressi, ed è probabile che fra non molto i fabbricanti di soda Leblanc non saranno più i soli a produrre i cloruri decoloranti.

La fabbricazione della soda col processo Solvay consuma delle quantità assai rilevanti di ammoniaca, e la Società Solvay fu naturalmente condotta a cercare nuove sorgenti di un tale prodotto, onde aumentarne la produzione e diminuirne il prezzo; studiò perciò la rigenerazione dei sottoprodotti nei forni a coke. Da essi si ha infatti una sorgente considerevole di ammoniaca, ed applicandone l'utilizzazione in tutte le fabbriche di coke se ne avrebbe un aumento considerevole nella produzione.

La questione della rigenerazione dei sottoprodotti dei forni a coke e delle acque ammoniacali provenienti dalla distillazione del litantrace è quindi molto importante, e nel padiglione speciale della Ditta Solvay era esposto un modello di forno a coke sistema Semet (descritto dall'ing. Demanet nella *Revue universelle des mines*, 1883, tom. XIII), e un apparecchio distillatore con caustificatore per il trattamento delle acque ammoniacali provenienti dalla distillazione del litantrace (descritto da Hanrez nella *Revue universelle des mines*).

Con l'apparecchio distillatorio metodico e continuo di Solvay, si possono trasformare le acque ammoniacali aventi la densità di 1,5 a 3 gradi Baumé, in ammoniaca al 15 0/0.

Un'officina per utilizzare l'ammoniaca che si svolge durante la preparazione del coke si fondò a Havré-Ville nel 1883. Attualmente comprende 75 forni a coke e 25 nuovi forni sono in via di costruzione. La produzione di ciascun forno è di 100 tonnellate di coke al mese, il carbone impiegato contiene dal 16 al 18 0/0 di materie volatili, e il rendimento pratico in coke è dell'81 0/0; per ogni tonnellata di carbone si raccoglie una quantità di ammoniaca corrispondente a 5 o 6 chilogrammi di solfato d'ammoniaca e 15 chilog. di catrame.

Il rapido sviluppo del processo Solvay, ed il basso prezzo a cui fece discendere la soda, provocò innovazioni anche nella

fabbricazione della soda col metodo Leblanc, ed i fabbricanti con questo metodo furono costretti, onde non rimanere in troppo breve tempo soccombenti nella lotta col giovane rivale, di introdurre perfezionamenti nei loro metodi e di trarre partito di tutti i prodotti accessori; ed ecco che noi vediamo i loro sforzi rivolti, non solo alla produzione diretta del solfato di sodio coll'acido solforoso, ma eziandio, ed in modo speciale, alla rigenerazione del solfo che si trova nei residui della lisciviazione della soda greggia.

Per la preparazione diretta del solfato di sodio dal cloruro di sodio mediante acido solforoso, si conosce già da tempo il processo Hargreaves, ma la sua applicazione pratica sembra incontrare difficoltà; è bene però qui il ricordare come la *Société Anonyme des usines de produits chimiques* d'Hautmont esponesse un modello di detto forno, unitamente a solfato di sodio ottenuto direttamente coll'acido solforoso.

La rigenerazione del solfo dai residui della fabbricazione della soda richiamò l'attenzione degli industriali già da molto tempo. Per far risultare l'importanza dell'argomento, basti il rammentare che secondo le indicazioni fornite da A. Oppenheim il valore del solfo contenuto nei residui di soda accumulati fino al 1869 nella sola fabbrica di Dieuze (Lorena) è valutato a circa 54 milioni di franchi.

Molti chimici si occuparono della rigenerazione del solfo dai residui della fabbricazione della soda col metodo Leblanc, ed è noto che il processo di Schaffner ed Helbig, basato sul principio della decomposizione dell'acido solfidrico (ottenuto dai residui della soda) mediante acido solforoso in presenza di una soluzione di cloruro di calcio o di magnesio, fu applicato con buon successo in diverse fabbriche fra le quali in quella di Oldbury, nella Contea di Worcester, diretta da Chance.

Dopo il metodo di Schaffner e Helbig, col quale si può rigenerare il solfo con un dispendio di circa 3 lire al quintale, e che si dovette in alcune località abbandonare, non essendo più remuneratore per il diminuito prezzo delle piriti, altri ne furono proposti, e fra questi, quello di Chance e Clans che la *Société anonyme des glaces et manufactures* de Saint-Gobains

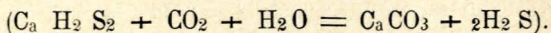
introdusse per la prima volta in Francia. Con tale metodo si può rigenerare facilmente lo zolfo colla spesa di una lira al quintale.

Il processo di Chance consiste essenzialmente nel decomporre i residui che si ottengono dalla fabbricazione della soda con i gas provenienti dai forni per la cottura della calce, e nell'abbruciare l'acido solfidrico che si produce in una quantità di ossigeno (aria) esattamente necessario per fornire acqua e zolfo ($H_2 S + O = H_2 O + S$).

Per raggiungere un tale intento, è necessario che i prodotti della decomposizione siano sufficientemente ricchi in acido solfidrico e che ne contengono una quantità costante. Tale scopo Chance l'ottiene decomponendo i residui della soda in un apparecchio formato da una serie di cilindri o tini fra di loro comunicanti. In essi si introducono i residui sulfurei mescolati con una certa quantità di acqua e si fanno arrivare a mezzo di pompe nel primo cilindro, i gas provenienti da un forno a calce, che come è noto, sono costituiti essenzialmente di anidride carbonica ed azoto.

L'anidride carbonica che entra nel primo tino, trasforma in carbonato di calcio il poco idrato (di calcio) contenuto nella melma, ed indi agendo sopra il solfuro di calcio, lo decompone dando carbonato di calcio e acido solfidrico. Questo gas passa in un secondo tino, ove col solfuro di calcio dei residui, dà solfidrato di calcio ($Ca H_2 S_2$). In conseguenza di questo procedimento di doppio assorbimento (di CO_2 e $H_2 S$) avviene che per un certo tempo i gas uscenti dal secondo vaso contengono poco acido carbonico e poco acido solfidrico. All'uscita del terzo vaso i gas sono meno ricchi in acido carbonico e solfidrico, in confronto di quelli che escono dal secondo e così di seguito. I gas che usciranno dall'ultimo tino non conterranno quindi che tracce di acido carbonico e solfidrico, e saranno costituiti quasi essenzialmente di azoto. Procedendo però le cose nel modo indicato, avviene che dopo un certo tempo l'acido carbonico non è più trattenuto nel primo tino (non essendovi più solfuro di calcio da scomporre) e arriverà nel secondo, ove l'acido solfidrico proveniente dal primo tino è stato assorbito dando luogo

alla produzione del solfidrato di calcio. Questo venendo ora a contatto dell'acido carbonico è decomposto e dà svolgimento di acido solfidrico



Lo stesso fenomeno avviene per gli altri tini. Allorquando si trova che il gas che sorte da un dato tino contiene una quantità considerevole di acido solfidrico, si intercetta l'uscita dall'ultimo tino, e si pone in comunicazione con un gazometro il tino da cui si è verificato svolgersi l'acido solfidrico in quantità considerevole.

Durante che i gas si raccolgono nel gazometro, i primi tini, in cui il solfuro di calcio è stato completamente decomposto, vengono messi fuori della serie; sono vuotati e riempiti con una nuova quantità dei residui della lisciviazione della soda greggia. Quando la corrente che va al gazometro non è più sufficientemente ricca in acido solfidrico, si intercetta l'introduzione dei gas nel medesimo e si dispongono nuovamente i vasi come dappprincipio; però il vaso in cui entrerà la corrente gasosa proveniente dal forno a calce, e quello che sarà stato posto in comunicazione col canale d'uscita, saranno diversi di quelli della prima operazione.

Il gas raccolto nel gazometro, può abbruciarsi in modo da avere acido solforoso da usarsi nella fabbricazione dell'acido solforico, oppure abbruciarsi incompletamente nel forno Claus in modo d'avere solfo in fiori o in pani. Detto forno consiste in un cilindro rivestito di terra refrattaria il cui fondo è perforato e serve a dare passaggio ad una calcolata miscela di aria e di gas proveniente dal gazometro. Detta miscela attraversa dapprima uno strato di mattoni refrattari e poi uno strato di ossido di ferro. In tali condizioni si produce vapor d'acqua e solfo che traversano due camere contigue che comunicano per l'alto. Nella prima camera, parte del solfo si condensa e cola in apposito recipiente fornendo solfo solido in pani. Nell'altra camera, che è divisa in due compartimenti, i vapori di solfo si condensano gradualmente sotto forma di fiori

di solfo nel primo, mentre il vapore d'acqua si condensa nel secondo.

L'ammissione regolare e costante di una quantità di ossigeno (aria) esattamente necessaria per formare acqua coll'idrogeno dell'acido solfidrico costituisce la vera particolarità del processo. Tale formazione di acqua non avviene probabilmente in base alla sola reazione $H_2 S + O = H_2 O + S$. Infatti quando l'acido solfidrico arriva a contatto dell'ossido ferrico che si trova ad una delle estremità del forno Claus, può avvenire, ciò che si verifica nella depurazione del gas illuminante coll'ossido ferrico, e cioè formazione di solfuro di ferro $Fe_2 O_3 + 3H_2 S = Fe_2 S_3 + 3H_2 O$) il quale può rigenerare l'ossido ferrico sotto l'azione dell'aria (come appunto si verifica nella rivificazione dell'ossido ferrico che ha servito per la depurazione del gas) $2Fe_2 S_3 + 6O = 2Fe_2 O_3 + 6S$.

Col processo di Chance si ricupera l'80 0/10 del solfo delle piriti impiegate, ossia il 90 0/10 del solfo contenuto nei residui della soda; lo solfo ottenuto è molto puro e le spese per la rigenerazione sarebbero di una lira circa al quintale.

Questo rimarchevole processo, funziona con gran successo da oltre un'anno nell'officina di Chance a Oldbury ed è stato adottato recentemente dalla Compagnia di Saint Gobain, ed è probabile che fra poco sarà introdotto in tutte le officine che lavorano col processo Leblanc.

Il processo di Chance ha senza dubbio una grande importanza sull'avvenire della soda Leblanc, e solo il tempo deciderà se esso potrà far sostenere la concorrenza della soda prodotta col metodo Solvay.

Qualora il processo Chance si estendesse, eserciterebbe una influenza grandissima non solo sul commercio delle piriti, ma eziandio, sopra quello del solfo, e l'industria del solfo in Italia sarebbe seriamente compromessa. Infatti il minor consumo di piriti ne farebbe ribassare il loro prezzo, ed i fabbricanti di soda, anzichè abbruciare il solfo rigenerato (ritenendo il prezzo delle piriti quale è oggidì, un quintale di solfo rigenerato costerebbe tutto al più L. 4) avrebbero la convenienza di venderlo in pani, ed acquistare piriti per preparare

l'acido solforico necessario alla fabbricazione del solfato di sodio.

È prematuro il voler predire quale sarà l'esito finale della lotta fra i fabbricanti di soda col metodo Solvay e Leblanc; qualunque però siano i risultati, essa avrà avuto per effetto di far diminuire il prezzo delle materie prime indispensabili a moltissime industrie e di aumentare così il benessere generale.

L'industria della soda non esiste in Italia: l'introduzione del sistema Leblanc, per l'alto prezzo del combustibile, non può in oggi, come per il passato, essere possibile. Anche il metodo Solvay, per le attuali condizioni di quest'industria, non lascia speranza, almeno per ora, di attuazione.

Infatti, un tale impianto non potrebbe essere fatto che colla associazione della Ditta Solvay che ha oggi il monopolio di tale industria, ed è naturale che non sia interesse della medesima di acconsentire alla fondazione di una fabbrica in Italia (ove le condizioni non sono migliori che all'estero) perchè, i vari stabilimenti già impiantati, e che possono dare una produzione maggiore di quella d'oggi, ritarderebbero a raggiungere la massima produzione di cui sono capaci.

A ciò si deve aggiungere, che qualora si attuasse industrialmente la fabbricazione dell'acido cloridrico, a mezzo del cloruro di calcio, le condizioni per lo sviluppo nel nostro paese di una tale industria si farebbero molto sfavorevoli.

Infatti, atteso il gran consumo di combustibile che si richiede per ottenere l'acido cloridrico dal cloruro di calcio, sarebbe in Italia impossibile la sua preparazione, e per conseguenza, un residuo della fabbricazione della soda Solvay non potrebbe essere utilizzato; ciò equivale a dire che il prezzo di produzione della soda sarebbe da noi più elevato che altrove.

Industria dell'acido solforico.

Dopo l'introduzione delle torri di Gay-Lussac e di Glover, col cui aiuto i fabbricanti di acido solforico potevano diminuire di molto il consumo in nitrato di sodio, e l'adozione dei

tipi perfezionati di forni (ed in particolar modo del forno Malettra), mediante i quali si può ottenere una desolforazione quasi completa delle piriti, la fabbricazione dell'acido solforico non ha fatto in questi ultimi tempi un gran progresso in ciò che concerne la disposizione degli apparecchi di cui fa uso.

Ciò non esclude che miglioramenti si siano in generale verificati nella condotta degli apparecchi stessi, la quale presenta varie difficoltà. A ciò contribuiscono non poco gli studi di Lunge, Naef, Hurter, Abraham, Schertel, Sorel, ecc., in base ai quali i fabbricanti furono messi in condizione di condurre più razionalmente la loro fabbricazione con una più completa utilizzazione delle materie prime. Si sa infatti oggidì, che per un buon andamento delle camere di piombo, nel caso d'impiego delle piriti la miscela gasosa deve contenere all'entrata delle medesime circa l'8 1/2 0/10 di acido solforoso, e all'uscita dal 5 al 6 0/10 di ossigeno; la velocità nelle camere deve variare da 20 a 25 centimetri per minuto. Si conoscono inoltre quali sono le condizioni che si devono soddisfare relativamente alla temperatura e concentrazione dell'acido che si forma nelle camere, le quali variano, entro certi limiti, al variare delle loro dimensioni.

I facili metodi d'analisi dei gas coi metodi di Orsat, Reich Winkler ed altri, permettono all'industriale di poter seguire facilmente l'andamento delle camere di piombo, di mantenerlo costante e corrispondente al massimo rendimento.

Fatta eccezione dell'acido solforico prodotto dal solfo rigenerato dai residui (che è esente o quasi di arsenico) della fabbricazione della soda, del quale si presentarono campioni della *Société Anonyme des glaces et manufactures* de Saint-Gobain, da Chance e Brothers e qualche altro, si può ritenere che la quasi totalità dell'acido solforico che si produce sia ottenuto dalle piriti. Le ceneri di piriti, che per il passato ingombravano le fabbriche, vengono ora utilizzate non solo per la depurazione del gas illuminante, ma costituiscono eziandio un minerale di ferro ricercato nella metallurgia.

La *Société des manufactures des glaces et produits chimiques* de Saint-Gobain, ottiene delle ceneri di piriti quasi compleia-

mente desolforate, e fra i molti prodotti risguardanti l'industria della soda e dell'acido solforico, essa esponeva anche delle grandi lastre di selenio come esempio di utilizzazione delle polveri delle camere di deposito. E pur noto che dalle ceneri delle piriti cuprifere si ricava con diversi metodi per via umida il rame, e la *Société Général pour la fabrication de la dynamite et de produit chimiques*, presentò delle lastre di rame ottenute dalle ceneri delle piriti col metodo dell'ingegnere Rovello di Torino. La speranza degli industriali relativamente ai possibili perfezionamenti nell'industria dell'acido solforico è quella di arrivare a diminuire la capacità degli apparecchi richiesti per le reazioni fra acido solforoso, prodotti nitrosi ed acqua. Quantunque un tale problema non sia ancora industrialmente risolto, i varii tentativi fatti si possono così raggruppare :

1°) Metodi che mirano alla diminuzione dell'enorme porzione di gas inerte (azoto) che si introduce nelle camere di piombo, sostituendo l'ossigeno all'aria nella combustione della pirite. Questo metodo trova ancora ostacolo nei mezzi troppo costosi che si conoscono per la produzione dell'ossigeno.

2°) Mezzi che hanno per scopo di alimentare le camere di piombo con acido solforoso ottenuto scaldando a 100 gradi una soluzione acquosa del medesimo. Di una tale questione si occuparono da non molto Haenisch e Scroeder i quali presero a tale riguardo un brevetto.

3°) Metodi che tendono ad ottenere una miscela più intima fra i gas che devono reagire. Dei metodi basati sopra questo principio, che nello stato presente dell'industria è quello che presenta più probabilità di riuscita, si occuparono specialmente Schertel e Sorel.

Schertel propone di dividere in più parti le grandi camere di piombo; si avrebbe così una più facile miscela dei gas ed una più rapida condensazione dell'acido solforico formatosi.

Sorel è d'avviso che si potrebbero modificare vantaggiosamente gli apparecchi ad acido solforico dirigendo i gas in una serie di tubi refrigeranti e di piccole torri su cui cada acido solforico.

Lunge propose di applicare alla fabbricazione dell'acido solforico torri di condensazione a piatti, da esso e da Rohrmann, recentemente brevettate per la condensazione dell'acido cloridrico, nitrico ed in generale per tutte quelle operazioni in cui necessita determinare un intimo contatto fra un gas ed un liquido.

Quantunque i tentativi fatti in base all'accennato principio non abbiano condotto a risultati industriali, la soluzione della questione trovasi già bene avviata ed è forse non lontano il giorno in cui gli apparecchi di fabbricazione dell'acido solforico, rimasti finora in sostanza quali erano all'origine di questa industria, subiranno qualche sostanziale modificazione.

La concentrazione dell'acido solforico oltre i 60 gradi Baumé, (il quale si può avere dalla torre di Glover) si fa in grandi storte di vetro, od in alambicchi di platino.

Di questi non è il caso di qui tenerne parola; non si introdussero nella loro costruzione sostanziali modificazioni e sono ben noti ai fabbricanti di acido solforico.

Nobel in questi ultimi anni ebbe ad osservare, che nel mentre la ghisa è assai facilmente attaccata dall'acido solforico diluito e caldo, resiste all'azione dei vapori d'acido solforico concentrato. Ad onta che molti brevetti siano stati presi per la concentrazione dell'acido solforico nella ghisa nessuno di questi processi pare sia stato finora introdotto in Europa, ma sembra che in qualche fabbrica di New-York l'acido sia concentrato fino a 65 gradi Baumé in alambicchi di platino, ed indi spinta la concentrazione fino al titolo di 98 0/0 in acido monoidrato in apparecchi di ghisa. Lunge propose recentemente la congelazione dell'acido solforico al titolo del 94 0/0 circa onde preparare dell'acido solforico a 98 0/0.

In Italia l'industria dell'acido solforico, per il grande consumo che se ne fa nella preparazione dei concimi e candele, è, fra le industrie chimiche, una delle più importanti; la produzione basta al consumo, e non teme la concorrenza dall'estero.

Industria del cloro.

La preparazione del cloro e dei cloruri decoloranti è oggidi uno dei rami principali dell'industria della soda preparata col metodo Leblanc, la quale come è noto produce l'acido cloridrico, da cui si ricava il cloro mediante l'azione che esso ha sopra gli ossidi superiori del manganese.

L'industria del cloro fu in questi ultimi anni oggetto di molti ed interessanti studi i quali la fecero notevolmente progredire.

I nuovi metodi proposti ebbero di mira scopi diversi e si possono così raggruppare :

1°) Procedimenti che mirano alla rigenerazione dell'ossido di manganese dai residui che si hanno da questa industria. Il metodo di Weldon, che come è noto risolve il problema in modo molto soddisfacente, è oggidi applicato in molte fabbriche di cloruro decolorante.

2°) Procedimenti che mirano ad escludere l'ossido di manganese ed a decomporre in modo diverso l'acido cloridrico. Il metodo Deacon, fondato sull'impiego di acido cloridrico ed aria che reagiscono in presenza del cloruro di rame riscaldato ad elevata temperatura, è quello, che fra i vari processi basati sopra l'indicato principio ha ricevuto, quantunque in modo molto limitato, qualche applicazione.

All'esposizione di Parigi la *Société des manufactures des glaces et produits chimiques* de Saint-Gobain presentò campioni di cloruro decolorante ottenuto con detto processo. Sembra quindi che i difetti di un tal metodo, che come è noto, sono inerenti alla facilità con cui il cloruro di rame perde la proprietà di scomporre l'acido cloridrico in presenza di aria, ed alla difficoltà di produrre cloruro decolorante ad alto titolo (perchè il cloro prodotto è mescolato a molto azoto) siano state superate.

3°) Procedimenti che mirano a produrre cloro senza far uso di acido cloridrico, o quanto meno ottenendo quest'ultimo con reazioni diverse da quelle inerenti al metodo di Leblanc,

per la fabbricazione della soda, allo scopo di rendere da essa indipendente l'industria del cloro. È in questo indirizzo che sono rivolti oggidì gli sforzi degli industriali.

Senza passare in rassegna i numerosi metodi proposti per raggiungere l'indicato intento, dirò dei due che figurarono all'Esposizione di Parigi e che sembra risolvano in modo industriale il problema. L'uno di questi, è il metodo elettrolitico di Hermite, di cui mi occuperò parlando dei progressi relativi all'imbiancamento dei tessuti, e l'altro è il metodo di Weldon Pechiney del quale erano esposti modelli d'apparecchi e prodotti diversi.

Il metodo ideato e brevettato da Weldon nel 23 giugno 1884 (*Perfectionnements en vue d'obtenir partie à l'état libre et partie à l'état de vapeurs d'acide chloridrique, le chlore du chlorure de magnésium*) si fonda sulla scomposizione dell'ossicloruro di magnesio (in ossido di magnesio e cloro) allorchando si assoggetta ad elevata temperatura. Esso è la conseguenza di lunghi studi dell'autore, che rimontano all'epoca della messa in pratica del suo processo per la rigenerazione dell'ossido di manganese dai residui della preparazione del cloro. Al sagace e fortunato inventore, non poteva sfuggire il fatto, che la rigenerazione del manganese non risolveva che per metà il problema dell'utilizzazione dei residui della fabbricazione del cloro, perchè tale elemento, che nei medesimi è pure contenuto, non veniva rigenerato.

Le difficoltà che si incontrarono in questi ultimi tempi nei tentativi fatti dal Weldon per la rigenerazione del cloro, furono d'ordine quasi esclusivamente fisico-meccanico. Spetta agli ingegneri Pechiney e Boulonvard il merito di aver risolto in modo assai ingegnoso i principali problemi tecnici che si riferiscono all'applicazione industriale del nuovo processo Weldon, il quale, la morte lo tolse all'industria chimica nel momento in cui lavorava attivamente alla realizzazione del suo processo.

Il processo di Weldon Pechiney è attualmente in azione nell'officina di Pechiney e C. a Salindres (Gard) diretta dall'abile Boulonvard.

Nel primo impianto fatto si producevano in detta officina in 24 ore di lavoro da 720 a 760 kilog. di cloro libero.

I risultati conseguiti durante l'esercizio di prova furono tali da decidere Pechiney a cominciare nel 1888 un grande impianto capace di produrre 6000 kilog. di cloro al giorno.

Nel processo Pechiney si impiega come materia prima il cloruro di magnesio. Si può preparare detta sostanza trattando la magnesia con acido cloridrico, oppure adoperando le acque madri delle saline o i sali provenienti dai depositi di Stassfurt. Le operazioni del processo si possono così riassumere.

1°) *Preparazione del cloruro di magnesio.* — Come residui della preparazione del cloro col metodo Pechiney si ha ossido di magnesio ed acido cloridrico; quella parte di quest'acido che non è destinato ad altri usi, si fa rientrare nella fabbricazione trattando con esso una corrispondente quantità di ossido di magnesio, risparmiando così l'acquisto di parte di cloruro di magnesio che si mette in lavorazione.

2°) *Preparazione dell'ossicloruro di magnesio.* — Si ottiene trattando il cloruro di magnesio (evaporato al punto da non contenere che circa 6 molecole di acqua), con ossido di magnesio, nelle proporzioni di circa una molecola di cloruro per 1½ di ossido.

La miscela si fa in apposito apparecchio munito d'agitatore.

Durante l'operazione la massa svolge molto calore, si fa assai dura e si ottiene per prodotto finale una sostanza in pezzi di diverse dimensioni.

3°) *Frantumatura e stacciatura dell'ossicloruro.* — Per il buon andamento del processo dette operazioni si devono fare con molta cura onde avere dei pezzi di ossicloruro di grossezza presso a poco eguale, e di un volume non superiore a quello di una noce ordinaria. Le parti minute che si separano colla stacciatura rientrano in una successiva operazione mescolandole all'ossido di magnesio durante il trattamento col cloruro.

4°) *Essiccamento dell'ossicloruro.* — È questa operazione indispensabile, onde avere colla successiva calcinazione dell'ossicloruro, molto cloro e poco acido cloridrico.

È infatti noto che calcinando un tale prodotto in presenza dell'acqua si ottiene poco cloro e molto acido cloridrico.

L'essiccamento dell'ossicloruro si fa in appositi forni, nei quali l'ossicloruro di magnesio si dispone a strati gli uni separati dagli altri. Il riscaldamento è fatto con gas caldi, e la loro temperatura può elevarsi fino a 250 gradi circa senza che l'ossicloruro abbandoni quantità sensibili di acido cloridrico.

La disposizione dell'ossicloruro a strati, e il riscaldamento a mezzo di gas caldi è indispensabile per evitare la formazione di polvere d'ossicloruro che sarebbe di danno nelle successive operazioni. In tal modo, può ottenersi un prodotto contenente una piccola quantità d'acqua, e che portato ad elevata temperatura si decompone producendo molto cloro e poco acido cloridrico. È nella preparazione dell'ossicloruro quasi anidro, e nella sua sostituzione al cloruro di magnesio, che risiede la vera novità del procedimento Weldon Pechiney. Prima d'esso, si tentò sempre di ottenere il cloro dal cloruro di magnesio, ma il risultato fu sempre negativo perchè il cloruro di magnesio a 6 molecole di acqua non può essere disseccato, anche parzialmente senza svolgere una quantità rilevante di acido cloridrico. Dalla sua calcinazione successiva non si può quindi ottenere che poco cloro, il quale essendo inoltre mescolato a grandi quantità di acido cloridrico ne riesce industrialmente impossibile la sua utilizzazione.

5°) *Decomposizione dell'ossicloruro.* — Si eseguisce in forno speciale riscaldato al rosso vivo (circa 1000 gradi) e con una quantità conveniente d'aria, onde l'ossicloruro possa trasformarsi in ossido di magnesio e mettere in libertà il cloro. I prodotti gassosi della decomposizione che sono formati da cloro, ossigeno, azoto e poca quantità di acido cloridrico si estraggono dal forno a mezzo di un speciale apparecchio formato da due capanne di piombo che pescano in una soluzione concentrata di cloruro di calcio (che si usa invece di acqua pel motivo che in esso il cloro è quasi insolubile). Detto aspiratore non è in comunicazione immediata col forno di decomposizione ma vi è interposta una torre ordinaria di lavaggio dei gas, una serie di *bombones* in grès e un refrigerante a

tubi di vetro mantenuti continuamente pieni con acqua corrente. Detto refrigerante, di costruzione assai ingegnosa, fu per la prima volta introdotto nell'industria da Pechiney ed ha per ufficio di condensare sulla superficie dei tubi di cui è formato le ultime tracce di acido cloridrico che ancora si trovano frammiste al cloro, e che non furono trattenute dalla torre di condensazione e dalle *bombones*. L'acido cloridrico condensato sui detti refrigeranti di vetro si raccoglie in un recipiente unico; si ha un liquido della densità media di circa 12 Baumé. Il cloro liberato completamente dall'acido cloridrico si svolge unitamente all'ossigeno e all'azoto dell'aria.

Tale miscela gasosa contiene circa l'8 0/0 di cloro e può essere adoperata per la preparazione del cloruro decolorante di calce solido. Dai risultati ottenuti nell'impianto d'esperimento fatto all'officina di Salindres risultò che da 100 parti di cloro esistenti nell'ossicloruro si ottiene:

Cloro nei residui	15 0/0
» libero	45 »
» allo stato di acido cloridrico	40 »
	100 0/0

E se si calcola il rendimento a partire dal cloruro di magnesio impiegato si ha

Cloro svolto durante l'essiccamento	6,60 0/0
» nei residui	14,00 »
» libero.	42,25 »
» allo stato di acido cloridrico	37,15 »
	100,00 0/0

Infine ammettendo una perdita del 5 0/0 e tenendo conto del cloro del residuo che rientra nella fabbricazione, risulta che 100 parti di cloro dal cloruro di magnesio, o dall'acido cloridrico messo in opera, si ripartiscono nel seguente modo:

Perdita meccanica	5,00 0/0	}	11,27 0/0
» nell'essiccamento dell'ossicloruro	6,27 »		
			11,27 0/0

A riportarsi 11,27 0/0

	<i>Riparto</i> 11,27 0 ₁₀	
Cloro del residuo che rientra nella fabbricazione	13,3 0 ₁₀	}
Acido cloridrico condensato	35,29 »	
Cloro allo stato libero	40,14 »	
	100,00 0 ₁₀	

Per svolgere 40,14 di cloro bisogna consumare

$$100 - 48,59 = 51,41$$

di cloro combinato, si ottiene dunque allo stato libero il 78 0₁₀ del cloro messo in opera.

Fu in base a questi risultati che il Pechiney deliberò, fin dal 1888, l'ingrandimento dell'impianto con questo processo, il quale è facile vedere che è suscettibile di miglioramenti, e che i medesimi consistono :

1°) Nella diminuzione delle perdite. Pechiney pensa infatti che si potrà essiccare meno l'ossicloruro di magnesio, e diminuire così la perdita in acido cloridrico che si svolge durante questa operazione, senza che la temperatura del forno sia abbassata in modo dannoso all'eliminazione dell'acqua.

2°) Nell'aumento nella proporzione del cloro libero per rapporto all'acido cloridrico.

Secondo Pechiney, ciò si potrebbe ottenere mediante una temperatura più elevata nel forno di calcinazione dell'ossicloruro di magnesio.

3°) Nella diminuzione della quantità di cloro nei residui, ciò sarebbe una conseguenza della più elevata temperatura nel forno.

Il processo Weldon Pechiney è il solo che finora abbia funzionato con vantaggio per preparare il cloro dal cloruro di magnesio, e merita la più grande attenzione da parte degli industriali delle saline di Stassfurt. Quale sia l'avvenire di un tale processo non è facile il predirlo; il suo successo, è intimamente legato con quello della rigenerazione del solfo dai residui della preparazione della soda col metodo Leblanc.

Infatti, se la rigenerazione del solfo permetterà ai fabbricanti di soda col metodo antico di abbassare il prezzo dell'a-

cido cloridrico, il metodo Pechiney dovrà sostenere con quelli un'aspra lotta; mentre se la rigenerazione del solfo col metodo Chance non raggiunge l'accennato intento (il che porta per conseguenza un ulteriore sviluppo nel processo di fabbricazione della soda Solvay), il metodo di Pechiney permetterà di lottare con vantaggio col metodo di preparazione del cloro mediante acido cloridrico ed ossidi superiori del manganese (oppure con altri metodi, quale ad esempio quello suggerito da Mond e Eschelmann che consiste nel dirigere direttamente l'acido cloridrico proveniente dai forni a solfato e mescolato ad aria sopra una miscela di ossido di magnesio e di cloruri alcalini scaldati a 400 — 500 gradi), e contribuirà a far scomparire l'industria della soda col metodo Leblanc. Se si estendesse la produzione del cloro col metodo di Pechiney, il monopolio effettivo della produzione del medesimo, che attualmente è tenuto specialmente dall'Inghilterra, passerà alla Germania che possiede nei suoi straordinari giacimenti di Stassfurt una risorsa quasi inesauribile di cloruro di magnesio.

In questa possibile trasformazione dell'industria del cloro in quali condizioni si trova l'Italia? Potrà essa introdurre il metodo Pechiney e reggere la concorrenza coila Francia e coll'Inghilterra? Io credo di no; infatti ammettendo secondo i calcoli fatti dall'autore del processo (in base ai dati forniti dall'impianto fatto a Salindres), che per una produzione giornaliera di 6000 kigog. di cloro in 24 ore, il costo di produzione di 1000 kilog. di cloro si ripartisca come segue :

Carbone kg. 4000 a L. 12 p. 0,00	L. 48,00
Mano d'opera	» 45,00
Spese generali	» 26,00
Perdite in cloruro di magnesio	» 5,00
	<hr/>
	Totale L. 118,00

risulta che il prezzo di produzione di un quintale di cloro sarebbe di L. 12, e che il costo del combustibile vi rappresenta una parte assai importante, circa il 50 0/0.

Da ciò, se ne deve a mio avviso dedurre, che la produzione del cloro nel nostro paese col detto metodo, sarà impossibile

per la stessa ragione che lo è la preparazione della soda col metodo Leblanc, ossia per l'elevato prezzo del combustibile in Italia in confronto della Francia e dell'Inghilterra.

La riuscita dei metodi della preparazione del cloro col metodo Pechiney, e della soda col processo Solvay, confermano ciò che il Muspratt ebbe a dire in una conferenza tenuta or sono alcuni anni alla Società d'industrie chimiche di Londra e che cioè, i progressi della Chimica industriale hanno presa la forma di progressi nell'arte dell'ingegneria. Il processo dell'ammoniaca ideato da Dyar e Hemming nel 1837, chimicamente perfetto, non si potè utilmente impiegare per l'imperfezione degli apparecchi, e il merito di Solvay consiste nell'aver sormontate difficoltà d'ordine dell'arte dell'Ingegnere. Il processo di Pechiney per la preparazione del cloro ed acido cloridrico, deve la sua quasi certa riuscita industriale alla perfezione degli apparecchi adoperati. A tale riguardo recentemente (1888) il presidente della Società Chimica industriale di Londra ebbe a confermare nel seguente modo quanto il Muspratt ebbe a dire anni sono. « Nell'industria chimica, bisogna ag-
« giungere ad una grande abilità nella chimica pura, la
« conoscenza della fisica, e possedere della capacità di inge-
« gneria del più alto ordine, se si vuol far avanzare la chi-
« mica industriale nella via del progresso. »

Di questa verità dovrebbero convincersi gli industriali italiani, molti fra i quali, anzichè fornirsi di personale capace ed intelligente, preferiscono abbandonare la propria industria a pratici empirici, i quali oltre non farla progredire, applicano in modo imperfetto ed empirico anche i metodi già noti.

Industria dell'imbianchimento delle fibre tessili.

L'industria del candeggio delle fibre tessili ha grandissima importanza per il nostro paese, credo quindi utile il riferire sui nuovi metodi di imbiancamento, e perfezionamenti introdotti in questi ultimi anni.

È noto che l'imbiancamento delle fibre tessili d'origine vegetale comprende due trattamenti speciali; l'uno alcalino che

ha per scopo principale di sciogliere le sostanze resinose, saponificare le sostanze grasse, e trasformarne altre che devono essere in seguito eliminate o decolorate con speciali trattamenti, nei quali si impiega ordinariamente il cloro.

La storia dell'imbiancamento delle fibre di cui si tratta, può riassumersi in quattro epoche e cioè :

1°) Epoca che ha preceduto l'uso del cloro (agente decolorante introdotto nell'industria da Berthollet nel 1780), ed in cui l'imbiancamento si faceva mediante successivi trattamenti con soluzioni alcaline diluite (1 grado Baumè tutto al più) ed esposizione al prato.

2°) Epoca del processo della calce e della soda. Tale processo consiste nel trattamento della fibra con idrato di calce sotto pressione fuori del contatto dell'aria, seguito da un trattamento acido, e da altro con carbonato di sodio in soluzione diluita. All'esposizione al prato è sostituito l'uso del cloro.

3°) Epoca in cui il processo precedente fu perfezionato mediante l'uso della soluzione alcalina di resina (colofonia).

4°) Processo alla soda. In questo si fa uso per la lisciviazione di solo idrato di sodio in soluzioni concentrate (da 3 a 6 gradi Baumé) fuori del contatto dell'aria e sotto pressione; detto trattamento è seguito dalla decolorazione con cloro. È questo metodo della soda conosciuto ordinariamente col nome di processo Koechlin o di Mather e Thompson che rappresenta unitamente al processo di Hermite (per la decolorazione col cloro ottenuto per via elettrolitica), un perfezionamento notevole in questa industria. Anche l'estendersi dell'uso dell'acqua ossigenata e dell'impiego del biossido di bario (metodo Unterwood) sono fatti che meritano di essere ricordati.

Il processo di Mather-Thompson consiste nell'espore i tessuti o filati imbevuti di soda caustica (alla densità non inferiore ai 3 gradi Baumé; ai tessuti destinati alla stampa si aggiunge 10 chilog di colofonia sciolta nella soda per ogni 2000 chilog. di cotone), all'azione del vapore, escludendo in modo completo l'aria, la quale altererebbe la tenacità della fibra. Si fa ordinariamente tale operazione in apparecchi costruiti dalla Ditta Mather Platt di Manchester, nei quali si mantiene

la pressione di 1½ atmosfera (corrispondente alla temperatura di 107 gradi cent.) per 5 ore. Sulla sostanza da imbiancare si fa arrivare una soluzione di idrato di sodio a 3 gradi Baumé. Alla lisciviazione, seguita da lavatura, tien dietro l'operazione della decolorazione che si eseguisce in appositi apparecchi in cui la fibra tessile da imbiancare, si trova dapprima a contatto con acqua calda, indi con una soluzione di cloruro di calcio al 0,4 0/0. Dopo il bagno decolorante passa in uno speciale compartimento nel quale arriva dell'acido carbonico. Si ripassa in una soluzione di soda al 0,1 0/0, si lava con acqua, e si ripete il trattamento con una nuova soluzione di ipoclorito più debole alla quale tien dietro il passaggio in camere in cui si trova dell'acido carbonico. Si lava, e quindi si avviva con una soluzione diluita di acido cloridrico seguita da lavatura. La rapidità con cui si compiono le indicate operazioni è tale, che il tempo impiegato per la decolorazione con cloro è di pochi minuti. Sarebbe inoltre dimostrato che col metodo di Matther Thompson la fibra non perde della resistenza, e non è soggetta ad ingiallire.

Secondo quanto riferisce Cross e Bevan il processo descritto economizza sul metodo antico :

- 1¼ nella quantità di prodotti chimici.
- 1½ nella quantità di vapore.
- 1½ nella mano d'opera.
- 2/3 del tempo.

L'uso dell'acido carbonico (che si ottiene ordinariamente con carbonato di calcio e acido solforico) in sostituzione degli acidi minerali per decomporre il cloruro di calcio, e che fu prima di Thompson indicato da Didot, pare non contribuisca a mantenere alla fibra una maggior resistenza in confronto di quando si usano gli acidi minerali, motivo per cui in generale si rinuncia ad esso e si ricorre a questi ultimi.

Orazio Koecklin, che già impiegava il processo alla soda prima dell'introduzione degli apparecchi di Mather Platt, usa oggidi soluzioni di concentrazione tale, che la liscivia che sorte dall'apparecchio lisciviatore ha una concentrazione di 4 gradi

Baumé con una colorazione tale da colorire in giallognolo del cotone che vi fosse immerso. Secondo le esperienze di Koecklin, la concentrazione della soda che si deve impiegare, non può essere inferiore ai 3 gradi Baumé, concentrazione indispensabile per eliminare le materie resinose e coloranti od altre dannose nelle successive operazioni di tintura (specialmente pei tessuti), qualora la fibra imbiancata debba ad esse assoggettarsi.

Nel nuovo processo Koecklin, che non diversifica sostanzialmente da quello di Mather-Thompson così si opera :

Si impregna il tessuto con acido solforico a 2 gradi Baumé (20-25 grammi per litro di acido solforico a 66 Baumé); l'acqua di lavaggio può contenere del ferro, del zinco, del rame, materie amidacee, ecc. Dopo la lavatura si passa la fibra tessile, o il tessuto, in un liquido alcalino, (che poi si mette nell'apparecchio), formato per ogni chilog. di cotone, da 1 litro d'acqua, 20 grammi di idrato di sodio, 20 grammi di carbonato di sodio, 10 grammi di colofonia e un centilitro di bisolfito di sodio, riduttore e protettore dell'alterazione che occasionerebbe l'aria. L'apparecchio di cui fa fuso contiene 2500 chilogrammi di cotone, e in 6 ore di cottura, a $3\frac{1}{4}$ d'atmosfera la lisciviazione è fatta. Si lava, si passa in una soluzione di cloruro di calce (a $1\frac{1}{4}$ di grado Baumé), ed indi in una soluzione di acido solforico fredda a 1 grado Baumé, la quale termina l'imbiancamento. Allorquando si tratta di tessuti destinati alla tintura e alla stampa, imbiancare non consiste semplicemente a far bianco per decolorazione, ma si deve intendere un'epurazione che dia al tessuto la facoltà di umettarsi uniformemente, e che abbia sottratte tutte le sostanze le quali comunicano alla cellulosa di attirare le materie coloranti. Il metodo di Koecklin soddisfa perfettamente a tale scopo.

Relativamente all'imbiancamento di filati di cotone merita di essere qui ricordato quello di Bichel che ha dato risultati molto soddisfacenti.

Questo sistema, in paragone di quello che è generalmente usato, ha il vantaggio di imbiancare il filato senza toglierlo dai rocchetti, di sopprimere cioè la trasformazione dei medesimi in matasse e di queste di nuovo in rocchetti, trasforma-

zione che equivale a una perdita del 5 0/10 sul valore. Un altro perfezionamento introdotto nell'industria dell'imbiancamento delle fibre vegetali è, come già dissi, la produzione del cloro a mezzo dell'elettricità. Per quanto io sappia l'imbiancamento elettrolitico dei tessuti venne per la prima volta suggerito da F. Dobbie e F. Hutcheson nel 1882, i quali, in una comunicazione fatta alla Società chimica di Londra, proposero di far passare i tessuti da imbiancare, dapprima nell'acqua di mare indi fra due ranghi di cilindri formati con carbone di storta messi in comunicazione coi due poli di una macchina dinamo-elettrica.

Ostersetzer, A. Lidow, Tichomirow ed altri, si occuparono della decomposizione elettrolitica dei cloruri, ma spetta ad Hermite il merito di aver applicata l'elettricità nell'industria del cordeggiato con risultati tali da richiamare sopra di essi l'attenzione dei pratici, poichè sembra che effettivamente il metodo stesso abbia risolto il problema in modo industriale. Non passerò a descrivere le varie fasi per cui passò un tale metodo, ma dirò solo del come è applicato oggidì.

Il processo di Hermite si basa sulla produzione del cloro mediante la decomposizione elettrolitica del cloruro di magnesio.

Come elettrodo positivo si usano lamine sottili di platino disposte verticalmente nella vasca che contiene la soluzione di cloruro di magnesio da elettrolizzare. Gli elettrodi negativi, interposti fra quelli di platino sono di zinco, hanno la forma di disco e sono disposti sopra un asse orizzontale che può girare.

In tal modo il deposito della soluzione elettrolizzata che si depone sugli elettrodi di zinco può essere facilmente tolto con raschiatoi.

A mezzo di opportuna pompa, la soluzione da elettrolizzare è portata dalle vasche di imbiancamento alla parte inferiore dell'elettrolizzatore, dalla parte superiore del quale, la soluzione ritorna nelle predette vasche, dopo di essere stata nuovamente elettrolizzata; in tal modo ha luogo un continuo movimento del liquido.

I fenomeni che avvengono durante la decomposizione del cloruro di magnesio sono molto complessi, infatti una delle

leggi dell'elettrolisi ci insegna che allorquando si decompone un cloruro, il cloro si porta al polo positivo e il metallo al negativo; ma in questa reazione a causa della presenza dell'acqua avvengono fenomeni secondarii in forza dei quali è cangiato l'effetto finale.

Così nella decomposizione dei cloruri si ottiene sempre del cloro libero, degli ipocloriti e clorati e se vi si trovano in presenza sostanze organiche, queste vengono ossidate con formazione di acido cloridrico, il quale alla sua volta è scomposto dalla corrente.

È quindi evidente che l'intensità della corrente, la concentrazione delle soluzioni dei cloruri, e le condizioni speciali in cui si opera l'elettrolisi avranno una grande influenza sul maggior o minor rendimento industriale di un tale processo.

Il metodo elettrolitico fu applicato dapprima a Lille, or sono circa 4 anni, nello stabilimento di Srive Hermite e C., e secondo l'autore del medesimo, si realizza una economia del 55 0/0 sul prezzo di imbiancamento ordinario.

L'ing. L. Kick, per incarico della Ditta C. Connor e C. di Belfast, presenziò agli esperimenti per determinare il rendimento di un impianto del sistema Hermite colà esistente pel condeggiamento dei filati di lino, ed alle ricerche da esso fatte, elettrolizzando soluzioni di cloruro di magnesio alla densità di 1,022, ossia contenenti il 2 1/2 di cloruro di magnesio anidro, risultò che col nuovo processo si ottiene una economia del 65 0/0 in confronto del metodo ordinario.

Non mancano però oppositori a questo metodo di imbiancamento, il che del resto avviene in tutte le cose nuove.

Si obietta prodursi clorato il quale rappresenta una perdita d'energia meccanica, un lavoro inutilmente compiuto.

Tale obiezione non regge, perchè tale inconveniente si può eliminare regolando opportunamente la corrente, e impiegando soluzioni di conveniente concentrazione.

Il sig. Hermite ha ora impiantata una fabbrica in America per l'imbiancamento di 4 tonnellate e mezza di pasta di carta al giorno. Usa una soluzione decolorante contenente una quantità massima di cloro utile di 1 grammo per litro, che

ottiene facendo semplicemente passare la soluzione di cloruro nell'elettrolizzatore e di là nella pasta. Con tale procedimento, afferma l'inventore, potersi economicamente imbiancare anche qualità di cellulosa ottenuta da certe qualità di legno, e che fino ad ora non si riuscì a decolorare senza distruggere.

Secondo Hermite, ciò proviene dal fatto che lo stato nascente del cloro, e quindi la sua maggiore attività, persiste per così dire anche dopo che la soluzione ha lasciati gli elettrodi.

Da quanto potei rilevare all'esposizione di Parigi, risulta che il metodo di Hermite è applicato con vantaggio negli importanti stabilimenti di pasta per carta dal legno, paglia e stracci di Darblay Père et fils a Essonne e a Wörgl nel Tirolo.

Per le applicazioni già fatte, il processo Hermite lascia concepire la speranza di vederlo fra non molto estendersi nell'industria del condeggio. Tale metodo, qualora raggiunga effettivamente lo scopo industriale, tornerà certamente di vantaggio considerevole al nostro paese, che oggidì è tributario all'estero del cloruro di calce di cui si fa gran uso nell'industria dell'imbiancamento, e che per le cose altrove dette, non è da noi per ora possibile la sua fabbricazione.

In questi ultimi tempi, come già dissi, si fecero tentativi per sostituire al cloro l'acqua ossigenata nell'imbiancamento delle fibre tessili d'origine vegetale, ma quantunque una tale sostanza soddisfi dal punto di vista della conservazione del tessuto, meglio l'intento in confronto del cloro, pur tuttavia l'elevato prezzo del prodotto ne rende per ora impossibile l'applicazione alle fibre vegetali. Il suo uso va però estendendosi sempre più per l'imbiancamento della lana, avorio, piume, ossa ed in particolar modo per la seta Tussah, ed i splendidi risultati che se ne ottengono, ne aumenterà ancora senza dubbio l'uso, quando si potrà avere un tale agente decolorante a più basso prezzo.

I signori Jacobsen di Berlino hanno indicato un nuovo processo di imbiancamento delle fibre vegetali ed animali e che consiste nel loro trattamento con perossido di bario e soluzioni di alcuni sali, quali ad esempio i silicati alcalini, i borati alcalini, il cloruro di ammonio, magnesio, ecc. Detti sali hanno

per ufficio di facilitare la decomposizione del perossido di bario, e di mettere dell'ossigeno in libertà ad un prezzo minore di quello che si avrebbe impiegando l'acqua ossigenata. La durata dell'imbiancamento è di un giorno o due, e quando la natura del prodotto da imbiancare lo permette, è bene operare in soluzione alcalina perchè in queste condizioni si ottiene un maggior potere decolorante.

All'esposizione di Parigi, il signor Untewod e C., esponeva alcune fibre vegetali imbiancate con questo mezzo, ma i prodotti esposti non avevano punto il carattere di una vera applicazione industriale, ma bensì di un semplice tentativo.

Il signor P. Kallab propose l'idrosolfito di sodio per imbiancamento della lana. Si opera in vaso chiuso in presenza di piccola quantità di acido acetico. Per comunicare alla lana un colore azzurrognolo che mascheri completamente la colorazione gialla, si ha l'avvertenza di aggiungere al bagno un poco d'indaco, il quale viene ridotto, e coll'esposizione all'aria si trasforma in indaco bleu che comunica alla lana la colorazione voluta.

Industria dei corpi grassi.

È noto che la preparazione degli acidi grassi si fa ordinariamente nei seguenti modi:

1°) Colla saponificazione calcare.

2°) Colla saponificazione solforica e distillazione successiva.

3°) Colla saponificazione con acqua sotto pressione in modo da raggiungere la temperatura di almeno 200 gradi.

4°) Mediante il vapore d'acqua soprarisaldato alla temperatura di 315 gradi.

La saponificazione calcare è quella che dà prodotti (acidi grassi e glicerina) di miglior qualità.

La saponificazione solforica ha l'inconveniente di produrre acidi di qualità inferiore, in confronto della saponificazione calcare, e un rendimento minore in glicerina; presenta però il vantaggio di dare una maggiore quantità di acidi grassi solidi.

La decomposizione dei trigliceridi con vapore sopra riscaldato si impiega attualmente in diverse stearinerie ed oggidì, mercè i perfezionamenti introdotti in questo processo, si ottiene non solo una completa utilizzazione della glicerina, ma anche acidi grassi che possono per qualità gareggiare con quelli ottenuti per saponificazione calcare, come lo provano i prodotti dell'officina di Milly a Clichy.

Le difficoltà pratiche che si incontrano nella saponificazione con sola acqua, e che non permisero a tale sistema di estendersi nella pratica, sono inerenti alla quasi impossibilità di regolarmente lavorare sotto forti pressioni, ai pericoli di incendi, per i gas che sfuggono dalle valvole e dai giunti, ed alla difficoltà di poter adottare alle autoclavi gli agitatori necessari per ottenere una emulsione, ossia una mescolanza intima di materia grassa e di acqua, senza della quale è impossibile ottenere una completa decomposizione del gliceride.

In questi ultimi anni si introdussero notevoli perfezionamenti in questo processo specialmente per opera di Hugues. Tali perfezionamenti, unitamente alla saponificazione vescicolare a mezzo dell'integratore Rivière, ed all'apparecchio di raffreddamento per strati sottili dell'acido oleico, sono le innovazioni più importanti che nell'industria dei corpi grassi si potevano osservare all'esposizione di Parigi.

Prima di parlare di dette innovazioni, ricordo che il consumo sempre crescente della glicerina fece pensare di estrarla dalle sottoliscivie che si hanno nella fabbricazione dei saponi. Grandi sono le difficoltà a superare per ottenere tale intento; la Ditta Falcony espose glicerina estratta dai residui della fabbricazione dei saponi.

I residui lavorati avevano la seguente composizione :

Cloruro di sodio . . .	20-25	0 ₁₀
Glicerina	8	12 »
Solfo sotto varii strati	3-5	»
Acqua	52-48	»

Colla concentrazione si separa dapprima il cloruro di sodio, e il residuo dopo privato dai prodotti solforati (probabilmente

col processo Allen, ossia a mezzo dei sali di rame) si sottomette alla distillazione col vapore soprariscaldato o nel vuoto.

La lavorazione dei sotto liscivi per ottenere la glicerina, non è finora tale da permettere un grande avvenire. Un migliore indirizzo in quest'industria, è quello di deglicerinare le materie grasse con una parziale saponificazione sotto pressione prima di trasformarle in saponi solubili, o meglio ancora di decomporre i trigliceridi a mezzo del solo vapore acqueo. È specialmente per raggiungere un tale scopo, che mirano i perfezionamenti di Hugues relativi alla decomposizione dei gliceridi colla sola acqua. Infatti, gli acidi che se ne ottengono, qualora si destinano alla fabbricazione delle candele devono essere, (dopo d'averli separati dalla glicerina) trattati con acido solforico, e poi sottomessi alla distillazione, onde ottenere un più forte rendimento in acidi solidi.

L'apparecchio termo-dinamico di Hugues consiste in un grande cilindro verticale di rame, nella parte inferiore del quale a mezzo di un tubo che va fino al fondo si fa arrivare del vapor d'acqua a 15 atmosfere (200 gradi). Il vapore dopo aver emulsionato il corpo grasso si elimina a mezzo di opportuno regolatore e si utilizza per concentrare le acque gliceriche di una precedente operazione.

L'introduzione e lo scarico continuo del vapore d'acqua, produce una intima mescolanza fra i corpi grassi e l'acqua, il che è indispensabile, perchè la saponificazione possa avvenire rapidamente alla temperatura relativamente bassa ossia ai 200 gradi. Dopo 6 o 7 ore l'operazione si può ritenere terminata, non contenendo il prodotto della saponificazione che il 5 0/10 del corpo grasso neutro non decomposto. Terminata l'operazione, si vuota l'autoclave a mezzo della pressione, e si raccoglie il tutto in opportuno recipiente ove avviene la separazione degli acidi grassi dalle acque gliceriche, le quali segnano circa 3 gradi Baumé. Esse si concentrano col vapore eliminato dall'autoclave fino a 28 gradi. Gli acidi grassi dopo lavati per liberarli dalla glicerina che vi aderisce, qualora non si impiegano per la fabbricazione del sapone, si essiccano a 120 gradi ed indi si trattano col 4 0/10 di acido solforico a 66 in

recipienti di piombo muniti d'agitatore. Ciò ha per scopo di saponificare il poco trigliceride rimasto indecomposto dall'azione del vapore d'acqua, e di far subire agli acidi una modificazione, la cui causa non è perfettamente nota, ma che ha per effetto di aumentare il rendimento in acidi solidi. Tale operazione dura fino a quando cessa lo svolgimento dell'acido solforoso risultante dall'azione dell'acido solforico sulla materia grassa. Quando si lavorano 1000 chilogrammi di materia si richiedono circa 2 ore. In seguito, si procede alla lavatura degli acidi grassi, e dopo essiccamento a 120° si distillano con vapore soprariscaldato. La condensazione degli acidi che distillano si può fare nei soliti apparecchi, oppure mediante la disposizione di Bouis il quale fa arrivare nel collo della storta di distillazione, e nel senso in cui si sviluppano i vapori, dell'acqua molto suddivisa e sotto forte pressione. Gli acidi grassi che sono trascinati dal vapore a 300 gradi sono immediatamente condensati dall'acqua fredda, la quale come è facile il comprendere, forma anche un vuoto parziale che attiva la distillazione.

L'apparecchio di Hugues, che funziona egregiamente nella stearineria d'Etoile, pare risolvere in modo più soddisfacente di quanto si ottenga con altri metodi, il problema di utilizzare completamente tutta la glicerina che forniscono i corpi grassi, destinati non solo alla preparazione degli acidi grassi, ma eziandio dei saponi.

Un altro perfezionamento introdotto nella industria della stearinaria è quello dell'apparecchio di raffreddamento per strati sottili dell'acido oleico, allo scopo di ricuperare gli acidi grassi solidi, trattenuti in soluzione dall'acido oleico, al sortire dai torchi idraulici a freddo.

L'esperienza ha provato che alla temperatura di 18 gradi l'acido oleico scioglie il 15 0/10 di acido stearico. Questo acido, perduto per la fabbricazione delle candele, si usa per la preparazione dei saponi come acido oleico, il che, avuto riguardo alla differenza di prezzo fra i due acidi, costituisce una perdita del 7-8 per 0/10 sulla materia prima sottoposta alla saponificazione.

Per ricavare l'acido stearico contenuto in soluzione nell'acido oleico, si utilizzò per molto tempo il freddo naturale, ma la temperatura media che in generale si ha, essendo lontana di rispondere ai desiderii degli industriali, si pensò ai mezzi refrigeranti artificiali, e si ricorse alle macchine a ghiaccio. Questo modo di raffreddamento è però molto imperfetto, non solo per il gran consumo di ghiaccio e di mano d'opera, ma anche perchè l'acido oleico raffreddato in massa prende uno stato di omogeneità che rende, la separazione degli acidi solidi dall'oleico, quasi impossibile. La ditta Petit ebbe l'idea di raffreddare l'acido oleico in strati sottili, sopra superficie mantenuta costantemente fredda. Per raggiungere tale intento. Essa immaginò un apparecchio di forma circolare convenientemente raffreddato e sulla cui superficie si fa arrivare l'acido oleico che tiene disciolti gli acidi solidi.

In queste condizioni, l'azione frigorifera si produce sopra uno strato sottile di liquido; la cristallizzazione è quasi istantanea e la separazione desiderata si compie facilmente. La massa raffreddata, dopo tolta dall'apparecchio mediante opportuna disposizione, è sottomessa alla pressione; si separa così in acido oleico e acidi grassi solidi. Questo processo di raffreddamento per strati sottili è applicato in diversi paesi. In Olanda, ove 20 apparecchi in servizio in diverse stearinerie consumano oggidì complessivamente 300 chilog. di ghiaccio all'ora, nel mentre le medesime consumavano precedentemente (così asserisce la ditta Petit) più di 10,000 chilog. di ghiaccio nello stesso tempo per ottenere dei risultati molto imperfetti.

Nell'industria della fabbricazione dei saponi, il processo di Rivière per la saponificazione vescicolare a mezzo di uno speciale apparecchio « l'integratore » era il solo che presentasse qualche novità. Tale processo consiste essenzialmente nel poter realizzare industrialmente in modo continuo:

1° Una divisione estrema delle materie destinate a reagire le une sulle altre;

2° Nell'introduzione continua e simultanea (ed in un rapporto di volume determinato), dei corpi che devono reagire, e nello scaricamento continuo dei composti provenienti dalla

reazione. Il detto apparecchio consiste essenzialmente di due recipienti contenenti, l'uno, la soluzione di soda idrata al 15 0/10 circa scaldata a 80 gradi, e l'altro la materia grassa pure riscaldata alla stessa temperatura.

Detti liquidi, a mezzo di opportuni tubi si fanno entrare, dopo mescolati in quantità convenienti per la formazione del sapone, in un vaso detto a reazione (capace di resistere alla pressione di 1[1]0 d'atmosfera) ove arriva del vapor d'acqua. Detto vaso ha la forma di un tronco di cono, e porta a qualche centimetro al disopra della piccola base un disco perforato, per il quale penetra l'aria ed il vapore destinati a dividere i liquidi che devono fra loro reagire. L'eccesso d'aria e di vapore adoperati, si eliminano a mezzo di un tubo applicato alla parte superiore dell'apparecchio, e le materie saponificate s'otono continuamente da altro tubo posto lateralmente. Dalla materia saponificata, si separa la glicerina dal sapone mediante il noto metodo della salatura. Collo stesso apparecchio, secondo l'autore del processo, si possono preparare oltre i saponi a base alcalina anche quelli a base di calce.

Il principio su cui è basato il processo Rivière è molto razionale, ma solo la pratica potrà col tempo pronunciarsi definitivamente sopra il medesimo.

L'industria del sapone ha molta importanza per il nostro paese che ne è anche esportatore, ma onde gli industriali possano sostenere la concorrenza estera, devono seguire i nuovi perfezionamenti altrove introdotti. Per ciò fare è necessario ricorrere alla deglicerinatura delle sostanze grasse, sia colla parziale saponificazione sotto pressione, sia col vapore soprariscaldato o colla sola acqua a pressione, il quale metodo, colle modificazioni introdotte da Hugues, sembra potersi industrialmente compiere senza difficoltà.

Colori artificiali e loro applicazioni.

L'interesse che presentano, dal doppio punto di vista della scienza e dell'industria, i prodotti secondari della fabbricazione del gas illuminante vanno senza tregua crescendo, ed oggidì si

può ritenere che il va'ore della produzione delle materie coloranti artificiali è di circa 125 milioni all'anno. La sola Germania esportò nel 1886 chilog. 5,900,000 di materie coloranti e la Svizzera per un valore di circa 7,000,000. Gli splendidi risultati ottenuti in quest'industria sono dovuti unicamente all'influenza feconda delle ricerche scientifiche accoppiate ad una pratica razionale. L'ipotesi di Kekulé sulla costituzione dei carburi d'idrogeno della serie della benzina, fu il punto di partenza delle più salienti scoperte relative all'industria dei colori artificiali. Di detta industria, credo conveniente di riassumere brevemente la storia, onde meglio far risaltare i progressi che si verificarono in questi ultimi tempi. Fu Perkin che nel 1856 aprì la via a una tale industria colla scoperta della malveina, che fu ben tosto dimenticata quando comparve la fucsina, ottenuta industrialmente, qualche tempo dopo (1859) da Verguin (la cui formazione per l'azione del tetracloruro di carbonio sull'anilina era già stata constatata da Hofmann nel 1858). Nel 1861 la dimetilanilina trova la sua applicazione nella fabbricazione del violetto di Lauth, e si fabbrica in detto anno la prima materia colorante verde dal catrame di carbon fossile, il verde all'aideide d'Usèbe e il bleu d'anilina di Girard e Delaire. Nicholson nel 1862 scopre la proprietà che alcune materie coloranti bleu provenienti dal catrame, formano coll'acido solforico degli acidi solfonici colorati in bleu e solubili nell'acqua. Nel 1863 si producono industrialmente i derivati etilici e metilici della rosanilina conosciuti col nome di violetti Hofmann, e nello stesso anno Lightfoot prepara il nero di anilina. Nel 1864 Nicholson, in base alle ricerche di Griess (1858), sull'azione dell'acido nitrico sulle ammine aromatiche, introduce nel commercio l'ammido-azobenzol materia colorante gialla. Da detto corpo Caro e Martius ottennero nello stesso anno, mediante opportuno trattamento con cloridrato di anilina, una materia bleu, che compare in commercio col nome di indulina. Nel 1866 Caro e Wanklyn fanno rimarcare la relazione esistente fra la rosanilina e l'acido rosolico. Nello stesso anno vien preso da Keisser il primo brevetto per la preparazione del verde all'iodio. Nel 1869 Perkin riesce a

fabbricare la saffranina per ossidazione della malveina e Rosenstiel accenna alla esistenza di più rosaniline. In detto anno Graebe e Liebermann effettuano la classica sintesi dell'alizarina, materia colorante che dapprima si ricavava dalla robbia. Dopo la scoperta dell'alizarina, che segna una delle epoche più memorabili nell'industria dei colori derivati dal catrame, vi fu fino al 1874 un periodo d'arresto. Fu in questo anno che Caro trovò l'eosina (basandosi sopra i lavori di Baeyer del 1871 relativi alla condensazione dell'acido ftatico coi fenoli) ed è da questa epoca che venne messa in commercio una nuova serie di materie coloranti appartenenti a questo gruppo e di cui le più preziose sono i derivati della fluorescina e ceruleina.

Le ricerche di O. E. Fischer (1876) avendo provato che i colori di rosanilina appartengono al gruppo del trifenilmetano, condussero alla sintesi di una gran quantità di materie coloranti. I signori Witt e Caro scoprirono nel 1876 la crisoidina, prima materia colorante azoica applicata in tintura. Nello stesso anno e nel successivo la casa Poirrier mette in commercio i primi colori azoici solfoconiugati del naftol. Si fabbricarono dapprima coi derivati dell'azobenzol i gialli, gli aranciati e i bruni, indi i rossi e scarlatti e i violetti. Il grande sviluppo preso in questi ultimi anni nell'industria dei colori artificiali si deve in gran parte alla scoperta dei corpi appartenenti al gruppo azoico, e ciò perchè le materie coloranti che si ponno da essi ottenere sono quasi in numero illimitato, non solo per la possibilità di variare i componenti, ma anche per il fatto che alcuni azocolori ulteriormente trattati con acido nitroso danno origine a nuove materie coloranti azoiche.

Nel 1877-78 Doebner ottiene il verde malachite facendo agire il tricoloruro di benzile sulla dimetilanilina, e poco tempo dopo Fischer prepara il verde alla benzaldeide scaldando una miscela di dimetilanilina, benzaldeide e cloruro di zinco. Da poco tempo (1884), trovasi in commercio fra i derivati azoici il rosso Congo, appartenente alla serie della benzidina (che gode della proprietà di tingere il cotone senza l'intervento dei mordenti) e la crisamina o flavofenina che costituisce un bel corpo giallo.

Baeyer nel 1880 fa la sintesi dell'indaco, ottenendolo per l'azione di sostanze riducenti sopra l'acido ortonitrofenilpropionico. Detto acido, a causa dell'elevato suo prezzo, si impiega rare volte in tintura e si usa sol quando si ha di mira di ottenere qualche scopo speciale e che si potrebbe difficilmente conseguire coll'indaco naturale.

Le ricerche di Graebe, che provarono essere il bleu di alizarina preparato da Brank nel 1877 un derivato dell'antrachinoleina, condussero alla sintesi della chinoleina unitamente a nuove materie coloranti e ad altri corpi di una grande importanza tecnica.

Recentemente si ha preparato un giallo di grande bellezza condensando a caldo la chinaldina (derivato metilato della chinoleina) con l'anidride ftalica e i suoi derivati solfonici forniscono delle magnifiche tinte sulla seta e sulla lana. La fosfina che deve riguardarsi come un derivato della fenilacridina rientra pure nella serie della chinoleina avendo l'acridina legami di parentela con l'antracene. Le numerose ricerche effettuate sulla serie piridica (alla quale si è arrivati per opera dello studio fatto da Graebe sul bleu di alizarina) contribuirono potentemente a spiegare la costituzione di molti derivati colorati dalla chinoleina.

Nel 1881 Witt e Koechlin preparano l'indofenol e la gallo-cianina, e negli anni 1883-84 H. Caro e A. Kern introducono nell'industria la sintesi delle materie coloranti del trifenilmetano coll'ossicloruro di carbonio, già studiata da altri, e preparano da esso l'auramina e il bleu Vittoria.

I rapidi progressi fatti in questi ultimj anni nella fabbricazione dei colori artificiali e nella loro applicazione nella industria, si devono essenzialmente attribuire alla conoscenza della loro costituzione chimica, questa infatti non ci è solo di guida per giungere alla scoperta di nuovi colori, ma insegna eziandio al tintore la via a seguire nell'impiego dei mordenti, e nella scelta di altri mezzi per la migliore fissazione sui tessuti.

È principalmente O. Witt che si occupò di una tale questione colla sua ipotesi relativa ai diversi cromofori, che con-

tengono i corpi cromogeni. Questi possono essere colorati, come ad esempio l'azobenzol, senza avere la proprietà di colorare le fibre animali o vegetali (quest'ultime dopo convenientemente mordenzate), ma acquistano tale proprietà quando contengono dei gruppi salificabili. Se il gruppo salificabile ha carattere acido (OH per esempio), il mordente da usarsi dovrà essere basico (è il caso dell'alizarina), se è basico (NH_2 p. es.) la fissazione si farà sopra un mordente acido, generalmente sopra il tannino, come ad esempio per la fucsina. La teoria di Witt, conduce, fino ad un certo punto, a stabilire una classificazione scientifica delle materie coloranti. Mentre altre volte si classificavano sia per colori; colori rossi, bleu, ecc; sia per derivati della benzina, toluene, naftalina, antracene. Il Witt divide le materie coloranti in famiglie, i cui termini presentano fra loro, malgrado la differenza di colorazione, una concordanza nelle principali proprietà chimiche e tintoriali.

Considerate le sostanze coloranti dal punto di vista della loro costituzione chimica, si ponno dividere nei seguenti gruppi:

1. Materie coloranti nitate.
2. Coloranti azoici
3. Derivati dal trifenilmetano.
4. Derivati dall'antracene.
5. Derivati dalla chinolina.
6. Materie coloranti di ignota costituzione.

Non è qui certamente il caso di passare in rassegna i vari prodotti presentati all'Esposizione, ed i metodi diversi di preparazione che sono quasi sempre oggetto di speciali brevetti. Dirò soltanto come la categoria dei corpi azoici fu quella che prese il maggior sviluppo in questi ultimi anni. La loro preparazione industriale data dal 1876. Prima di quest'epoca non si conosceva che il bruno di Manchester, e fu solo dopo l'introduzione della crisoidina di Witt e Caro, e dell'orange di Poirrier, che comincia la grande produzione dei colori azoici di cui si serve oggidì il tintore. Fra le nuove materie coloranti, introdotte in commercio in questi ultimi tempi, si può ricordare il nero naftol, lo scarlatto doppio brillante, il rosso Apollon, la rodamina (che dà un color roseo fluorescente su lana

e seta (la galleina, la ceruleina, il bleu di chinolina, l'indulina, l'indofenol, la primulina, bruno d'antracene, crisoidina, auramina, rosso di chinolina, la crisofenina, rocellina, ecc.

Relativamente alle materie coloranti provenienti dai diversi legni coloranti, non vi era all'Esposizione novità di sorta, fatta eccezione dell'ematossilina industriale preparata da Sordes Huillard e C. Se effettivamente tale Ditta ottiene con metodi industriali detto prodotto, sarebbe un passo notevole in questa industria, poichè si avrebbe così concentrata in piccola massa molta materia colorante.

Le nuove materie coloranti crearono nuovi metodi di loro applicazione sui tessuti, e credo opportuno il dire qualche parola relativa al tino misto (ad indaco e indofenol), ideato da Durand Huguenin e C.; del metodo di Preibisch per la facile produzione del nero di anilina sopra i tessuti, e della produzione diretta di alcuni colori azoici sopra i medesimi.

La proprietà di alcune sostanze coloranti artificiali bleu di potersi applicare sopra i tessuti con metodi analoghi a quelli che si impiegano per l'indaco naturale, è nota già da qualche anno, ma i tentativi fatti per sostituirle all'indaco non condussero fino a questi ultimissimi tempi a buoni risultati, perchè le materie adoperate, o non godevano delle proprietà di stabilità e gradazione di tinta voluta, come avviene per le induline e indofenol, o perchè la materia che si doveva impiegare, come ad esempio il bleu di antracene, è molto costosa.

Un tale problema sembra ora risolto dalla ditta L. Durand Huguenin e C., la quale unitamente a molte materie coloranti presentava uno studio comparativo fra tessuti tinti col tino d'indaco naturale, e con tino misto di indaco ed indofenol.

Nel mentre l'indofenol usato da solo, fornisce tinte violacee e non uniformi, impiegato unitamente all'indaco naturale si fissa sulle fibre in modo perfetto e stabile come avviene in un tino a solo indaco. Se i primi risultati finora ottenuti saranno confermati dalla pratica, è certo che al tino misto è riservato un bell'avvenire, qualora risultasse industrialmente confermato il suo minor costo in confronto dell'ordinario tino d'indaco.

Il modo di preparare il tino misto di indaco e indofenol consigliato dagli autori è il seguente:

Soluzione fatta con

Indaco	20,00
Indofenol	— 60
Bisolfito di sodio a 39-40 Baumé	96,00
Sale di stagno	13,20
Zinco metallico in polvere	16,10
Acqua	600,00

si rimescola per un'ora e poi si aggiungono 52 litri di soda caustica a 38 Baumé, si agita la miscela e all'indomani si versa la soluzione nel bagno di tintura che dovrà contenere

Acqua	litri 5500
Idrosolfito di sodio	» 310

Durante la tintura, il bagno viene alimentato con una data quantità della soluzione sopra indicata.

L'idrosolfito si prepara con

Acqua	1½ litro
Zinco	20 grammi
Bisolfito di sodio a 39-40 Baumé	1½ litro
Sale di stagno	21 grammi

Si agita il tutto e si aggiungono 80 parti di soda caustica a 38 Baumé.

I prodotti esposti dalla ditta Koechlin-Baungartner e C. di Luxeuil ci offrono un bell'esempio di produzione di colori azoici formati direttamente sopra i tessuti. Il principio sopra cui si fonda un tal metodo di tintura, è basato sulla proprietà che la formazione d'una materia colorante azoica avviene per la reazione di un composto diazoico di una ammina aromatica (le ammine aromatiche primarie i cui sali sono facilmente solubili nell'acqua come l'anilina, la xilidina, ecc., sono diazotate quasi istantaneamente in soluzione acida per l'aggiunzione di una quantità equivalente di nitrato di sodio disciolto nell'acqua) sopra un fenol o suoi acidi solfonici in soluzione al-

calina, o sopra un'ammina, o suoi acidi solfonici in soluzione leggermente alcalina neutra o debolmente acida. La reazione che dà luogo ad un colore azoico avviene quasi istantaneamente quando i due prodotti componenti sono in soluzione.

Recentemente la ditta F Bayer e C. prese una privativa per ottenere tessuti stampati in base all'indicato principio.

L'apparecchio di Preibisch per la produzione del nero d'anilina sui tessuti, consta essenzialmente di una cassa nella quale i medesimi, convenientemente preparati con sale d'anilina e materia ossidante sono, a mezzo di opportuni rulli, messi in movimento. Nell'interno dell'apparecchio è mantenuta una temperatura di circa 50 gradi, e si fa una conveniente aspirazione onde eliminare rapidamente dal medesimo il cloro che svolgesi durante l'essiccamento del tessuto. Con ciò si evitano gl'inconvenienti che spesso si osservano nell'impiego dei metodi ordinari e che sono causa di incompleta fissazione della tinta ed alterazione della fibra del tessuto.

In questi ultimi tempi si cercò pure di introdurre nuovi mordenti, quali ad esempio il sale di Haën, che è un fluoruro d'antimonio con solfato di ammonio ($SbFl_3 + (AzH_4)_2SO_4$) il rodanato basico d'alluminio (Al_2) ($CAzS$) (OH)₄, il fluoruro di cromo, il bicromato di potassio, che si riduce coll'iposolfito di sodio o l'acido idrosolfuroso.

Sull'avvenire dei detti mordenti la sola pratica potrà dare un giudizio.

Negli apparecchi adoperati per la tintura, stampa ed apprettatura dei tessuti, non si introdussero in questi ultimi anni essenziali modificazioni, si rileva però in generale un certo perfezionamento nella loro costruzione.

Fra gli apparecchi di tintura che presentavano qualche novità, vi è da ricordare l'apparecchio di Klaunder per la tintura delle matasse.

Esso consiste in un tamburo in legno entro il quale le matasse, messe opportunamente sopra bastoni, subiscono un movimento di rotazione e vengono per tal modo a contatto colla materia colorante che si trova nel tamburo stesso.

Secondo l'autore, detto processo avrebbe il vantaggio di risparmio di tempo, nel minor consumo in materie coloranti, e di intrecciare meno il filato in confronto di quando si opera col metodo ordinario. Detta macchina può anche servire per la lisciviazione delle matasse con alcali.

La ditta Corron espone macchine a movimento alternativo per tingere matasse. In queste macchine, i bastoni che sostengono le matasse nel bagno, sono spostati individualmente lungo il medesimo, e nello stesso tempo le matasse si muovono sui loro sostegni.

Le matasse vengono capovolte durante il movimento d'ascesa dei portamatasse, e girano sui bastoni, compendosi un lavoro analogo a quello che eseguisce a mano l'operaio tintore.

La stessa Ditta espone pure macchine a movimento alternativo per lavare i tessuti, i quali si muovono continuamente a mezzo di un tamburo oscillante di maniera che il tessuto si trova ora immerso nell'acqua ed ora esposto all'aria.

Detto apparecchio può pure servire per l'imbiancamento. In questa operazione i tessuti sarebbero successivamente immersi nella soluzione decolorante ed esposti all'azione dell'aria.

Da quanto venni esponendo risulta evidente l'importanza che potrebbe avere nel nostro paese la fabbricazione delle materie coloranti artificiali di cui se ne fa tanto consumo nell'industria tintoria. Le materie prime cioè: l'acido solforico, l'acido nitrico, si trovano o si potrebbero avere in Italia; il primo è più a buon mercato presso di noi che non in Francia ed in Germania, e con esso si fabbrica a basso prezzo l'acido nitrico. La benzina (e gli altri prodotti del catrame) si potrebbe facilmente avere dalle nostre fabbriche di gas, o si potrebbe, qualora non fosse sufficiente quella prodotta in paese, ricorrere, come si usa in Francia ed in Germania, alla produzione inglese.

Per attuare però in Italia la fabbricazione dei colori derivati dal catrame di carbon fossile, occorre oltre l'iniziativa, che sia dichiarata esente da dazio d'entrata la benzina e prodotti analoghi (oggi assimilati al petrolio), poichè, non essendo in proporzione con quello che pagano i colori artifi-

ciali, ne risulta che il dazio attuale sulla benzina è proibitivo in Italia per un fabbricante di materie coloranti artificiali.

Industria della cellulosa del legno.

La preparazione della cellulosa del legno quale materia prima per la fabbricazione della carta, subì in questi ultimi tempi notevoli perfezionamenti, specialmente per opera di Ekman e Partington i quali resero pratico il metodo del trattamento del legno coi bisolfiti di magnesio o di calcio.

La preparazione della cellulosa di legno al bisolfito, a causa della qualità e del basso prezzo a cui si produce, prese in questi ultimi anni notevole sviluppo in Norvegia ed in Svezia, Da non molto Ekman fondò a Dieppe (Francia) un'importante fabbrica di cellulosa di legno d'abete e si produce carta di buona qualità esclusivamente con essa. Presentemente lo stesso Ekman si occupa dell'impianto di uno stabilimento in Italia per la fabbricazione della cellulosa.

La Ditta Wertheimer a Okriftel in Germania è pure una fra le principali fabbriche di pasta di legno al bisolfito.

L'estendersi del processo ai bisolfiti sarà certamente causa di ulteriori ribassi nel prezzo della carta, ed i fabbricanti Svedesi lo vedono sì prossimo, che hanno sentito il bisogno di costituirsi in sindacato per tener alti i prezzi sul mercato.

La cellulosa al bisolfito è, sia per rapporto alla bianchezza che alla resistenza di molto superiore a quella che si ottiene dal legno con altri mezzi chimici o meccanici.

La cellulosa al bisolfito può ritenersi il vero surrogato della cellulosa di lino, e ciò si può dedurre dal prezzo commerciale che ha attualmente la pasta per carta proveniente da diverse materie prime.

La cellulosa di cenci di lino vale L. 55-60 al quintale.

La cellulosa di legno al bisolfito

- » di 1^a qualità L. 50 — 54 al quintale
- » di paglia » 45 — 48 »
- » di cenci di cotone » 40 »
- » di legno meccanico ottenuto con processi diversi » 12 — 35 »

Il metodo di preparazione della cellulosa coi bisolfiti consiste essenzialmente nel trattare il legno in apposite caldaie, a caldo e sotto conveniente pressione, con una soluzione di bisolfito di calcio o di magnesio di forza tale, da contenere 1.4 0/0 di ossido di magnesio (od equivalente in calce), e il 4.4 0/0 di acido solforoso. La caldaia in cui si fa tale operazione è riempita della soluzione di bisolfito fino a che essa copra perfettamente il legno e che vi resti ancora uno spazio sufficiente nella parte superiore della medesima per formare una camera di vapore.

La soluzione che resta dopo il trattamento del legno col bisolfito contiene sostanze analoghe alla gomma e provenienti dalle materie resinose ed incostanti del legno.

Dette sostanze, secondo Ekman, si possono usare come surrogati della destrina nell'apprettatura dei tessuti e in altri usi.

La fibra risultante dal trattamento del legno è conveniente da sola per ottenere della carta di buona qualità. La purezza della cellulosa ottenuta col metodo dei bisolfiti è tale, che all'azione dei reagenti chimici si comporta in modo che molto si avvicina alla cellulosa ottenuta dagli stracci.

Infatti, la cellulosa preparata coi bisolfiti, a causa della quasi completa assenza delle sostanze incrostanti e resinose, trattata con acido solforico a 66 gradi Baumé non si carbonizza istantaneamente, come ha luogo per la cellulosa di legno preparata con altri processi, ma subisce soltanto un abbrunimento più o meno sentito.

Anche l'azione che sopra di essa hanno le soluzioni di fluoroglucina o naftilamina ne provano la sua maggior purezza in confronto alle cellulose ottenute dal legno con altri procedimenti.

La cellulosa ottenuta dal legno col metodo del bisolfito, era quanto di più interessante si poteva osservare all'Esposizione di Parigi nell'industria della carta, relativamente ai rapporti che essa ha colla chimica.

Nel nostro paese, ove in alcune località la legna, lo zolfo e la calce (materie prime per tale industria) non fanno difetto, la fabbricazione della cellulosa di legno col metodo dei bisol-

fiti (che ora è limitata ad una sola fabbrica), mi sembra abbia avanti a sè un bell'avvenire. Lo sviluppo di tale industria uel nostro paese, ci emanciperebbe dalla importazione dall'estero al quale siamo oggidì in parte tributari.

Della seta artificiale.

La seta artificiale prodotta dal signor Chardonnet a mezzo della cellulosa nitrata formava una delle più attraenti novità che figuravano nella galleria del lavoro all'Esposizione di Parigi.

L'inventore espose unitamente agli apparecchi in funzione per la produzione del nuovo prodotto, anche dei bellissimo tessuti con esso confezionati, e nei quali era impiegata sia da sola, che mescolata con cotone e seta ottenuta dai bozzoli.

La seta artificiale null'altro è che cellulosa nitrata convenientemente disciolta e filata.

Per ottenere un tale prodotto, secondo le indicazioni date dal Chardonnet, si nitra la cellulosa in modo da renderla solubile in una miscela d'alcool ed etere. Ordinariamente si disciolgono in 100 parti di miscela alcoolica eterea (fatta con 38 parti di etere e 42 di alcool) 6,5 parti di cellulosa nitrata. Tale soluzione si mescola con altra soluzione contenente un protocloruro metallico riduttore (di ferro, cromo, manganese, stagno, ecc.) ed una piccola quantità di una base organica ossidabile, p. e., anilina, unitamente alla materia colorata destinata a tingere la seta. Per materia colorante servono quasi tutti i colori artificiali provenienti dal catrame di carbon fossile, o aventi altra origine, purchè non abbiano reazione acida e siano solubili nell'alcool e nell'etere.

Fatta la miscela delle predette due soluzioni si lascia il liquido che se ne ottiene in riposo fino a reazione completa. Si ha così un liquido denso, che è la soluzione madre della seta artificiale.

La soluzione madre si introduce in un recipiente ove una pompa ad aria può far salire la pressione a più atmosfere. Il fondo di codesto recipiente porta un numero di filiere uguale a quello dei fili serici che si vogliono produrre volta per volta.

sferica e trasformarsi nuovamente in biossido. Tale proprietà fu proposta da Boussingault fino dal 1850, ma i risultati ottenuti furono negativi, perchè l'ossido di bario, nelle condizioni in cui allora si operava, perdeva dopo un certo tempo della proprietà di assorbire e cedere ossigeno.

Brin superò una tale difficoltà mediante storte opportunamente accoppiate e nelle quali l'ossidazione dell'ossido di bario si ottiene con aria spogliata dall'anidride carbonica (a mezzo d'ossido di calcio o di sodio) e mantenendo, entro convenienti limiti, la temperatura di disossidazione del biossido di bario, la quale non deve di molto scostarsi dagli 800 gradi, mentre che quella delle perossidazione deve essere compresa fra i 500-600 gradi. Nel periodo di disossidazione l'ossigeno si aspira dalle storte con opportuni apparecchi meccanici, e in quello di perossidazione si introduce l'aria nelle medesime per mezzo di pompe o di opportuna aspirazione.

L'autore del processo propone non solo l'impiego dell'ossigeno per preparare l'ozono a mezzo dell'elettricità, ma eziandio di raccogliere separatamente l'azoto e di usarlo per la sintesi dell'ammoniaca, combinandolo direttamente coll'idrogeno, facendolo passare unitamente a vapore acqueo in una storta contenente carbone incandescente. Si formerebbe ossido di carbonio ed ammoniaca.

Il processo Brin quantunque non raggiunga lo scopo di produrre industrialmente l'ossigeno a buon mercato, pur tuttavia, per il perfezionamento negli apparecchi usati per la sua preparazione segna un progresso in questo ramo di industria.

L'officina Brin presso Parigi può produrre 100 m. c. d'ossigeno al giorno, e per ciascun chilogr. di barite si ottengono in ogni singola operazione da 50 a 60 litri d'ossigeno.

Dell'acqua ossigenata.

La consumazione dell'acqua ossigenata va crescendo di anno in anno, ed a misura che il suo prezzo diminuisce l'industria l'applica a nuovi usi.

Oggidì viene adoperata come mezzo d'imbiancamento delle sete selvatiche, della lana (la quale così imbiancata più non ingiallisce) delle penne, dell'avorio, dell'osso, ecc. Diversi espositori presentarono sostanze imbiancate con tale reagente, il quale incomincia ad acquistare un'importanza industriale.

Non fu che verso il 1870 che gl'industriali rivolsero l'attenzione sul gran potere decolorante dell'acqua ossigenata messa in commercio dalla casa Hopkin e Williams di Londra, al titolo del 10 O₁₀ in volume ed al prezzo di L. 12.50 al kg. Nel 1880 l'acqua ossigenata comparve sul mercato francese come mezzo decolorante ad un prezzo relativamente basso, cioè di L. 3.00 al chilogr. Ciò fu una conseguenza della preparazione industriale a modico prezzo del biossido di bario anidro (al 70-75 O₁₀ di biossido) messo in commercio dalla casa Haën di Hannover, e che, come è noto, è la materia prima per la produzione dell'acqua ossigenata. Trattandosi di un prodotto, la cui fabbricazione è sul nascere nel nostro paese, credo utile il dire qualche cosa sulla sua preparazione. Osservo perciò che la buona riuscita nella produzione dell'acqua ossigenata (onde ottenere un prodotto ricco in ossigeno attivo e facilmente serbevole) dipende dalla purezza dei reattivi impiegati e dalle cure poste nella fabbricazione. Il biossido di bario si tratta dapprima con acqua, onde togliervi l'ossido (col quale è sempre frammisto) ed il residuo ridotto a consistenza melmosa con acqua, si decompone con un acido convenientemente diluito usando a preferenza l'acido fluosilicico o fosforico puri, nei quali si fa cadere lentamente il biossido spapolato in acqua in modo che la temperatura non oltrepassi i 20 gradi. Allorquando la miscela ha raggiunto il grado di neutralità voluto si decanta il liquido chiaro, dal quale si separa la poca barite che tiene disciolta con l'aggiunta di solfato di sodio. Si ha così un'acqua ossigenata di buona qualità, concentrata e facile a conservarsi per più mesi (qualora sia mantenuta a bassa temperatura e all'oscuro), tanto in recipienti di vetro che in fusti di legno catramati o di ferro bianco rivestiti con una vernice di succino; in simili recipienti si trasportò dell'acqua ossigenata dalla Francia in America.

In questi ultimi tempi (1887) Siegfried-Lustig propose un nuovo metodo per la preparazione dell'acqua ossigenata, e che consiste nel far agire l'amalgama di zinco sopra di una soluzione alcoolica d'acido solforico agitata in presenza d'aria. Perciò si agita in presenza d'aria dell'amalgama di zinco con una soluzione alcoolica di acido solforico formata con 4 volumi di acido solforico a 15 gradi Baumé e 96 volumi di alcool al 99 0/10. Dopo mezz'ora aggiungesi 4 volumi di acido solforico diluito a 15 Baumé e agitasi nuovamente. Il solfato di zinco insolubile si separa colla filtrazione, e dopo di aver separato l'alcool mediante distillazione a debole pressione, si ha una soluzione assai concentrata di acqua ossigenata.

L'acqua ossigenata si impiega con metodi diversi a seconda delle sostanze che si vogliono imbiancare. L'avorio, le ossa e le sostanze analoghe si imbiancano usando una soluzione acidificata d'acqua ossigenata. Per imbiancare sostanze fibrose, come capelli, seta Tussah, piume, ecc., ecc., si usa l'acqua ossigenata in soluzione diluita addizionata di ammoniacca, oppure si imbevono le fibre in acqua ossigenata e si espongono in seguito ai vapori dell'ammoniaca, ripetendo l'operazione, se una prima non raggiunge l'effetto completamente voluto. Da poco si usa l'acqua ossigenata per imbiancare la lana dopo digrassata (così imbiancata non più ingiallisce col tempo) sia usandola in soluzione acida, che unitamente a silicato o carbonato di sodio.

Schmid la raccomanda in tintoria come corrodente di alcuni colori. L'acqua ossigenata è anche suscettibile di altre numerose applicazioni.

Può impiegarsi in soluzione alcalica per togliere le macchie di vino, di frutta, d'inchiostro, ecc., sulle stoffe bianche.

Pommer ed Ebell, in seguito agli studi di Bert e Reynard, sull'azione antizimotica dell'acqua ossigenata, ebbero l'idea di applicare questo reattivo per regolarizzare o interrompere la fermentazione nei vini, birra, ecc.

Gli assaggi fatti per la conservazione dei frutti, legumi, ecc. sembra che condurranno a risultati pratici. In medicina l'acqua ossigenata è chiamata ad essere impiegata nella terapeutica delle malattie parassitarie.

Anidride carbonica e solforosa liquide.

Loro applicazioni.

L'anidride carbonica liquida che or son pochi anni era una curiosità di laboratorio, oggidì si produce a basso prezzo in grande quantità ed è utilizzata in molte industrie.

L'anidride carbonica liquida si prepara decomponendo col calore il bicarbonato di sodio (o di potassio) in modo da raccogliere l'anidride carbonica esente d'aria in opportuno gasometro del quale è aspirata a mezzo di pompe e compressa in apparecchio composto di più cilindri nei quali la pressione è portata a 60 atmosfere. Il bicarbonato alcalino si ottiene a mezzo dei prodotti della combustione di un forno a coke che si fanno agire sopra carbonato di sodio in apparecchi analoghi a quelli già da tempo adoperati da Ozouf. L'anidride carbonica si può pure avere dalla decomposizione dei carbonati terrosi con acido solforico.

La *Carbonique Société Anonyme pour la fabrication de l'acide carbonique liquide à Louvain* (Belgio), l'*officina di Viller* presso Hermes in Francia, l'*Actien gesellschaft für Koblenssäure-industrie* di Berlino, la ditta *Kuoenheim e C.* pure di Berlino, mettono in commercio l'anidride carbonica liquida al prezzo di circa 3 lire al kg. in bottiglie di ferro resistenti alla pressione di 250 atmosfere. L'anidride carbonica liquida alla temperatura di zero gradi esercita una pressione di 36 atmosfere che salgono a 74 a 30 gradi; con bottiglie quindi resistenti a 250 atmosfere nessun pericolo vi è nel loro maneggio. Un litro di anidride carbonica liquida corrisponde a circa 500 litri di gas.

È noto che l'anidride carbonica liquida si trasforma parzialmente in solida quando prende lo stato gassoso (per la sottrazione di colore proveniente da una parziale vaporizzazione). Una proprietà assai interessante per le applicazioni industriali dell'anidride carbonica solida è quella di mantenersi per un tempo relativamente lungo, in tale stato a contatto dell'aria.

L'esperienza ha provato che un pezzo di anidride carbonica solida convenientemente compressa non manifesta perdite sensibili dopo 9 ore di esposizione all'aria.

L'anidride carbonica liquida, come l'etere, l'ammoniaca, l'aria, ecc., serve alla produzione artificiale del ghiaccio e del freddo delle cui applicazioni accennerò trattando dell'impiego dell'anidride solforosa liquida.

L'anidride carbonica liquida si usa per produrre forti pressioni, e nell'officina Krupp si impiega fino dal 1881 la pressione che esercita l'anidride carbonica, passando dallo stato liquido al gassoso, per comprimere l'acciaio durante il raffreddamento del medesimo.

Anche M. Arthur a Berndorff presso Vienna adopera tale mezzo per la produzione delle ghise compatte.

Il dott. W. Raydt usò l'anidride carbonica liquida per sollevare nell'acqua di mare rilevanti pesi. Si impiegano perciò dei palloni vuoti muniti di un piccolo recipiente di anidride carbonica liquida che si utilizza a tempo opportuno. Un pallone di tre metri di raggio nell'acqua di mare sostiene un peso di 112,000 chilogr.

La forte tensione dell'anidride carbonica liquida, che a 50 gradi è di circa 100 atmosfere, permette di poterla utilizzare come forza motrice.

Infatti, un recipiente di anidride carbonica liquida alla temperatura ordinaria, rappresenta una certa quantità di energia immediatamente disponibile, a condizione che il raffreddamento dovuto alla vaporizzazione di una parte del liquido non abbassi di troppo la temperatura.

La città di Berlino si serve di pompe per l'estinzione degli incendi, che sono mosse dall'anidride carbonica durante il tempo necessario perchè il generatore di vapore, che deve farle funzionare, possa produrre vapore ad una pressione conveniente per poterle da solo metterle in movimento. Altre applicazioni si fecero dell'anidride carbonica come forza motrice. Si usa l'anidride carbonica liquida per la produzione delle acque gasose, per la conservazione della birra e per la spilatura della medesima dai barili di consumazione, sostituendo

in questo caso la pressione esercitata all'anidride carbonica, a quella fatta coi metodi ordinari di pressione mediante aria.

Il signor Bergé Albert applicò l'anidride carbonica sotto pressione, da sola o mescolata ad anidride solforosa, nella saccharificazione delle sostanze amidacee impiegandole come mezzo di esercitare pressione. In tal modo si può fare la saccharificazione sotto forte pressione e ad una temperatura inferiore a quella che corrisponde alla pressione stessa qualora si ottenesse col solo calore; i prodotti secondari che si formano sono in questo caso in minore quantità.

La saccharificazione con anidride solforosa o carbonica liquida è un fatto che può avere molta importanza, non solo nella fabbricazione dell'alcool, ma eziandio del glucosio.

L'anidride carbonica fu sperimentata nell'industria tintoria (nelle operazioni di mordenzatura) e in quella del candeggio dei tessuti; solo il tempo potrà provare se dal suo impiego le dette industrie potranno trarne realmente vantaggio.

L'anidride solforosa liquida si prepara a mezzo della reazione di Melsens, che consiste nel far agire i vapori di solfo a 400 gradi sopra acido solforico a 66 gradi Baumé. Mediante opportuno raffreddamento si condensa l'acido solforico mescolato all'anidride solforosa, ed indi si raccoglie quest'ultima in un gazometro dal quale con opportune pompe si aspira e comprime a tre atmosfere in grandi recipienti dopo di averla essiccata. Da questi si fa passare in altri recipienti di rame della capacità di 50 a 100 litri, oppure in bottiglie di vetro (analoghe a quelle in uso per l'acqua di seltz contenenti circa 700 grammi di liquido) e si mette in tale stato in commercio.

L'officina di Anthy, della *Compagnie industrielle des procédés Raoul Pictet*, produce annualmente 50,000 chil. di anidride solforosa liquida che esporta in tutti i paesi, anche i più caldi, senza inconvenienti di sorta. Infatti la tensione dei vapori di anidride solforosa non è che di 5 atmosfere alla temperatura di 35 gradi centigradi sopra zero.

L'anidride solforosa si usa oggidì come mezzo di disinfezione dei locali, nell'imbianchimento delle fibre di lana e seta, per

la estinzione degli incendi (ed in particolar modo dei fuochi nei camini).

Dell'anidride solforosa liquida se ne fa grande uso nella fabbricazione del ghiaccio, ed in macchine speciali per la produzione del freddo, utilizzate in molte industrie, quali ad esempio nelle birrerie, stearinerie, trasporti di carni fresche, rettificazione dell'alcool, conservazione seme bachi, concentrazione delle acque minerali, nella fabbricazione della margarina, ecc.

Poetsch utilizzò la produzione artificiale del freddo nella costruzione di pozzi in terreni acquitrinosi congelando per una conveniente superficie e profondità i medesimi, permettendo in tal modo agli operai di fare lavori in muratura. Il congelamento si ottiene introducendo nel terreno dei tubi di ferro nei quali mediante opportuna disposizione si mantiene in movimento una soluzione di cloruro di calcio (alla densità di 40 Baumé) che entra nei medesimi alla temperatura di -25 gradi e sorte a -19 .

Questo metodo di costruzione nei terreni acquitrinosi ricevette già varie applicazioni, ed una delle più recenti è quella fatta nella miniera di Königs Wusterhausen presso Berlino.

Nella galleria costrutta nel 1885, per riunire due quartieri di Stocolma separati da una collina, Lindmark applicò il principio della congelazione del terreno mediante aria raffreddata a -20 la quale, durante la notte, congelava quella parte di terreno (metri 1.50 circa) che nel giorno seguente si doveva scavare per aprire la galleria e rivestirla con muratura.

I lavori già fatti provano l'importanza che può acquistare la produzione artificiale del freddo (con anidride solforosa o con altri metodi) nell'arte dell'Ingegneria.

Il Pictet considerando la grande volatilità dell'anidride carbonica liquida e la volatilità molto minore dell'anidride solforosa, pensò di preparare un liquido di volatilità intermedia a quella corrispondente ai detti prodotti. Perciò mescola quantità determinate di anidride solforosa e carbonica, oppure comprime i gas che si ottengono dal trattamento dell'acido solforico con carbone. Produce così un liquido, detto liquido Pictet, che bolle a -19 e che serve in modo più economico in alcune appli-

cazioni (compresa quella della produzione del freddo) a cui ordinariamente si impiega l'anidride carbonica o solforosa separatamente.

Estrazione dello stagno dai ritagli di latta.

È noto che la latta è ferro stagnato, e che numerosi furono i processi proposti per separare da essa lo stagno onde averlo sotto forma commerciale (esente per quanto possibile di ferro) lasciando per residuo il ferro, che così privato dello stagno può servire nelle officine metallurgiche.

Il metodo di Higgin di Manchester, proposto fin dal 1854 fu introdotto in molte officine di Inghilterra, America, Austria. Detto metodo è basato sulla proprietà dell'acido cloridrico e nitrico di disciogliere lo stagno e sulla possibilità di poterlo precipitare sotto forma di ossido mediante la calce, od allo stato metallico in forma di polvere grigia trattando la soluzione stessa con zinco metallico.

Molti altri metodi furono in questi ultimi anni proposti, ma senza successo industriale, per rendere più economica la lavorazione dei ritagli di latta. Recentemente il sig. Alfredo Lambotte mise in pratica un nuovo processo per estrarre lo stagno dai ritagli sopra accennati, ed esponeva una serie di prodotti, specialmente per uso di tintoria, ottenuti col suo metodo.

Detto processo è basato sull'impiego del cloro e dell'acido cloridrico gassoso mescolati con aria od altro gas inerte. L'operazione si fa in apposito forno a temperatura tale da volatilizzare il cloruro di stagno che si forma.

Il cloro e l'acido cloridrico devono essere in un conveniente stato di secchezza per agire sullo stagno, ma dopo la reazione, è utile introdurre un poco di vapore di acqua per favorire la formazione del cloruro di stagno idrato, più facile a condensarsi. Esso si raccoglie in opportune camere che sono in comunicazione colla parte superiore del forno.

Col processo Lambotte si evitano, secondo quanto asserisce l'inventore, gli inconvenienti che si riscontrano negli altri metodi, basati specialmente sull'impiego dell'acido cloridrico

o cloro, e che provengono dalla difficoltà di limitare la loro azione al solo stagno e di poter arrestare l'operazione a tempo onde impedire la formazione del cloruro di ferro.

Industria dei fosfati per uso dell'agricoltura.

La constatata utilità dei fosfati impiegati nell'agricoltura, e la conseguente maggior ricerca, furono la causa dello sviluppo che si verificò in questi ultimi anni nell'industria dei fosfati. Se dall'Esposizione di Parigi non si rilevano progressi relativi ai processi di fabbricazione dei perfosfati e fosfati precipitati, ivi si trovano però utilizzate nuove materie prime che per il passato andavano perdute.

Fra i nuovi materiali si devono annoverare i fosfati Thomas, conosciuti anche col nome di scorie fosfate, fosfati basici, e scorie di defosforazione, le quali come è noto si ottengono nella trasformazione, delle ghise fosforate in acciaio, a mezzo della calce e della magnesia.

Esse contengono in media :

Acido fosforico . . .	dal 10 al 19 0 0
Ossido di calcio . . .	» 45 » 60 0 0
» di magnesio . . .	» 3 » 4 0 0
» di ferro . . .	» 13
» di manganese . . .	» 4 » 5 0 0
» di alluminio . . .	» 1

L'utilizzazione delle scorie si fa riducendole in polvere fina ed impiegandole senza ulteriore trattamento, come ingrasso. L'esperienza ha dimostrato che l'acido fosforico delle scorie ha un potere fertilizzante, non molto inferiore a quello dei fosfati precipitati e dei perfosfati.

L'acido fosforico si trova infatti in esse sotto forma assimilabile, essendo per la maggior parte solubile nel citrato d'ammonio.

Le esperienze fatte sulle scorie prodotte dalla *Société Anonymes de Forges et Aciéries du Nord et de l'Est* hanno dato i seguenti risultati :

2 kg. di acido fosforico di scorie fosfate in polvere costano meno e danno migliori risultati che :

1 kg. di acido fosforico di superfosfati ;

3 kg. di acido fosforico sotto forma di Guano del Perù ;

10 kg. di acido fosforico sotto forma di farina di ossa ;

10 kg. di acido fosforico sotto forma di farina di caproliti ;

L'impiego ognor crescente dell'acido fosforico in agricoltura indusse gli industriali alla ricerca di nuovi materiali ed alla utilizzazione di materiali poveri, dapprima non utilizzati.

La Ditta Solvay e C^a si occupa attualmente di tale industria ed esponeva a Parigi una interessante raccolta di prodotti fosfati per uso dell'agricoltura, ottenuti dall'arricchimento dei fosfati naturali dei contorni di Mons e Orville presso Doullens, i quali, senza preventivo arricchimento non si potrebbero utilizzare nella preparazione dei superfosfati. L'arricchimento viene fatto con procedimenti meccanici consistenti nel sottoporre il fosfato povero a forte calcinazione, in modo da convertire il carbonato calcareo in calce caustica, che con successiva idratazione e lavatura, si può facilmente (essendo la calce idrata più leggiera del fosfato) separare dal fosfato reso ancor più pesante dalla calcinazione. Fra i procedimenti chimici per l'utilizzazione dei fosfati poveri merita di essere ricordato il brevetto recentemente preso dalla Ditta Solvay. Il metodo consiste nel trattare i fosfati poveri con bisolfito di calcio in quantità equivalente al carbonato di calcio che contengono, il quale verrebbe decomposto, mentre il bisolfito si trasformerebbe in solfito neutro.

Facendo poi gorgogliare nella soluzione ottenuta dell'acido solforoso, la metà del monosolfito insolubile si riduce a bisolfito solubile.

Il prodotto finale risulterebbe da una soluzione di bisolfito e d'un residuo di fosfato e solfito di calcio che sono separati per levigazione.

Gli stabilimenti della Società Solvay per l'arricchimento dei fosfati naturali di calce poveri installati in località diverse sono i seguenti:

1° Le officine di Mesvin-Ciply, Spiennes e Ciply nel Belgio per l'arricchimento della creta fosfatata dei dintorni di Mons e fabbricazione dei superfosfati;

2° L'officina di Hemixem presso Anversa per la fabbricazione dei superfosfati di calce;

3° Officina della Madeleine-lez-Lille (Francia) per la stessa fabbricazione;

4° L'officina Orville presso Doullens (Francia) che fornisce i fosfati ricchi della Somma.

I detti stabilimenti producono annualmente 50,000 tonnellate di fosfati di calce a differenti titoli, di cui la maggior parte è adoperata per la fabbricazione dei superfosfati di calce.

Le dette fabbricazioni occupano 450 operai e 17 macchine vapore d'una forza totale di 400 cavalli vapore, ed i prodotti fabbricati sono i seguenti:

	}	a 40 — 45 0 0	
Fosfati ricchi di Mons		» 45 — 50 »	
		» 50 — 55 »	
		» 55 — 60 »	
Fosfati della Somma	.	» 50 — 80 »	
Superfosfati di calce	.	dal 8 al 18 »	di acido fosforico solubile nell'acqua.

La *Société Anonyme des Glaces et Manufactures* de Saint Gobain espone fra i prodotti industriali dell'acido fosforico. Detto prodotto può avere grande importanza nell'industria dei concimi, potendosi con esso preparare fosfato ad alto titolo in acido solforico assimilabile.

La tendenza degli industriali nel produrre fosfati ricchi (onde diminuirne il prezzo di trasporto) appare evidente nei prodotti presentati da diversi espositori, fra i quali si trovano i superfosfati e fosfati precipitati ad alto titolo in acido fosforico. È questo un fatto che dovrebbe esser preso in seria considerazione dalla maggior parte dei nostri agricoltori, la generalità dei quali, per un interesse male inteso, preferiscono acquistare fosfati a basso titolo, obbligando indirettamente i fabbricanti a mescolare, i superfosfati ricchi che producono, con gesso od altre

sostanze inerti, e di sostenere perciò inutili spese che sono poi pagate dall'agricoltore. Queste si potrebbero evitare qualora si preferissero i fosfati ricchi invece che a basso titolo.

Industria del bitartrato di potassio ed acido tartarico

L'industria del bitartrato di potassio ed acido tartarico ha molta importanza per l'Italia, e potrebbe svilupparsi considerevolmente qualora si facesse una migliore utilizzazione dei residui della fabbricazione e conservazione del vino, e che i prodotti greggi fossero lavorati anzichè esportati.

Nell'industria del bitartrato di potassio si introdusse in questi ultimi tempi la preliminare arrostitura a circa 160-180 gradi della materia prima adoperata per la preparazione del cremortartaro bianco (oppure prima della sua trasformazione in acido tartarico). A detta temperatura molte impurità della materia greggia si trasformano e diventano insolubili nell'acqua. Per tal modo riesce più facile la raffinazione del bitartrato greggio e la preparazione dell'acido tartarico.

Nella preparazione del bitartrato di potassa dalle feccie di vino od altri prodotti, fu pure da non molto tempo introdotto il processo dell'acido solforoso, che descriverò in appresso trattando della preparazione dell'acido tartarico.

L'acido tartarico si fabbricò fino a questi ultimi tempi mediante la decomposizione con acido solforico del tartrato di calcio, preparato coi noti metodi di Scheele modificato da Lowitz o di Kestner.

La Ditta Mante Legré e C^a di Marsiglia presentò all'Esposizione di Parigi dell'acido tartarico preparato col metodo di Gladysz che credo conveniente qui brevemente riassumere.

Il processo Gladysz è basato sopra i seguenti fatti:

1° Se si tratta del tartrato di calcio alla temperatura ordinaria con acido solforoso, il tartrato di calcio si discioglie producendo bisolfito di calcio e acido tartarico. Riscaldando detta soluzione (dopo separata dal residuo insolubile) a 100 gradi l'acido tartarico precipita sotto forma di tartrato di calcio e svolgesi in acido solforoso.

2° Se si tratta di bitartrato di potassio con acido solforoso alla temperatura ordinaria, si ha bisolfito di potassio e acido tartarico, col riscaldamento a 100° si ripristina il bitartrato di potassio (che cristallizza col raffreddamento) e si svolge acido solforoso.

3° Il tartrato neutro di potassio trattato con solfito di calcio e acido solforoso forma tartrato di calcio che precipita, e la potassa passa in soluzione allo stato di solfito di calcio.

Il Gladysz utilizza industrialmente le sopradette proprietà nel seguente modo:

Le materie greggie che contengono tartrato di calcio e bitartrato di potassio dopo ridotte in polvere, e mescolate con 6-8 volte il proprio peso d'acqua, si trattano in tino di legno foderato di piombo con acido solforoso fino ad ottenere tutte le basi allo stato di bisolfito. Mediante la filtrazione si ha un liquido che segna da 8 a 10 gradi Baumé. Detta soluzione si riscalda sino verso ai 100° in opportuno apparecchio in modo da poter raccogliere l'acido solforoso, che si utilizza nella lavorazione d'altra materia.

Col riscaldamento a 100° tutto il tartrato di calcio precipita, e col successivo raffreddamento cristallizza anche il bitartrato di potassio. Qualora i due prodotti si vogliano ottenere divisi, basta separare per decantazione, o filtrazione, il tartrato di calcio mentre che il liquido è ancora caldo.

Il tartrato di calcio si trasforma mediante acido solforico in acido tartarico coi soliti metodi. Se il bitartrato di potassio si destina alla fabbricazione dell'acido tartarico, si discioglie dapprima in acqua bollente, ed indi vi si aggiunge del solfito di calcio in soluzione solforosa in quantità tale da formare tartrato di calce insolubile, e solfito di potassio solubile. Il solfito di potassio separato dal tartrato di calcio, è ridotto (coll'aggiunta di idrato di calcio) a potassa caustica entro antoclavi di ferro, e il tartrato di calcio si trasforma in acido tartarico mediante acido solforico.

L'importanza del processo Gladysz risiede non solo nella preparazione del tartrato di calce e del bitartrato di potassio contenuto nelle diverse materie greggie, mediante l'uso del-

l'acido solforoso applicato in modo da ricuperarne l'85 0/0, ma eziandio nel poter avere allo stato di idrato, il 90 0/0 della potassa che si trova sotto forma di bitartrato, allorquando il medesimo si trasforma in tartrato di calce.

I risultati che si ottengono col processo Gladysz sembrano assai soddisfacenti, ed il processo stesso, qualora i buoni risultati finora ottenuti fossero confermati da una sufficiente esperienza, avrebbe certamente molta importanza per il nostro paese.

Torino 9 dicembre 1889.

Prof. E. ROTONDI.



L'ELETTROTECNICA

nella Esposizione Universale del 1889 in Parigi.

Note del prof. GALILEO FERRARIS

§ 1.

Le macchine dinamo elettriche.

I. Considerazioni generali.

1. Nell'autunno del 1881 si ebbe in Parigi la prima Esposizione Internazionale di Elettricità; nel 1889, dopo otto anni, di nuovo in Parigi, l'elettricità ha dato materia ad una parte cospicua di una grande Esposizione mondiale. Benchè tra le due mostre altre ve ne siano state a Monaco, a Vienna, a Torino, ad Anversa, le quali hanno man mano illustrato il graduale incremento delle nascenti industrie elettrotecniche, tuttavia quest'ultima esposizione parigina doveva riuscire singolarmente istruttiva, siccome quella che, svolgendosi nell'ambiente medesimo ov'era sorta la prima, poteva offrire più spontanei e più chiari confronti, e porgere per tal modo, colla massima evidenza, una esatta idea del meraviglioso cammino che le nuove industrie hanno percorso dal giorno, in cui si affermarono solennemente per la prima volta, al giorno d'oggi.

Tale effettivamente è riuscita nell'Esposizione la Classe 62, concernente l'elettrotecnica. In essa il visitatore, prima ancora

di entrare in un minuto esame dei singoli apparecchi e delle varie applicazioni, già col primo sguardo generale, ha trovato materia di riflessione e di ammaestramento. Questo fatto si è verificato colla maggiore evidenza per quel ramo della elettrotecnica, al quale si riferiscono le brevi note che io sto per esporre; e più specialmente si è verificato nella mostra delle macchine che danno vita alle grandi applicazioni industriali della corrente elettrica, nella mostra delle macchine dinamo-elettriche.

La prima osservazione che si presenta a chi getti uno sguardo generale sul complesso delle macchine dinamo-elettriche presentate in questa ultima esposizione parigina e confronti tali macchine con quelle che figuravano nella mostra del 1881 ed in quelle che in altri luoghi la seguirono, è questa: il numero dei modelli o dei sistemi non è aumentato, è anzi diminuito. Se alcune nuove forme di macchine si notano, più numerose però sono quelle che scomparvero, o che non figurano più se non nelle collezioni a scopo di storia. E i fabbricanti, nel presentare le loro macchine, non mirano più, in generale, a porre in evidenza, come cosa essenziale, le forme nuove e gli sperati vantaggi delle medesime; nè i visitatori esperti si arrestano più a considerarle.

Orbene tale osservazione è importante. Infatti come la molteplicità delle forme e la varietà dei disegni erano la conseguenza e la prova della mancanza di un'idea chiara e precisa degli scopi ai quali si doveva mirare, e della incertezza dei criteri che dovevano guidare al conseguimento dei medesimi, così la somiglianza di aspetto risultante dalla uniformità delle proporzioni, che attualmente presentano tra di loro le macchine delle migliori fabbriche, attesta, per converso, che oramai nozioni esatte e criterii certi offrono a tutti i costruttori una guida uniforme. Quando mancano nozioni precise sulle leggi quantitative che impongano determinate proporzioni e addittino per conseguenza anche le forme più acconcie e più facilmente conciliabili con quelle, nulla circoscrive il campo alle speculazioni degli inventori, i quali, procedendo a tentoni, cercano nelle nuove forme dei loro apparecchi ciò che meglio

essi potrebbero ottenere collo studio delle dimensioni. Quindi la molteplicità dei disegni e la gara dei sistemi. Quando invece le leggi dei fenomeni, che debbono prodursi nelle macchine progettate, sono note così da prendere forma di leggi quantitative, il costruttore che sa determinare le dimensioni in relazione cogli effetti che vuole ottenere, e subordina ai risultati di calcoli sicuri l'intero studio del suo progetto, si trova naturalmente guidato a scegliere tra poche forme razionali e pratiche, e piuttosto che alla ricerca inutile di nuovi sistemi, dirige il proprio studio a soddisfare alle norme di una buona composizione meccanica. All'inventore subentra l'ingegnere; l'osservanza delle regole generali della buona ingegneria dà luogo ad una generale somiglianza d'aspetto nelle macchine; alla gara de' sistemi subentra la gara, molto più seria e proficua, della buona costruzione.

Il progresso che in pochi anni si è fatto nella conoscenza delle proprietà delle macchine dinamo elettriche e delle leggi quantitative che le governano è maraviglioso; e notevolissima è la trasformazione che tale conoscenza ha prodotto nell'arte di disegnare e di costruire le macchine. Ancora nel 1881 le macchine si costruivano con empiriche ed incerte regole di fabbrica; gli effetti che esse avrebbero dato non si prevedevano se non per mezzo di confronti e di analogie con macchine già costrutte e già sperimentate; tali effetti non si potevano accertare in modo sicuro se non a costruzione avviata, o finita, coll'esperimento. Ora invece, dati gli effetti che si vogliono ottenere, e note soltanto le qualità dei materiali che si vogliono impiegare nella costruzione, le macchine si calcolano *a priori* e si disegnano sulla base delle dimensioni calcolate, con una sicurezza non inferiore a quella colla quale si studiano i progetti delle macchine a vapore e degli altri apparecchi industriali. Lo studio e la costruzione delle macchine dinamo elettriche costituiscono presentemente, propriamente, un ramo di ingegneria meccanica, e le macchine hanno assunto effettivamente lo aspetto ed il carattere di apparecchi francamente industriali.

Questo grande progresso, pel quale l'arte di costruire le macchine di induzione è passata nel volgere di pochi anni

dall'infanzia alla maturità, è precipuamente dovuto alla più estesa e più chiara conoscenza che ora si ha delle proprietà magnetiche del ferro. E tale conoscenza, che costituisce da sé un importante acquisto scientifico, è a sua volta dovuta in gran parte alla diffusione ed al retto impiego che ha trovato tra i tecnici il concetto chiaro e fecondo di circuito magnetico. Se ai lavori scientifici di Warburg, di Rowland, di Ewing, di John Hopkinson la scienza deve un prezioso complesso di fatti, i quali danno nuova forma e nuovo significato alle nozioni che si hanno sul magnetismo, si deve pure affermare che l'applicazione pratica alle macchine dinamo elettriche del concetto di circuito magnetico e di flusso d'induzione, che l'Hopkinson stesso in unione col fratello e l'ing. Gisbert Kapp ci insegnarono a fare, non solo ha aperto ai tecnici un nuovo orizzonte, ma ha servito a provocare e ad incoraggiare potentemente gli stessi lavori scientifici. Non v'ha altro ramo di scienza applicata ove la reciprocità degli interessi scientifici e di quelli industriali si sia palesata in modo più evidente. Imperocchè non si saprebbe dire se nel promuovere il rapido e grande progresso di cui parliamo abbiano contribuito più le ricerche disinteressate degli studiosi della scienza, o quelle imposte ai tecnici dai problemi industriali.

2. Queste considerazioni, ho detto, si presentano spontanee alla mente di chi getti un primo sguardo d'insieme sulle macchine dinamo elettriche esposte a Parigi. Ed a porre qui in chiaro l'evidenza di esse mi basta notare per sommi tratti i prodotti che presentano attualmente le fabbriche più importanti fra quelle che avevano già esposto nel 1881, e delle quali le macchine erano allora considerate come tipi o modelli distinti. Cito, come principalissime, le macchine di Edison, di Siemens ed Halske, di Gramme, di Sautter e Lemonnier.

Edison presentava nel 1881 due modelli di macchine: la grande macchina dinamo elettrica a vapore, e la macchina Z. La prima, che potè essere messa in azione soltanto negli ultimi giorni dell'esposizione, era allora la più grande macchina che mai fosse stata costrutta; produceva circa 1000 ampere

con 108 volt, ossia circa 108 chilowatt; poteva alimentare circa 1400 lampade di 16 candele, ed era comandata direttamente dalla biella di una macchina a vapore portata dalla medesima base e dalla medesima intelaiatura. Aveva un elettromagnete di campo a semplice ferro di cavallo, e le braccia di questo, che erano orizzontali, erano formate l'una, la superiore, con otto, l'altra, l'inferiore, con quattro sbarre cilindriche coperte di spirali. Le estremità polari erano enormi, ed erano anche dissimetriche, giacchè la superiore era assai più grande dell'inferiore.

L'altra macchina, la Z, la quale produceva da 37 a 38 ampere con 106 volt, aveva anch'essa un magnete di campo a semplice ferro di cavallo, ma questo era verticale co' poli in basso. E ciò che distingueva la macchina da tutte le altre era una straordinaria altezza delle braccia dell'elettromagnete e la relativa magrezza delle medesime. Come nella grande macchina, le estremità polari, assai grandi, avviluppavano quasi per intero l'indotto.

La Casa Siemens ed Halske di Berlino aveva nel 1881, come macchina per corrente continua, il tipo D, con doppio circuito magnetico. Fra le particolarità di tale macchina si notava questa, che i nuclei degli elettromagneti di campo erano formati con sottili sbarre di ferro di sezione rettangolare. La sezione del ferro era piccolissima, e a fronte di essa era considerevole quella delle spirali magnetizzanti.

La Società Gramme aveva molti modelli diversi, ma fra tutti erano presentati e ritenuti come principali quelli coll'induttore a doppio circuito magnetico, e specialmente quello notissimo conosciuto col nome di tipo « Atelier ».

Sautter e Lemonnier costruivano allora macchine di modello Gramme e più precisamente coll'induttore a molte colonne verticali. La disposizione di esse non differiva sostanzialmente da quella che già aveva figurato nella esposizione universale di Vienna nel 1873; nè da essa differiva sostanzialmente quella delle macchine che la stessa Casa costruttrice aveva posteriormente presentato a Torino nel 1884.

Attualmente tutti gli accennati tipi di macchine sono scom-

parsi o vennero profondamente modificati. La trasformazione cominciò, come è debito ricordare, già fin dal 1883 per opera principalmente del dottor J. Hopkinson, il quale, senza mutare la disposizione generale delle parti, modificò profondamente, guidato da sicuri concetti scientifici, le principali proporzioni della macchina di Edison a magnete verticale. La modificazione consistette principalmente in una notevole riduzione della lunghezza delle braccia dell'elettromagnete di campo, ed in un ingrossamento delle medesime. Il miglioramento ottenuto fu notevolissimo. Lo Sprague (1) esponeva in una relazione, già nel 1883, i seguenti risultati: Una antica macchina Edison di antico modello fatta per 150 lampade di 16 candele aveva un peso di 2720 chilogrammi, e con una velocità di 900 giri al minuto, produceva 112 ampere con 110 volt. Dopo un ingrossamento di soli 25 millimetri ed un raccorciamento delle braccia del magnete, combinati con un corrispondente aumento del numero delle spire e con una moderata diminuzione della intensità della corrente eccitatrice, bastarono 500 giri al minuto per ottenere il medesimo effetto. Con ciò il peso della macchina risultò aumentato di circa 300 chilogrammi rappresentati per tre quarti dal ferro e per un solo quarto dal rame. La trasformazione si compì adunque rapidamente e quasi contemporaneamente nelle fabbriche della Società Edison americane ed europee.

Quasi contemporaneamente ad Edison, Siemens ed Halske introdussero nella loro fabbricazione una analoga modificazione. Nel 1883 infatti usciva dalla loro fabbrica il modello F, che figurò, per la prima volta in una esposizione internazionale, nella Sezione elettrotecnica della Esposizione del 1884 in Torino. In tale modello di macchina era conservata l'antica disposizione con doppio circuito magnetico, ma grosse colonne cilindriche di ghisa, rastremate in corrispondenza dell'indotto, avevano preso il posto delle sottili sbarre di ferro che dianzi costituivano i nuclei delle calamite. Nello stesso anno 1884 la stessa Casa faceva nella medesima direzione ancora un passo

(1) Vedi GUEROUT, *La lumière électrique*, pag. 359; 1883.

e produceva le macchine H, dette superiori, con magnete a semplice ferro di cavallo, coi poli in alto e colle braccia grossissime e cortissime.

Poco stante, nel 1885, l'ing. Gisbert Kapp presentava nella Esposizione delle invenzioni in Londra una serie di macchine ove lo studio del circuito magnetico era fatto con molta cura, ed ove era in più modi risolto il problema di avere in tale circuito una minima lunghezza ed una massima sezione. Notevolissima tra tali macchine era quella a poli superiori, ove la forma complessiva corrispondeva a quella delle macchine superiori di Siemens, ma i nuclei erano di ferro fucinato ed erano uniti allo zoccolo ed alle appendici polari in modo quasi identico a quello che si osserva nelle macchine attualmente presentate dalle fabbriche che si servono dei modelli della Casa Siemens.

Intanto le pubblicazioni di Rowland, di Bosanquet e dello stesso Kapp (1) cominciavano a rendere famigliari tra i tecnici il concetto del circuito magnetico e la influenza delle dimensioni di esso sul flusso d'induzione. E tali pubblicazioni, segnatamente quella del Kapp, ove il modo e la forma dell'esposizione erano quelli proprii all'ingegnere che ha attinto i suoi concetti nella lunga familiarità colle macchine effettive, e che li presenta coll'intento di farli servire in modo chiaro e comodo alla soluzione di questioni pratiche, delle quali egli ha un senso tecnico sicuro, fecero sì che la trasformazione nella fabbricazione delle macchine dinamoeltriche diventasse generale in brevissimo tempo.

Per tal modo scomparvero molti modelli o sistemi speciali, e in loro vece trovarono impiego vieppiù frequente e generale quelli che sovra ho accennato, e pochi altri studiati razionalmente coi medesimi criteri. E così nell'Esposizione noi vediamo che la Casa Edison presenta tanto per le più grandi macchine come per le più piccole un unico modello, il modello a semplice ferro di cavallo con braccia verticali grosse e corte, con

(1) *The Electrician*, 25 ottobre 1884; id., 14 febbraio 1885; id., 14 aprile 1885.

estremità polari assottigliate, colle proporzioni, insomma, consigliate da Hopkinson. Nella mostra della Società Americana di Edison non si trova più alcuna macchina ove le elettrocalamite di campo abbiano sbarre multiple: anche la più grande di tutte, quella di 175 chilowatt, che pure supera per potenza la dinamo a vapore del 1881, ha il campo magnetico prodotto da una elettrocalamita a grosse braccia cilindriche semplici. La Compagnia continentale Edison di Parigi ha nella sua stazione centrale della Esposizione, come nella bella stazione stabile del *Palais Royal*, macchine con doppio circuito magnetico disegnate dall'ing. Picou, ma il tipo di esse ricorda assai più le macchine F di Siemens ed Halske, che non le antiche macchine dell'inventore americano. Così pure la Società Gramme non presenta più le sue antiche macchine del tipo « *Atelier* » e le altre numerose forme per le quali essa è passata, se non a scopo di storia; nella sua costruzione attuale essa si è fissata specialmente su di un solo tipo, sul tipo a semplice ferro di cavallo coi poli in alto e colle braccia robuste e corte. Nella stazione centrale che la Società ha nella Esposizione, non si vedono che macchine di tale tipo, e a questo unico tipo appartengono tutte le macchine dalla Società adoperate negli impianti più recenti e più grandiosi. La Casa Sautter e Lemonnier, anch'essa, ha abbandonato quasi completamente il modello Gramme a colonne multiple verticali, e per le macchine bipolari ha adottato francamente il tipo della macchina « *Manchester* » della fabbrica Mather e Platt, tipo al quale anche altri costruttori si sono accostati, e che rappresenta una applicazione razionale, ottima dal punto di vista costruttivo, dei nuovi principii. Anche per le macchine multipolari la Casa Sautter e Lemonnier si è allontanata dalla forma delle macchine Gramme e si è accostata a quella delle macchine *Thury*, che la fabbrica *De Meuron et Cuénod* di Ginevra aveva esposto a Torino nel 1884. Finalmente, benchè la Casa Siemens ed Halske di Berlino, come tutte le fabbriche tedesche, si siano astenute dall'Esposizione, pur tuttavia il visitatore di questa ha potuto estendere il suo esame anche ad essa, e fare anche sulle macchine, che essa costruisce attualmente, confronti e

considerazioni analoghe alle precedenti. Figurava infatti a Parigi, con una splendida mostra, la *Società Alsaziana di costruzione meccanica*, che ha le sue officine a Belfort; e tutto il materiale elettrico che questa Società produceva era costruito sui disegni della Casa Siemens ed Halske. Ora tutte le macchine bipolari esposte dalla Società Alsaziana erano del tipo a semplice circuito magnetico coi poli in alto, avevano nuclei corti e grossi, e ciò che qui più importa notare, il collegamento dei nuclei cilindrici di ferro fucinato collo zoccolo e colle appendici polari, che sono di ghisa, e la forma di queste, e le proporzioni tutte, e tutto l'insieme delle macchine ricordavano perfettamente la macchina a poli superiori del Kapp, della quale si è fatto cenno più sopra. La stessa Società presentava eziandio una macchina a 6 poli con induttore interno ed anello esterno conforme agli ultimi disegni di Hefner Alteneck, macchina che, come tutti sanno, differisce completamente da quante la Casa Siemens aveva prima del 1886, e che fu disegnata appunto colla guida dei nuovi principii, dei quali rappresenta una applicazione perfettamente razionale.

Potremmo moltiplicare gli esempi, ma questi bastano, per ora, a dimostrare la natura e l'importanza della trasformazione che nel volgere di pochi anni ha ricevuto l'arte della costruzione dei generatori industriali della corrente elettrica.

Tale trasformazione è, come abbiamo detto cominciando, uno dei fatti più importanti che l'Esposizione abbia messo in evidenza: è il fatto che si presenta pel primo allo studioso, e doveva occupare il primo posto in queste nostre note. Ora che lo abbiamo notato, noi potremo nell'esame dei particolari offerti dalle varie macchine esposte procedere a grandi passi, e soffermarci solamente su quelle macchine che presentano, in qualche loro disposizione, novità degne di osservazione. Non ve ne ha molte, ve ne ha però di quelle veramente degne di studio.

II. Note su alcune macchine speciali.

Cominceremo a considerare le macchine a corrente continua, che nella Esposizione erano riccamente rappresentate, e verremo dopo alle macchine a corrente alternativa.

A) *Macchine a corrente continua.*

3. Dopo le osservazioni precedenti non ho mestieri di descrivere le macchine presentate dalla Società Americana *Edison*; non è però inutile che io qui riferisca qualche dato numerico relativamente al più grande degli esemplari esposti, che come già ebbi occasione di dire ha la forma a ferro di cavallo semplice colle proporzioni e coll'aspetto di quelle del tipo Edison-Hopkinson. Colla velocità corrispondente a 450 giri al minuto, esso produce 140 volt con 1250 ampere, il che equivale a 175 chilowatt. Può così alimentare 2500 lampade di 16 candele, oppure 4000 lampade di 10 candele. Ha 41 segmenti nel collettore e sei spazzole per polo. Pesa in tutto 12.7 tonnellate. Tali numeri diventano istruttivi se si confrontano con quelli relativi alla grande macchina dinamoeltrica a vapore dall'Edison presentata nella Esposizione del 1881, macchina la potenza della quale superava tutto quanto in quel tempo era lecito immaginare come praticamente possibile. Quella macchina, con una velocità corrispondente a 350 giri al minuto, produceva poco più di 100 chilowatt; essa intanto presentava i seguenti pesi: ferro dell'indotto, nuclei del magnete di campo, pezzi polari e gioghi dell'elettromagnete medesimo, ritti pei cuscinetti, piastre di zinco serventi di zoccolo al magnete: chilogrammi 24.420; rame dell'indotto e dell'induttore: chilogrammi 1560; totale chilogrammi 25.980, ossia poco meno di 26 tonnellate.

Per render chiaro il confronto dividiamo il numero di watt per il peso in chilogrammi e per il numero di giri fatti dall'indotto in un minuto secondo, avremo calcolato così ciò che si può denominare il numero di joule per chilogramma di peso e per giro. Troviamo per la macchina del 1881:

$$\frac{100.000 \times 60}{25.980 \times 350} = 0,66 \text{ joule per giro e per chilogramma ;}$$

e per la macchina del 1889 :

$$\frac{175.000 \times 60}{12.700 \times 450} = 1,84 \text{ joule per giro e per chilogramma.}$$

Si può adunque dire che l'utilizzazione del materiale impiegato nella costruzione della macchina è, col nuovo modello, quasi tre volte migliore che col modello antico.

Tale confronto mette in chiaro la ragione per cui non solo il disegno, ma anche la potenza delle macchine ha molto variato. E questo punto è degno di nota. Nel 1881, eccezione fatta dalla macchina dinamo-vapore di Edison, le maggiori macchine dinamoeltriche, anche quelle costrutte dalle fabbriche più importanti, avevano potenza non superiore a qualche decina di cavalli dinamici. Ora invece noi vediamo numerosissime, assolutamente comuni, macchine che con moderate dimensioni hanno potenze di centinaia di chilowatt, equivalenti a centinaia di cavalli vapore. Gli impianti elettrici hanno perciò anch'essi cambiato d'aspetto e di carattere. Quegli impianti, che una volta erano frequentissimi e costituivano il tipo più comune, quegli impianti ove ciascuna macchina motrice comandava per mezzo di altrettante cinghie parecchie piccole macchine dinamoeltriche disposte a scaglioni, sono ora quasi completamente scomparsi ; ed in loro vece si hanno sistemi ove ciascuna macchina a vapore comanda solamente una o due macchine dinamoeltriche di dimensioni armonizzanti con quelle della motrice e formanti con essa un tutto compatto e robusto, sul quale riposa con soddisfazione l'occhio dell'ingegnere abituato all'architettura delle costruzioni meccaniche.

Oltre alla grande macchina della quale abbiamo fatto cenno, la Società Americana Edison esponeva alcuni modelli di macchine minori. Fra queste meritano una menzione speciale quelle destinate alle distribuzioni con lampade in serie secondo il sistema che la Società Edison Americana impiega oggidì este-

sissimamente col nome di sistema *Municipale*. Su questo sistema e su altri analoghi oggi in uso avremo occasione di discorrere più avanti; ora notiamo soltanto, quale prova dell'immenso progresso che si è compiuto nella costruzione delle macchine dinamoeltriche, questo fatto, che possono essere di uso pratico e funzionare industrialmente su larga scala, senza offrire alcun inconveniente, macchine a corrente continua con un collettore di 100 e più segmenti, le quali producono regolarmente fra i poli una differenza di potenziali di 1200 volt.

4. Le officine di *Oerlikon* presso Zurigo esponevano una notevole collezione di macchine dinamoeltriche disegnate dall'ing. Brown. Le macchine dovute a questo distinto ingegnere sono entrate da pochi anni nella industria, ma sono notissime per la bontà del disegno e per la perfezione della costruzione. Quelle poi esposte a Parigi formavano un complesso tale che ad essa noi dobbiamo dare qui un posto distinto. La più grande di esse è una macchina a 4 poli, del tipo ottagonale, destinata a servire come generatrice per un trasporto di forza motrice, ed era accoppiata ad una ricettrice del medesimo sistema. Con una velocità corrispondente a 480 giri al minuto, la macchina produceva tra i poli 600 volt e trasmetteva circa 180 chilowatt. L'ossatura del sistema induttore ed i nuclei degli elettromagneti erano di ghisa. Tale sistema induttore, il quale, come si è detto, aveva forma ottagonale, era fatto di due pezzi uniti secondo il piano orizzontale passante per l'asse; ciascun pezzo portava due dei nuclei delle elettrocalamite, venuti di getto con essi; gli assi di questi nuclei erano inclinati a 45 gradi sull'orizzonte. L'armatura era anulare ed il nucleo di essa, composto di dischi isolati con carta, era portato dall'asse per mezzo di una ruota di bronzo a otto braccia. L'armatura era lunga 56 cm., aveva un diametro esterno di circa 94 cm., ed un vano centrale del diametro di circa 58 cm. Essa era avvolta alla Gramme in 200 sezioni di due spire ciascuna. Il conduttore consisteva in una fune di 19 fili di rame del diametro di circa mm. 1,30, coperta di cotone e verniciata. Approssimativamente, per quanto era possibile giudicare ad occhio,

la distanza, misurata sulla circonferenza dell'indotto, fra due magneti consecutivi, era uguale alla larghezza dei nuclei dei magneti stessi, misurata anch'essa sulla circonferenza. Questi ultimi adunque potevano avere una larghezza di circa 37 cm. e questa moltiplicata per 56, dà circa 2100 centimetri quadrati come area della sezione dei nuclei dei magneti. La sezione trasversale del telaio ottagonale, portante i magneti e chiudente con essi i circuiti magnetici, era alquanto maggiore della metà di quella dei nuclei, era cioè di 1097 cm. q. La corrente era raccolta da quattro coppie di spazzole, ciascuna delle quali era larga circa 5 cm., e siccome le spazzole opposte erano congiunte in parallelo, così si avevano 4 spazzole, formanti una larghezza complessiva di 20 cm., per raccogliere una corrente di circa 300 ampere. I magneti erano eccitati *in serie*; ciascun nucleo era coperto con 60 giri di una lastra di rame larga 30 cm. e grossa circa 1 mm; le quattro spirali così formate erano congiunte tra di loro in serie. La descritta macchina funzionava come generatrice e somministrava la corrente ad una macchina quasi identica funzionante come motore nella galleria della meccanica agraria.

Un'altra macchina a quattro poli figurava nella mostra delle officine di Oerlikon, ed era notevolissima. Era una macchina di soli 14 chilowatt, ma presentava una disposizione dell'induttore tale che i quattro poli vi erano prodotti per mezzo di due sole spirali magnetizzanti. Questa disposizione ingegnosa era stata proposta già dal Kapp, ma non era ancora stata messa in pratica. L'induttore della macchina di cui facciamo cenno è formato da un telaio rettangolare di ghisa coi due lati maggiori orizzontali e co' minori verticali. Con questi ultimi lati sono venuti di getto i nuclei di due elettromagneti grossi e corti, situati dentro al telaio rettangolare cogli assi su di una medesima retta orizzontale. La corrente eccitatrice circola nelle spirali dei due elettromagneti in versi opposti, cosicchè si formano due poli omonimi sulle estremità libere de' medesimi, e due punti conseguenti rappresentanti due poli contrari ai precedenti si formano nei punti di mezzo dei due lati orizzontali del telaio rettangolare. Per tal modo si hanno

i quattro poli induttori. Le estremità libere de' nuclei dei due elettromagneti e le parti mediane dei lati orizzontali del telaio sono opportunamente incavate in modo da formare parti di una medesima superficie cilindrica, e nel vano cilindrico così formato è situato l'indotto. Il nucleo di ferro dell'indotto ha la forma di un anello. Le linee di induzione che emanano dalle estremità polari dei due elettromagneti entrano nell'anello sui due fianchi, e percorrendo ciascuna un quarto di esso ne escono in forma di due fasci simmetrici dalla parte superiore e dalla inferiore. L'indotto ha, come si è detto, un nucleo anulare, ma è avvolto come un'armatura a tamburo. Ciascuna spira occupa sulla superficie cilindrica del tamburo l'ampiezza di 90 gradi. Sul collettore si appoggiano due sole spazzole a 90 gradi. Le sezioni dell'armatura sono collegate internamente in serie. La macchina è direttamente accoppiata ad una motrice a vapore verticale di 20 cavalli. Essa dà normalmente 200 ampere con 70 volt.

Le macchine bipolari della fabbrica di Oerlikon hanno, come è noto, una disposizione somigliante a quella delle macchine dette « Manchester ». Di queste figurava nella Esposizione un ottimo esemplare, rappresentato da una macchina direttamente accoppiata ad un motore a vapore verticale *compound* di 60 cavalli. Colla velocità corrispondente a 350 giri al minuto essa dava 500 ampere con 65 volt. Era eccitata in derivazione. I fili dell'indotto erano avvolti sulla superficie esterna del nucleo e non inseriti in buchi come nelle macchine analoghe precedentemente costrutte dalla medesima fabbrica.

5. Le macchine esposte dallo stabilimento di *Sautter et Lemonnier* di Parigi, alle quali ho già avuto occasione di fare allusione, meritano anch'esse di essere qui citate. Ve n'erano di due tipi principali: delle multipolari e delle bipolari. Le multipolari presentavano nell'induttore una disposizione molto somigliante a quella, oramai notissima, delle macchine del Thury, e precisamente a quella che era stata presentata ed aveva ottimamente funzionato nella Esposizione di Torino nel 1884; l'indotto avevano invece anulare, alla Gramme, come

tutte le macchine della medesima fabbrica. Notevole fra queste macchine multipolari era una grande ad otto poli, eccitata in derivazione, di 70 chilowatt. Le macchine bipolari poi avevano, come già accennammo più sopra, una disposizione analoga a quella del tipo « Manchester », e solamente si distinguevano dalle altre macchine di tale tipo per il grande diametro della spirale anulare indotta. La tendenza di numerosi costruttori ad accostarsi a questo tipo costituisce un fatto notevolissimo. Esso conferma meglio d'ogni altro la tesi enunciata in principio di queste pagine: finito il periodo de' tentativi e delle incertezze, i migliori costruttori cominciano a porre in disparte la vana ricerca di nuovi sistemi, e ad essa antepongono lo studio, assai più serio, di fare della buona ingegneria. E i tipi che presentano le forme più semplici, più robuste, più pratiche, più facili nella costruzione hanno la preferenza.

6. Una mostra notevolissima era quella fatta dalla *Société Alsacienne de construction mécatique, usine de Belfort*. Tale mostra riceveva poi una importanza affatto speciale, perchè le macchine dinamo elettriche e tutto il materiale elettrico costruito dalla Società Alsaziana sono fatti, come è noto, sui disegni e coi criteri della Casa Siemens ed Halske, che la Società rappresenta nella Francia. La mostra dell'officina di Belfort rappresentava perciò nella Esposizione di Parigi un saggio della fabbricazione tedesca. Era questo il solo saggio, ma era molto importante. Esso infatti presentava ottimi esemplari degli ultimi tipi di macchine prodotti dalla più cospicua Casa tedesca.

La mostra della *Société Alsacienne* comprendeva una macchina a 6 poli con indotto anulare e con induttore interno, del tipo Hefner-Altenneck, due macchine bipolari del tipo superiore, ed un quadro di distribuzione per stazione centrale.

La macchina a sei poli rappresentava l'ultimo modello delle macchine a corrente continua che Siemens ed Halske adoperano nei grandi impianti. L'induttore era costituito da una stella a sei braccia, ciascun braccio della quale era una elettrocalamita grossa e corta. Esso era fisso. L'indotto era

un anello del tipo Gramme racchiudente l'induttore. Esso era portato in *falso* da una stella solidaria all'albero. Questo era rigidamente unito all'albero della macchina a vapore, del quale costituiva un prolungamento. La spirale anulare era fatta con lamelle di rame; ciascuna spira di essa costituiva da sè una spirale elementare, e il lato esterno di ogni spira, denudato sulla faccia esterna, costituiva un segmento del collettore. Per tal modo il collettore risultava formato dalla faccia esterna, cilindrica e tornita, della stessa spirale indotta. E su di questa si appoggiavano direttamente le spazzole. Essendo sei i poli induttori, sei erano gli sfregatori, ciascuno dei quali era costituito da un conveniente numero di spazzoline di filo di rame. Una stella girevole, a sei braccia, portava tutte le spazzole, che così potevano spostarsi e regolarsi tutte insieme. La macchina era eccitata in derivazione; le spazzole erano collegate in parallelo. Colla velocità corrispondente a 150 giri per minuto, la macchina dava 125 volt e 1000 ampere, ossia 125 chilowatt (170 cavalli). Il tipo di macchina che abbiamo descritto si presta assai bene a potenze anche molto maggiori, ed infatti la fabbrica di Siemens ed Halske di Berlino, e quella della *Société Alsacienne*, costruiscono correntemente macchine simili alla descritta, le quali, con una velocità corrispondente a soli 70 giri per minuto, danno 600 chilowatt, il che corrisponde a più di 810 cavalli.

Le due macchine bipolari sono del modello che Siemens ed Halske contrassegnano col nome di tipo H, modello che, come abbiamo già avuto occasione di notare, riproduce quasi identicamente una delle forme adottate dal Kapp. Esse sono di costruzione accuratissima; hanno il collettore di acciaio col l'isolamento ad aria; con 300 giri danno 120 volt e 500 ampere.

Il quadro di distribuzione che completava la bella esposizione della Società Alzaziana era anch'esso del tipo Siemens ed Halske, e presentava una completa collezione degli interruttori, a mano od automatici, dei regolatori, degli amperometri e voltometri, degli indicatori di terra, ecc., coi quali la grande fabbrica tedesca suole fare l'apparecchiamento delle sue stazioni centrali.

7. Occupavano un posto importante nella Esposizione le macchine del *Marcel Deprez*, le quali erano presentate dalla *Société anonyme pour la transmission de la force par l'électricité*. Tali macchine rappresentano, come è noto, un tipo speciale studiato precipuamente per la trasmissione della energia meccanica a distanza, e il loro tratto caratteristico sta nell'impiego di due armature in un medesimo circuito magnetico. Il più grande modello delle macchine di cui parliamo è quello che il Marcel Deprez fece per le note esperienze per la trasmissione della energia meccanica tra Creil e Parigi; ed è noto come in tale modello il circuito magnetico sia prodotto da sei elettromagneti a ferro di cavallo disposti radialmente attorno all'albero portante le due armature. E nella Esposizione notavasi appunto un grande esemplare di tale modello, egregiamente costruito e funzionante nella grande galleria delle macchine. Ma il tipo di macchina Marcel Deprez, che nella Esposizione era rappresentato da un maggior numero di esemplari, è più semplice ed è senza alcun dubbio migliore. È un tipo di macchina ove il circuito magnetico è semplice ed è prodotto con due sole spirali magnetizzanti. Costituiscono il circuito magnetico due grandi elettromagneti con grossi nuclei cilindrici paralleli. Le estremità polari delle due elettrocalamite sono ripiegate ad angolo retto ed abbracciano le due armature. Le armature sono, come del resto in tutte le macchine del Deprez, anulari, alla Gramme. Sonvi due puleggie motrici, una per ciascuna estremità dell'albero, e in alcuni esemplari a ciascuna puleggia attiva si accompagna una puleggia folle. Il tutto forma un complesso, dal punto di vista meccanico, solido e pratico. Il piano del circuito magnetico in alcuni esemplari, fra i quali sonvi quelli che funzionano nella stazione centrale che la Società esponente impiantò per l'illuminazione di una parte dell'Esposizione, è orizzontale; in altri esso è verticale. In uno di essi l'intiero sistema induttore era portato su due coltelli e collegato con un dinamometro registratore ed integratore col quale si poteva misurare in modo continuo il lavoro assorbito dalla macchina.

8. Le macchine di *Rechniewsky* che funzionavano nella stazione impiantata in riva della Senna per l'illuminazione di una parte dell'Esposizione dalla Società anonima *L'Éclairage électrique* e quelle del medesimo autore, che con varie dimensioni figuravano nella galleria delle macchine, attraevano anch'esse l'attenzione degli elettricisti. E veramente se le macchine del *Rechniewsky*, per il costo della costruzione e per le condizioni meccaniche, non sono probabilmente destinate ad una estesa e grande applicazione industriale, esse meritano tuttavia di essere notate per gli effetti che producono e per l'insegnamento che offrono. Esse pongono in evidenza la capitale importanza che ha la grossezza dell'interferro sull'efficacia di una macchina. La particolarità delle macchine *Rechniewsky* consiste nell'aver un indotto con nucleo dentato ed un induttore con nucleo lamellare come quello dell'indotto. I denti dell'armatura sono piccoli e numerosi così, che piccole risultano le oscillazioni della resistenza magnetica del circuito magnetico; e la lamellazione dell'induttore sopprime quasi completamente gli effetti dannosi delle correnti di Foucault dovute alle oscillazioni medesime. Si ha così intiero il vantaggio offerto dai denti, che è quello di diminuire notevolmente la grossezza dell'interferro, senza avere gli inconvenienti delle correnti parassite che, colla ordinaria costruzione, i denti produrrebbero nel ferro della macchina. Se si dà fede ai dati forniti dagli espositori, il vantaggio effettivamente ottenuto colla indicata disposizione è veramente notevole. Ecco per esempio alcune cifre relative ad una macchina *Rechniewsky* che funzionava nella stazione centrale della Società *L'Éclairage électrique*:

Peso totale della macchina:	chilogrammi	. 980
Giri per minuto	800
Velocità periferica dell'indotto:	metri per 1'	11,04
Potenza della macchina:	watt 26.000
Watt per chilogr. di rame nell'indotto	800
Id.	id.	id. totale 225

9. Come ho detto cominciando, questi cenni su alcune delle macchine dinamo elettriche che hanno figurato nella Esposizione si debbono estendere solamente a quelle macchine che presentano qualche particolarità nuova e degna di osservazione. Nè lo scopo, nè le proporzioni della presente relazione potrebbero permettere di descrivere, non dico tutte le macchine esposte, ma nemmeno tutte quelle che per la bontà del disegno e della costruzione o per l'importanza degli stabilimenti dai quali derivano, hanno ottenuto o meritano l'elogio dei tecnici ed il favore degli industriali. Quindi io mi accontento di nominare, senza descriverle e ritenendole, come sono infatti, note a tutti gli elettricisti, le ottime macchine del Crompton (*Crompton and Company, Limited, London*), le quali si distinguono per le ampie proporzioni dell'armatura anulare e la relativa cortezza dei circuiti magnetici; e quelle di *Cuenod e Sautter* di Ginevra costrutte secondo il noto modello della macchina Thury; e quelle che *Steinlen e C.* di Muhlhausen presentavano in molti esemplari nella loro ammirevole esposizione di macchine lavoratrici. Così pure non mi arresto a descrivere i numerosi modelli di macchine presentati dalla Società *Gramme*, i quali son noti universalmente, e solamente noto come nella sua mostra tale Società, che tanta parte ha avuto nello svolgimento della odierna elettrotecnica, ponga in evidenza che molte forme, che, adottate da altre fabbriche, ottennero impiego e favore nella pratica, sono state ideate dal Gramme e da lui stesso effettivamente provate. Mi fermo invece su due macchine le quali presentano disposizioni degne di un cenno speciale. Sono queste una macchina a corrente continua del prof. *Elihu Thomson*, e la macchina del *Desroziere*.

10. La macchina del prof. *Elihu Thomson*, della quale intendo parlare, è una di quelle esposte dalla Società *Americana Thomson-Houston*. È una macchina di forma ordinaria, bipolare, con induttore a semplice ferro di cavallo, coi poli in alto. Ma è a doppia eccitazione (*compound*); e ciò che la rende notevole è appunto il modo nel quale è collocata ed avvolta la spirale eccitatrice *in serie*, o come dicono i pratici: *il compound*.

Tale spirale non è avvolta sulle braccia cilindriche dell'elettromagnete di campo, sulle quali si hanno soltanto le spirali eccitatrici in derivazione; è invece collocata nella zona libera fra i lembi delle estremità polari, così che essa circonda propriamente l'armatura. La spirale è costituita da due parti uguali simmetricamente collocate l'una sul lembo di una gancia polare e l'altra su quello dell'altra. Ciascuna spira ha due lati rettilinei correnti parallelamente all'asse dell'armatura l'uno al disopra e l'altro al disotto di questa, e due lati incurvati a semicerchio, i quali assecondano gli spigoli laterali dei blocchi polari, lasciando frammezzo libero lo spazio per le teste dell'armatura. Le spire sono legate in fascio con un nastro, e formano come due grossi cordoni orlanti i blocchi polari. Con tale disposizione l'inventore si è proposto di rendere meno variabile che nelle macchine ordinarie la posizione del piano d'inversione e per conseguenza anche la posizione delle spazzole. La posizione nella quale conviene collocare le spazzole dipende, come è noto, dalla intensità della corrente nell'armatura. La corrente che circola nella spirale indotta produce infatti nel nucleo una induzione magnetica parallela al piano d'inversione, la quale si compone con quella prodotta dall'induttore, e dà luogo ad una risultante inclinata, rispetto a quest'ultima, nel senso della rotazione. La deviazione così prodotta nella induzione magnetica è tanto più grande quanto più è intensa la corrente. Ora la spirale eccitatrice in serie (il *compound*), collocata com'è nella macchina del prof. Thomson, produce nel ferro dell'armatura una induzione magnetica di direzione fissa, orizzontale, la quale cresce anch'essa colla intensità della corrente e dà, composta con quella prodotta dalla corrente nell'armatura, una risultante di direzione approssimativamente costante. Tale è l'idea che ha guidato l'inventore, e qualunque sia il suo valore pratico sul quale è lecito discutere, è certamente una prova del talento inventivo del professore americano. In ogni caso la posizione nella quale il Thomson ha collocata la spirale in serie è quella più conveniente per collocarvi le spirali eccitatrici, e tutte le spirali magnetizzanti si dovrebbero collocare a quel modo, proprio sul meridiano

dell'armatura, se a ciò non si opponessero difficoltà di costruzione.

D'accanto alla macchina ora descritta la Società Thomson-Houston espose un'altra macchina a corrente continua, la quale ha esternamente la forma ben nota delle macchine che la medesima Ditta costruisce per l'illuminazione con archi in serie. Essa ha, come quest'ultima macchina, un indotto sferico; ma l'avvolgimento di esso è quello di Hefner-Alteneck, ed il collettore suo ha la forma ordinaria. Ed anche in tale macchina si osserva un *compound* disposto proprio attorno all'armatura come in quella sovradescritta.

11. La macchina del *Desroziers*, costrutta ed esposta dal Bréguet di Parigi, rappresenta una forma praticamente ben riuscita di macchina a disco.

Si dà questo nome, come è noto, alle macchine dinamolettriche nelle quali le spirali indotte sono tutte approssimativamente in un piano perpendicolare all'asse di rotazione, e formano insieme ai pezzi di sostegno, che le rendono solidarie all'albero, un disco sottile, il quale ruota tra i poli contrarii, affacciati a piccola distanza, del sistema induttore. L'indotto così formato ordinariamente non contiene nuclei di ferro, e tuttavia l'interferro può essere piccolo in grazia della sottigliezza del disco. L'origine delle macchine di questa classe, che sono oramai numerose, si suole far risalire al disco rotante di Faraday, e ciò sta bene. Ma nel medesimo modo e con egual diritto si possono far risalire agli apparecchi del Faraday tutti gli apparecchi d'induzione che hanno oggidì applicazioni nella pratica. Se quindi si vuol parlare delle macchine effettive delle varie specie e delle loro particolarità, non hassi a risalire tant'alto; e se, nel caso speciale, si vuole designare un prototipo delle macchine a disco, questo deve essere una macchina ove le spirali elementari disposte sul disco son collegate con un collettore come nelle macchine ordinarie. Io faccio qui questa osservazione perchè mi preme notare che come prototipo delle macchine di cui stiamo parlando si può designare quella che il nostro Antonio Pacinotti ideava fin dal

1875, che poi costruiva in Cagliari coll'aiuto dell'officina Doglio e del meccanico G. Dessi nella primavera del 1878, e che presentava nella Esposizione internazionale di elettricità in Parigi nel 1881. Quella piccola macchina era bipolare. Il circuito magnetico vi era formato da due elettromagneti ad EH posti di rimpetto l'uno all'altro in un piano verticale, co' poli contrarii affacciati. I poli erano provvisti di espansioni piatte, e nell'angusto spazio fra queste compreso rotava il disco. Le spirali elementari erano fatte in modo da abbracciare approssimativamente la metà della superficie del disco; avevano quindi approssimativamente la forma di un D. Esse erano collegate ad un collettore come le spirali di un'armatura ad anello od a tamburo. Il Pacinotti intuì i pregi che una macchina così fatta può presentare, tanto che più volte egli ritornò sulla sua idea, che considerò come pratica, prima che altri con mezzi più adeguati la traducevano in atto in forma industriale.

I pregi delle macchine a disco derivano essenzialmente dalla soppressione del ferro nell'indotto, e sono: la soppressione di un notevole peso morto nelle parti mobili; la soppressione pressochè completa della reazione dell'indotto sul circuito magnetico; la eliminazione della dissipazione di energia per la isteresi e per le correnti parassite, e per conseguenza anche quella delle cause anormali di riscaldamento dell'armatura; l'ottima ventilazione della spirale indotta e quindi la possibilità di elevare in questa la densità della corrente assai più che nelle altre macchine.

La forma a disco dell'indotto rende però meno opportuno l'impiego di un induttore bipolare come quello che adoperò il Pacinotti; molto più conveniente è l'impiego di un induttore multipolare. E multipolari sono tutte le macchine a disco che comparvero in questi ultimi anni e che incontrarono qualche favore nella pratica, come son quelle universalmente note di *Jehl e Rupp* e di *Fritsche*. Multipolare è anche la macchina di *Desroziers*.

L'induttore è costituito da due corone di elettromagneti a poli alternati cogli assi orizzontali e paralleli all'albero; esso è identico a quelli delle macchine a corrente alternante di

Siemens, di Ferranti, di Kapp, e simili. L'indotto, che ha la forma di un disco sottile, gira nello stretto spazio compreso fra le due corone dei poli induttori. La spirale che esso porta è formata di tratti rettilinei radiali alternati con tratti curvilinei foggianti come evolventi di circolo. I tratti radiali rappresentano la parte utile della spirale, sono cioè quelli che, quando il disco gira, tagliano le linee di forza; i tratti curvilinei servono invece come tratti d'unione e di collegamento, e congiungono alternativamente l'estremità esterna di un tratto utile con quella pure esterna di un altro, e la estremità interna di quest'ultimo con quella di un terzo tratto radiale. Detti p il numero delle coppie di poli presentati dall'induttore ed N il numero dei tratti utili (numero che si sceglie sempre pari), ciascun tratto utile è congiunto, per mezzo di un tratto d'unione, con il tratto utile che viene n^{mo} dopo di esso, ove n è un numero impari determinato colla formola

$$\frac{N}{2} = n p \pm 1.$$

I tratti d'unione, alternativamente esterni ed interni, si seguono come i lati di un poligono stellato. In così fatto avvolgimento ciascun tratto radiale si trova collegato con due altri, l'uno che lo precede e l'altro che lo segue, i quali in ogni istante si trovano in campi magnetici opposti a quello che esso sta attraversando. Quando il disco gira, le forze elettromotrici che si producono in tutti gli $\frac{N}{2}$ tratti radiali compresi in una metà della spirale si sommano, e tutte quelle che si producono negli $\frac{N}{2}$ tratti radiali dell'altra metà, si sommano pure, ma sono opposte alle precedenti. Le due somme hanno valori uguali e segni contrarii, esse adunque nella intiera spirale si elidono. Le due metà della spirale si comportano adunque come le due metà della spirale Pacinotti e di quella di Hefner-Alteneck. Si può per conseguenza far uso di un collettore analogo a quello delle macchine ordinarie. La macchina di Desroziers ha effettivamente un tale collettore. Le due spazzole sono diametral-

mente opposte. Siccome però l'inversione della forza elettromotrice avviene, per ogni giro, $2p$ volte, così i segmenti del collettore sono in numero uguale a p volte il numero degli elementi della spirale; e ciascuno di essi è congiunto con $p-1$ altri situati l'uno rimpetto all'altro alla distanza angolare $\frac{2\pi}{p}$.

Tutte le macchine Desroziere finora costrutte sono a 6 poli; quindi in esse i segmenti del collettore sono in numero triplo di quello degli elementi della spirale indotta, e sono collegati tre a tre. Ciascun segmento è collegato ai due che stanno da esso alla distanza angolare di 120 gradi.

Quello descritto è l'avvolgimento schematico. L'avvolgimento effettivo differisce da esso, e la differenza ha lo scopo di moltiplicare il numero di tratti utili ed accrescere con ciò la forza elettromotrice della macchina. Tale differenza consiste in ciò, che dopo aver disteso il primo tratto radiale, il primo tratto di raccordamento ed il secondo tratto radiale, si ritorna col filo al punto di partenza del primo tratto radiale e si distende accanto a questo un secondo tratto ad esso parallelo; con un tratto arcuato giustaposto al primo tratto di raccordamento si viene una seconda volta all'origine del secondo tratto radiale, poi si ritorna ancora al punto di partenza, e così si forma una spirale piatta avente la forma di un settore compreso tra due lati rettilinei radiali e due lati incurvati ad evolvente di cerchio. Fatta questa prima spirale, si passa col filo, seguendo un arco di evolvente, al terzo tratto radiale e si dà principio all'avvolgimento di una seconda spirale piatta uguale alla precedente. E così si procede fino alla fine. Per tal modo si può dare al filo indotto una lunghezza qualunque ed ottenere, con un prestabilito numero di spirali elementari, quella forza elettromotrice che si vuole.

Praticamente l'avvolgimento si fa sopra due dischi di cartone compresso, nel quale sono praticati buchi nei punti dove debbono trovarsi le estremità dei tratti radiali del filo indotto. I tratti radiali si distendono su una delle faccie del disco, ed i tratti curvilinei di collegamento si dispongono sull'altra faccia. Per tal modo si evitano gli incrociamenti e gli acca-

vallamenti del filo. Sull'uno dei dischi si dispongono la 1^a, la 3^a, la 5^a, ecc. spirale elementare; sull'altro si dispongono la 2^a, la 4^a, la 6^a, ecc. I due dischi vengono poi applicati con viti sulle due fascie di una stella di lamina sottile di argentana, che serve a collegarli all'albero ed a dare al sistema la necessaria rigidità. La stella di pakfong è intagliata in modo di sopprimere in essa le correnti di Foucault. La scelta dell'argentana, lega che ha una grande resistenza specifica, ha anch'essa lo scopo di ridurre viemmeglio le correnti parassite. I due dischi sono applicati contro la stella di sostegno colle faccie portanti i tratti radiali, cosicchè rimangono sulle faccie esterne del sistema i soli tratti curvilinei di raccordamento. Formato nella maniera descritta il disco, si taglia via da ciascuno dei due dischi di cartone la corona circolare compresa fra i due fasci, interno ed esterno, dei tratti curvilinei, in modo da mettere allo scoperto i tratti utili. E per tal modo si rende possibile ridurre l'interfero alla grossezza strettamente necessaria per dar passaggio ai tratti utili del filo indotto. Si ottiene inoltre il vantaggio di una perfetta ventilazione dell'armatura, ventilazione la quale rende possibile adoperare una intensità di corrente assai elevata. È questo un pregio dell'armatura a disco, il quale viene ad aggiungersi a quelli dianzi enumerati.

Un altro pregio prevedibile, che l'esperienza ha completamente confermato, consiste nella eliminazione quasi completa della cosiddetta reazione dell'indotto. Nelle macchine del Desroziers la reazione dell'indotto è così tenue, che se si tracciano le caratteristiche a circuito aperto ed a circuito chiuso e se si aggiunge a ciascuna ordinata di quest'ultima il prodotto dell'intensità della corrente di piena carica per la resistenza statica dell'indotto, si ottiene una curva, le cui ordinate, nelle vicinanze del *ginocchio* differiscono da quelle della caratteristica a circuito aperto solamente di 1 o di 1.5 per cento. È questo un risultato notevolissimo, se si pensa che la reazione dell'indotto, che si constata nelle ordinarie macchine ad anello ed a tamburo, raggiunge spesso il 10 e qualche volta, nelle macchine mal proporzionate, persino il 20 per 100.

Quasi tutte le macchine del descritto sistema finora costrutte sono macchine a piccola velocità angolare; il loro indotto fa da 200 a 350 giri al minuto. La maggior parte delle macchine finora costrutte ha trovato impiego nella illuminazione di piroscafi. Per tale applicazione ciascuna macchina dinamoelettrica è direttamente comandata, per mezzo di una piastra elastica di accoppiamento del sistema Raffard, da un motore a vapore appositamente studiato nelle officine *Breguet*. L'insieme costituisce un gruppo compatto ed acconcio al servizio a cui è destinato.

Le macchine *Desroziers* che lo stabilimento *Breguet* ha presentato alla Esposizione avevano potenze comprese tra 12 e 144 chilowatt. La più grande, quella di 144 chilowatt (circa 200 cavalli) aveva una velocità corrispondente a soli 200 giri al minuto. L'interferro era poco superiore a circa 2 cm. La costruzione loro è compatta e meccanicamente soddisfacente. I risultati delle esperienze sembrano accordarsi nel constatare la bontà del rendimento, e i confronti di essi con quelli relativi alle macchine ordinarie attesta la possibilità di ridurre notevolmente, col sistema a disco, il peso del rame e quello della macchina intiera. Noi non crediamo che tali vantaggi non sieno compensati dalla maggior complicazione della costruzione, ma non possiamo nemmeno non affermare che nella macchina del *Desroziers* si trovano riunite disposizioni ingegnossissime e veramente degne di essere notate.

B) Macchine a corrente alternante.

12. In confronto col grande numero delle macchine a corrente continua in mezzo alle quali noi abbiamo fatto or ora una rapida corsa, il numero delle macchine a corrente alternante presentate alla mostra di Parigi è stato scarsissimo. E ciò si spiega, se si pensa allo scarso impiego che in Francia hanno finora trovato le correnti alternative. Se si eccettuano le vecchie macchine alternative che il Gramme aveva costruito pel servizio delle candele Jablochhoff, macchine che si trovano ancora molto diffuse negli impianti di illuminazione

elettrica esistenti a Parigi, e che lavoravano in alcune delle stazioni centrali impiantate nella esposizione, e se si lasciano in disparte alcuni modelli che non presentavano nulla di buono, si può dire che le sole macchine alternanti che abbiano figurato nella esposizione e che meritino un cenno, sono: una macchina del *Ferranti*, alcune macchine di *Thomson-Houston* ed una di *Heisler*.

13. La macchina *Ferranti* figurava e funzionava nel padiglione della Società Anonima l'« *Eclairage électrique* » il quale serviva come stazione centrale per l'illuminazione di una parte dell'Esposizione.

Essa era la più grande macchina a corrente alternativa che esistesse nella Esposizione, e si presentava anche come un saggio di ottima costruzione; non offriva però nulla di nuovo. Come è noto la macchina *Ferranti* è a disco, con l'indotto mobile e l'induttore fisso. L'induttore, per la disposizione generale, è identico a quello delle notissime macchine alternative di Siemens. I nuclei degli elettro-magneti hanno sezione trapezia e sono sostenuti da corone circolari di ghisa. Nell'armatura il conduttore è una sottile striscia di rame avvolta su di un nucleo di bronzo insieme ad un nastro di fibra vulcanizzata di eguale larghezza. Per evitare le correnti parassite, il nucleo è suddiviso in molte striscie strette ed increspate, separate l'una dall'altra per mezzo di asbesto. Le spirali hanno forma ovale oblunga come quelle della macchina Siemens, sono disposte in corona e portate da un disco solidario all'albero. L'unione delle spirali al disco di sostegno non è fatta direttamente, ma bensì per mezzo di *porta spirali*. Ciascuno di questi porta due spirali e serve a congiungere le estremità interne delle medesime. I porta spirali sono isolati dal disco o mozzo centrale che li sostiene cosicchè v'ha nella armatura un duplice isolamento: l'isolamento delle spirali rispetto ai nuclei e l'isolamento di questi rispetto alla massa metallica della macchina. L'avvolgimento delle spirali è tale che la corrente passa attraverso l'indotto in due circuiti paralleli, per la quale disposizione i capi dell'indotto vengono a trovarsi alle

due estremità di un diametro. Le connessioni tra le spirali adiacenti si effettua automaticamente nell'atto stesso col quale si inserisce una spirale e la si ferma nella sua sede; per tal modo riesce impossibile che un operaio faccia, ricambiando qualche spirale, una falsa connessione.

Risulta da questa descrizione, come il Ferranti abbia rinunciato alla disposizione primitiva che formava una volta la parte caratteristica delle sue macchine, alla disposizione cioè nella quale l'indotto era formato non già da una serie di spirali messe in corona, ma da un unico nastro continuo avvolto secondo una linea ondulata. Così la sua macchina è diventata quasi identica all'antica e primitiva macchina di Siemens, dalla quale non differisce se non per semplici particolari costruttivi. La fattura però è ottima, ed i particolari ai quali abbiamo accennato hanno una grande importanza. La corrente eccitatrice per l'induttore è prodotta da una piccola macchina a corrente continua portata dalla stessa intelaiatura della macchina principale ed avente con questa l'albero comune.

14. Le macchine dinamo elettriche che la Società *Thomson-Honston* di Boston adopera nei suoi impianti per correnti alternative e che la Società stessa esponeva nella grande galleria delle macchine, hanno molta rassomiglianza con le *Stanley* della Società Americana *Westinghouse e C.* Sono macchine a tamburo, coll'induttore fisso e coll'indotto rotante. Il nucleo dell'indotto ha forma cilindrica ed è composto di sottili dischi di ferro come nelle ordinarie macchine a tamburo per correnti continue.

Le spirali indotte di forma piatta, strette e lunghe sono adagiate sulle superfici convesse del tamburo coi lati maggiori, che sono i lati utili, paralleli alle generatrici. Gli elettromagneti induttori sono disposti radialmente tutt'attorno all'armatura cilindrica e presentano a questa le loro estremità interne, le quali sono alternativamente estremità nord e sud. Le estremità esterne sono riunite da un grosso involuppo cilindrico di ferro fuso, che loro serve come giogo e che le sostiene. Questo involuppo a tamburo cilindrico è fissato sulla

piastra di base e costituisce la parte principale dell'intelaiatura della macchina.

Il nucleo dell'armatura ha un largo foro centrale ed è congiunto all'albero per mezzo di una stella colle braccia leggermente torte. Ciò produce una continua chiamata d'aria attraverso al vano centrale ed assicura così una buona ventilazione dell'indotto.

Le macchine del descritto tipo che figuravano a Parigi erano due, e differivano l'una dall'altra pel modo di eccitazione. La prima macchina era auto-eccitatrice. Serviva in essa come corrente eccitatrice la corrente indotta in una delle spirali della armatura. I due capi di tale spirale erano collegati coi segmenti alternati di un commutatore, partendo dal quale la corrente, raccolta con due spazzole, era condotta alle spirali magnetizzanti dell'induttore. In tale macchina si avevano dieci poli induttori e dieci spirali indotte. Queste erano fatte con filo a sezione quadrata e disposte in un unico strato. La velocità corrispondeva a 1500 giri per minuto, e quindi ad una frequenza uguale a 125. La corrente era di 20 ampere e la differenza di potenziali tra i poli 1500 volt. Il peso totale era di circa 1500 chilogrammi.

La seconda macchina invece ha una doppia eccitazione, lo scopo della quale è di far sì che la differenza dei potenziali ai poli aumenti quando aumenta l'intensità della corrente totale. Questo risultato è ottenuto eccitando l'induttore in parte con una corrente prodotta da una macchina ausiliaria a corrente continua ed in parte con l'intera corrente principale orientata per mezzo di un commutatore. Gli elettromagneti dell'induttore sono in numero di dieci come nella macchina precedente. Di essi otto sono eccitati dalla corrente continua prodotta dalla eccitatrice separata gli altri due sono invece eccitati dalla intera corrente prodotta dalla macchina principale, corrente che, opportunamente orientata, viene mandata nelle loro spirali. A quest'uopo alla corrente alternativa prodotta nell'armatura dalla grande macchina si fa percorrere il seguente cammino: da uno dei capi dell'armatura al primo anello del collettore e da questo al circuito esterno, dal cir-

cuito esterno al secondo anello del collettore, dal quale la corrente passa a cinque segmenti alternati di un commutatore di dieci sezioni; da una delle spazzole del commutatore alle due spirali magnetizzanti, che sono collegate in serie, poi all'altra spazzola del commutatore, e finalmente, per mezzo di un conduttore partente dagli altri cinque segmenti alternati del commutatore, all'altro capo dell'armatura. Con tale disposizione si può ottenere questo risultato: che quando cresce il numero delle lampade alimentate e crescono con esso l'intensità della corrente totale e la caduta di potenziale nei reofori principali, cresce anche l'eccitazione delle due elettro-calamite ed aumenta con questa la forza elettromotrice indotta nell'armatura. Le cose si possono proporzionare e regolare in modo che la differenza di potenziali utilizzabile nei luoghi di consumo rimanga invariata nonostante l'accresciuto numero delle lampade. Per regolare l'autoeccitazione e far sì che si verifichi esattamente la voluta compensazione, serve una resistenza, regolabile a mano, messa in derivazione, o come *shunt*, parallelamente alle due spirali magnetizzanti. Tale resistenza, aggiustata una volta, non richiede ulteriore attenzione. La macchina descritta è proporzionata per dare nei luoghi di consumo una differenza di potenziali di 300 volt.

15. La macchina a corrente alternante di Carlo *Heisler* di S. Louis (America), è l'ultima della quale dobbiamo far cenno. Come principio, come disposizione, come costruzione, tale macchina non presenta nulla di veramente nuovo o di notevole; essa ha tuttavia una qualche importanza siccome quella che è costrutta e viene adoperata come parte di un sistema di illuminazione con lampade ad incandescenza in serie, il quale è stato, in America, accolto con qualche favore, e del quale noi dovremo far cenno in questa nostra relazione. Nella macchina di Heisler l'indotto è fisso e l'induttore gira nell'interno di esso. Sull'albero di quest'ultimo è fissata anche l'armatura della macchina eccitatrice, la quale è un anello alla Gramme rotante in un campo magnetico a quattro poli. Entrambe le macchine, la macchina principale a corrente alternante e la ec-

citatrice a corrente continua, sono racchiuse in un involucro cilindrico di lastra di ferro che dà all'insieme l'aspetto di un lungo tamburo. L'indotto della macchina principale, a corrente alternante, il quale, come si è già detto, è fisso, è un tamburo composto di piastrine di ferro ed è scomponibile in otto settori amovibili, i quali sono tenuti in posto da tiranti di bronzo fosforoso, paralleli all'asse, assicurati alle piastre terminali. Sul tamburo cilindrico così formato stanno avvolte le spirali indotte. L'avvolgimento è fatto alla maniera di Gramme, e propriamente come lo è nell'indotto, pure fisso, della macchina a corrente alternante dal Gramme costrutta per il sistema Jablochhoff. La sola differenza tra l'avvolgimento dell'indotto Heisler e quello dell'indotto Gramme sta in ciò, che mentre in quest'ultimo le spirali indotte sono ripartite in quattro circuiti distinti, nel primo invece esse sono ripartite solamente in due circuiti. Sonvi in tutto 32 spirali elementari, che, tutte insieme, coprono completamente tutta la superficie del tamburo. Di esse 16 sono in un circuito e 16 in un altro; le spirali di un circuito sono alternale con quelle dell'altro. L'induttore, che ruota nell'interno, ha 16 elettromagneti radiali presentanti sulle estremità esterne poli alternati. Le spirali in ciascun circuito sono adunque in numero eguale ai poli induttori, come nell'antica macchina di Gramme ora citata. Con questo artificio, di avvolgere sull'armatura un numero di spirali indotte doppio di quello dei magneti induttori e di porle in due circuiti separati si ottiene il vantaggio di poter coprire di spirali completamente tutta l'armatura, pur osservando per ciascun circuito indotto la nota regola, che per le macchine alternative è fondamentale, di coprire colle spirali indotte inserite in un medesimo circuito solamente una piccola parte del nucleo dell'armatura. Però l'esempio della macchina di Gramme sovracitata basta, anche senza ricordarne altri, a dimostrare che tale disposizione che Heisler presenta come nuova, è da lungo tempo nel dominio del pubblico.

La macchina eccitatrice a corrente continua, la quale, come si è detto, ha l'asse comune colla macchina principale, è eccitata in serie ed è a quattro poli. L'induttore di essa con-

siste in un anello circondante l'armatura, sul quale sono fissati quattro blocchi polari. Le porzioni dell'anello comprese fra tali blocchi sono coperte dalle spirali magnetizzanti. La corrente è raccolta da due spazzole appoggiate alla distanza di 90° l'una dall'altra su di un ordinario collettore. Dalle spazzole, per conduttori esterni essa passa ad altre spazzole appoggiate su due anelli comunicanti coi capi delle spirali magnetizzanti; tutte le spirali dell'induttore sono congiunte in serie.

In tutte le macchine di Heisler, qualunque sia la loro grandezza, ciascuno dei circuiti esterni trasmette 5 ampere. La differenza efficace dei potenziali ai poli varia da macchina a macchina e può salire fino a 3000 volt. La velocità varia da 600 ad 800 giri per minuto. La macchina esposta a Parigi, colla velocità normale di 640 giri dava 1750 volt con 5 ampere in ogni circuito.

§. 2.

I sistemi di distribuzione.

16. Più ancora che nella costruzione delle macchine dinamo-elettriche è stato grande il progresso che dalla prima esposizione di elettricità di Parigi a questi giorni si è fatto nella distribuzione delle correnti elettriche e nell'impianto delle grandi stazioni centrali. Nel 1881 il sistema di distribuzione per lampade ad incandescenza collegate in parallelo con due fili, che fin d'allora era stato da Edison studiato in tutte le sue parti e stava applicandosi su grande scala nell'America, non aveva ancora ricevuto in Europa alcuna grande applicazione; il sistema per lampade ad arco in serie del Brush, che permetteva di alimentare con una sola macchina 40 lampade di 10 ampere, cominciava appena ad essere ritenuto pratico; e i sistemi escogitati da Marcel Deprez per distribuzioni in derivazione con potenziali costanti e per distribuzioni in serie con correnti costanti, sistemi che dovevano utilizzare il concetto, appena abbozzato, della doppia eccitazione, erano allo

stato embrionale ed ancora molto lontani dalle condizioni di pratica applicabilità. Le idee poi sul modo di impiantare, di disporre e di governare una grande stazione centrale, sul modo di accoppiare più macchine dinamo elettriche su di una medesima rete di circuiti e sul modo di regolarne il funzionamento erano incerte tanto, che un concetto così semplice e rudimentale come è quello di accoppiare in batteria, in parallelo, più macchine con piccola resistenza d'armatura, eccitate in derivazione o con una macchina ausiliaria separata, concetto che pure nella esposizione era stato abbozzato dal Gravier, quasi non era stato apprezzato. Ed ora invece, dopo soli otto anni, non solo il sistema primitivo di Edison si è perfezionato coll'ingegnoso impiego dei *feeders*, non solo il raggio d'azione di esso si è notevolmente accresciuto mercè l'impiego dei tre fili, non solo il principio del sistema a tre fili, oramai divenuto generale, sta ricevendo un'ulteriore generalizzazione nei sistemi a cinque fili; non solo le stazioni centrali, che sono diventate numerose e colossali, sono sistematicamente ordinate e regolate con metodi assolutamente pratici e sicuri; non solo d'accanto al sistema in serie del Brush è venuto a prender posto l'ingegnoso ed ottimo sistema in serie per lampade ad arco della Società Thompson-Houston; non solo vanno applicandosi d'accanto ai sistemi in serie per archi voltaici, anche sistemi in serie per lampade ad incandescenza; ma una nuova classe di sistemi è venuto ad allargare enormemente il campo delle distribuzioni elettriche e ad accrescere notevolissimamente il raggio di azione di esse; la classe delle distribuzioni o trasmissioni indirette basate sull'uso dei trasformatori. Nella storia di questi nuovi modi di distribuzione, e, si può ben dire, nella storia dell'elettrotecnica, ha avuto una importanza eccezionale l'Esposizione del 1884 in Torino. Un uomo d'ingegno, Luciano Gaulard, fatta sua l'idea, non nuova, ma non ancora ben compresa, dei trasformatori a corrente alternativa, aveva saputo indovinarne l'importanza, e seguendola con una costanza, con una fede e con una operosità ammirabili, era riuscito a tradurla in atto con apparecchi, se non perfetti, atti a funzionare regolarmente come

congegni pratici, industriali. Il Gaulard presentava alla Esposizione di Torino i suoi generatori secondarii e riusciva con essi ad eseguirvi esperienze grandiose che richiamarono sul nuovo sistema l'attenzione dei tecnici e bastarono a dimostrare come l'elettrotecnica fosse oramai in possesso di un nuovo strumento fecondo di grandiose applicazioni. Dopo l'esperienza di Torino la costruzione e l'impiego dei trasformatori a correnti alternative si perfezionarono rapidissimamente, ed in pochi anni si videro sorgere nell'Europa continentale per opera della Casa Ganz di Budapest, nell'Inghilterra per opera del Ferranti, in America per opera della Società Westinghouse, impianti colossali ove coi trasformatori si utilizzano migliaia di cavalli dinamici. Fu così aperto all'elettrotecnica un campo nuovo ove si sono mietute e si mietono messi remuneratrici.

Cosa strana e deplorabile, dei frutti di questo nuovo campo di studii e di applicazioni l'Esposizione di Parigi ha presentato poco e nulla. La mostra di elettricità, che, come vedemmo, offriva un quadro così completo e grandioso della odierna condizione della industria della costruzione delle macchine generatrici delle correnti elettriche, nulla o quasi nulla conteneva di ciò che riguarda le macchine trasformatrici delle correnti medesime. Imperocchè nessuna importanza ha il fatto che la Società Thomson-Houston si servisse di alcuni trasformatori per illuminare una parte della sua mostra, e che di qualche trasformatore si servisse alcuna delle stazioni centrali serventi alla illuminazione di qualche parte della Esposizione, nè merita menzione un meschino esemplare di trasformatore Ziperowsky presentato, inoperoso, dalla Compagnia continentale Edison di Parigi.

Per compenso l'esposizione presentava nella bellissima stazione della Compagnia continentale Edison un ottimo modello di stazione centrale col sistema di distribuzione a tre fili, offriva nella mostra della Società Thomson-Houston un nuovo modo di applicazione per tale sistema, ed illustrava colle mostre della Società Americana di Edison, della Casa Thomson-Houston e di Heisler i nuovi sistemi di distribuzione per lampade ad incandescenza in serie, mercè i quali con impianti

economici si riesce ad allargare il raggio di azione della distribuzione pur evitando l'impiego dei trasformatori. Queste parti dell'Esposizione meritano un cenno.

17. La stazione centrale impiantata nella Esposizione dalla Compagnia Continentale Edison di Parigi, ha una importanza speciale, non solo per la bontà di alcune sue disposizioni e per la bellezza del suo insieme, ma anche, e più ancora, perchè offre un saggio di ciò che sono i migliori impianti attualmente eseguiti dalla Società Edison. Essa infatti non differisce dalla stazione centrale che la medesima compagnia ha nel *Palais Royal* nè da quella impiantata nella *Cité Bergère* per l'illuminazione di una parte dei *Boulevards*, se non per la grandezza di alcune delle macchine e per le condizioni imposte dai differenti locali.

Le caldaie, del tipo moltitubolare di Belleville, sono in numero di tre e possono produrre ciascuna 2600 chilogrammi di vapore all'ora. Le macchine a vapore, della fabbrica Wehyer e Richemond, sono verticali, a tripla espansione ed a condensazione. Fanno 160 giri al minuto, lavorano con una pressione iniziale del vapore di 10 chilogrammi per cm^2 , consumano 7 chilogrammi di vapore per ora e per cavallo indicato. Sonvi quattro macchine di 150 cavalli ed una di 140. Le macchine dinamoeltriche sono tutte dei tipi attualmente costrutti dalla Compagnia Continentale, sono macchine coll'indotto Edison e coll'induttore a doppio circuito magnetico somigliante a quello delle macchine F di Siemens ed Halske. Esse sono in numero di otto. Due, comandate ciascuna da una delle macchine a vapore, hanno l'induttore con quattro colonne, sono calcolate per mille ampere, e dànno, nell'impianto che stiamo descrivendo, 800 ampere. Come tutte le macchine Edison, le macchine di cui parliamo sono regolate per una differenza di potenziali ai poli uguale a 110 volt. Esse dànno adunque 88 chilowatt e ciò con una velocità corrispondente a 350 giri al minuto. Il peso totale è di 11750 chilogrammi. Le sei altre macchine sono di modello più piccolo, ed hanno due sole colonne nell'induttore; sono comandate due a due dalle tre ri-

manenti macchine a vapore. Queste sei macchine minori sono calcolate per 500 ampere e nell'impianto attuale danno effettivamente 450 ampere con 110 volt, ossia 49,50 chilowatt; e ciò con una velocità corrispondente a 650 giri per minuto. Il loro peso è di 5675 chilogrammi.

Ciò che a noi interessa qui considerare è il sistema di distribuzione, e propriamente il collegamento delle macchine, l'apparecchio per regolarle e il commutatore generale che serve ad inserirle nei circuiti ed a variare a seconda del bisogno i collegamenti.

Il sistema di distribuzione è, come abbiamo già detto, quello *a tre fili*; e in che consista questo sistema è cosa nota. Le macchine dinamo elettriche attive formano due gruppi, che diremo A e B, in ciascuno dei quali le macchine sono collegate in parallelo. I due gruppi poi sono collegati l'uno coll'altro in serie: il polo positivo del gruppo B è collegato col negativo del gruppo A; rimangono liberi il polo positivo del gruppo A ed il polo negativo del gruppo B, i quali rappresentano rispettivamente il polo positivo ed il polo negativo del sistema. Se, come nel caso degli impianti Edison, le macchine producono individualmente una differenza di potenziali di 110 volt, si ha fra i due poli del sistema una differenza di potenziali di 220 volt. Dal polo positivo di A, che è il polo positivo del sistema, dal pezzo di unione del polo negativo di A col positivo di B e dal polo negativo di B, che è polo negativo del sistema, partono tre conduttori, che noi contrassegneremo coi numeri 1 2 e 3. Le lampade sono anch'esse divise in due gruppi che noi diremo ancora A e B; quelle del gruppo A sono messe in derivazione tra i conduttori 1 e 2; quelle del gruppo B sono messe in derivazione tra i conduttori 2 e 3. Si hanno così due sistemi in derivazione, il primo dei quali comprende le macchine A e le lampade A, ed il secondo le macchine B e le lampade B; ma questi due sistemi hanno comune un reoforo: il conduttore 2 che è reoforo negativo pel sistema A, è nel tempo stesso reoforo positivo pel sistema B. Se i due gruppi contengono un medesimo numero di lampade, o meglio se i due gruppi ricevono correnti di una medesima intensità

totale, il filo 2 comune ai due sistemi non prende dalle macchine, nè riconduce alle medesime alcuna corrente; su di esso non si hanno allora correnti se non in alcuni tratti compresi fra i punti di derivazione dei due gruppi, correnti di intensità uguale alla differenza tra quelle esistenti sulle derivazioni. Se poi i due gruppi contengono numeri diversi di lampade, o più in generale, se ricevono correnti di intensità totali diverse, il conduttore 2, comune ai due gruppi trasmette solamente la differenza delle due correnti; e se nel distribuire le derivazioni si ha cura di far sì che entrambi i gruppi richiedano normalmente correnti uguali o poco diverse, il conduttore intermediario può avere una assai piccola sezione. E se anche si vuole ammettere il caso estremo, che solo un gruppo funzioni, al conduttore 2 basta dare una sezione uguale a quella degli altri due. Così anche in questo caso, che è il caso peggiore, si risparmia uno dei quattro conduttori che occorrerebbero per alimentare un ugual numero di lampade col sistema semplice a due fili. Per tal modo si ottiene questo risultato, che pur essendo le singole derivazioni e le singole lampade indipendenti tra di loro, si duplica la differenza dei potenziali, e con ciò si estende notevolissimamente il raggio d'azione entro il quale la distribuzione, tenuto conto delle spese di impianto e di esercizio, può essere remuneratrice. Questo sistema, che è dovuto ad Edison, ha ormai ricevuto numerosissime applicazioni; quindi non solo il principio di esso, ma nemmeno le disposizioni generali della stazione centrale necessarie per metterlo in pratica non possono costituire una novità. Tuttavia la stazione centrale della Compagnia Continentale Edison di Parigi offre interessanti oggetti di osservazione e di studio. Ciò soprattutto per la ingegnosa disposizione e per la bellissima costruzione del grande commutatore generale e del quadro di distribuzione.

Il commutatore generale deve servire ad inserire una qualunque delle macchine dinamoelétriche, a piacimento, nel gruppo A oppure nel gruppo B; esso deve inoltre contenere gli organi di comando dei reostati regolatori dei campi magnetici delle singole macchine, riuniti in piccolo spazio, in

posizione comoda per le operazioni della inserzione, o della esclusione, o della commutazione delle macchine medesime. Il commutatore della Compagnia Continentale ha appunto il merito di ridurre al minimo lo spazio in cui tutti i manubrii dei commutatori e dei regolatori delle varie macchine dinamo-elettriche sono collocati. Ciò si è ottenuto collocando tutti i commutatori, tanto quelli per l'inserzione e per la commutazione delle macchine, quanto quelli dei reostati regolatori, l'uno accanto all'altro in tanti piani perpendicolari alla fronte dell'intero apparecchio. Tutti questi commutatori sono a disco, con pezzi metallici di contatto disposti, come settori di una corona circolare, sulla periferia. I manubrii, colla manovra dei quali si stabiliscono con quei pezzi i vari contatti, sporgono sul davanti, sulla fronte principale del sistema; e la distanza tra i piani verticali, perpendicolari alla fronte stessa, nei quali essi si trovano, è ridotta a quella strettamente necessaria per contenere la grossezza dei dischi e per dar spazio ai fili di unione. I commutatori per l'inserzione delle macchine sono in alto, a circa m. 1,50 dal suolo; quelli dei reostati regolatori sono in basso, all'altezza di un tavolo ordinario, e ciascuno di essi sta sotto al commutatore d'inserzione corrispondente alla medesima macchina. Il tutto è di costruzione metallica, ed è riunito da una intelaiatura di ghisa in un sistema semplice e compatto.

Il commutatore per l'inserzione di una macchina ha, come si è detto, la forma di un disco. Tale disco porta su una delle faccie, verso la periferia, cinque pezzi massicci di bronzo di forma arcuata, isolati. Due di questi pezzi, o settori, sono situati alle estremità del diametro orizzontale; e questi comunicano, per mezzo di due cordoni di rame, coi due poli della macchina dinamo-elettrica; per esempio il pezzo anteriore comunica col polo positivo ed il posteriore col polo negativo; noi potremo contrassegnarli coi nomi: settore + e settore —. Un terzo settore occupa tutta la parte inferiore del disco, ed è in comunicazione con una grossa asta di rame, di sezione rettangolare, la quale a sua volta è collegata col conduttore 2 della distribuzione, del quale essa rappresenta l'origine. Per

ricordare ciò noi denomineremo tale asta: conduttore 2. La parte superiore del disco porta finalmente due altri settori isolati, i quali, insieme allo spazio interposto per l'isolamento, occupano un arco di ampiezza uguale a quello occupato dal settore inferiore. Questi due settori isolati sono collegati a due aste di rame, correnti lungo tutto il sistema, identiche per forma e per grandezza a quella che abbiamo denominato conduttore 2, e collegate, l'una, l'anteriore col conduttore 1, l'altra, la posteriore, col conduttore 3. Noi potremo denominarle addirittura: conduttore 1 e conduttore 3; potremo poi contrassegnare coi medesimi numeri anche i settori del commutatore. Una alidada, manovrabile per mezzo di un manubrio isolato, è girevole attorno al centro del disco. Essa porta due settori di bronzo, diametralmente opposti, l'uno dall'altro isolati, che da molle a lamina sono costantemente premuti contro i settori del commutatore, sui quali scorrono quando si fa girare l'alidada. Quando il manubrio e la alidada sono in posizione orizzontale, i due settori scorrevoli stanno appoggiati sui settori + e —, senza toccare alcun altro settore e quindi senza stabilire alcuna comunicazione tra i poli della macchina ed i conduttori. La macchina è allora fuori di circuito. Quando l'alidada è inclinata in modo che il manubrio sia in alto, in una posizione fissata da un accancio arresto, il settore mobile anteriore si appoggia sul settore + e sul settore 1, ed il settore mobile posteriore si appoggia sul settore — e sul settore 2; il polo positivo della macchina si trova quindi collegato col conduttore 1, ed il polo negativo col conduttore 2; la macchina è inserita nel gruppo A. Quando finalmente l'alidada è inclinata in senso inverso, in modo che il manubrio stia in basso, il settore scorrevole anteriore si appoggia sui settori fissi + e 2, mentre quello posteriore si appoggia sui settori fissi — e 3; quindi la macchina si trova collegata col polo positivo al conduttore 2 e col negativo al conduttore 3; la macchina è adunque inserita nel gruppo B.

Quando il manubrio è nella posizione orizzontale, corrispondente alla macchina fuori circuito, esso è trattenuto in tale posizione da un bocciuolo di arresto, e non può essere spo-

stato nè verso l'alto nè verso il basso se prima quel bocciuolo non è stato girato. Ciò obbliga l'operatore che sta per inserire la macchina in circuito, a fare una manovra che ferma la sua attenzione ed impedisce che egli inserisca la macchina prima di averla eccitata.

I commutatori dei reostati regolatori dei campi magnetici sono anche essi a disco ed alidada. Essi si possono manovrare uno ad uno per mezzo di un proprio manubrio, oppure tutti insieme per mezzo di una trasmissione comune. I manubrii per la manovra dei singoli regolatori ed i volantini per la manovra simultanea di tutti sono collocati in posizione comodissima. Per evitare qualunque pericolo di inversione dei poli, la corrente di eccitazione è presa sui 220 volt.

Fra le sbarre di distribuzione sono collocati due voltometri a grandi divisioni. Un voltometro differenziale collocato sul quadro generale serve alle operazioni dell'inserzione delle macchine in circuito. Quando si deve far tale operazione, uno dei fili del voltometro differenziale viene messo in derivazione tra le sbarre di distribuzione alle quali fa capo il circuito in cui la macchina dev'essere inserita, e l'altro filo del voltometro viene riunito coi suoi capi ai due poli della macchina che si vuole inserire. Si fa allora variare l'eccitazione della macchina fino a tanto che l'indice del voltometro differenziale rimanga sensibilmente allo zero. Quando ciò è ottenuto, la macchina viene messa in circuito. Sui circuiti parziali delle singole macchine sonvi gli amperometri, dietro alle indicazioni dei quali si hanno a regolare i campi magnetici per dividere equabilmente su le macchine funzionanti in un medesimo gruppo la corrente totale.

Colle sbarre di distribuzione del commutatore generale comunicano altre sbarre, anch'esse di rame con sezione rettangolare, poste orizzontalmente su di un quadro di distribuzione che sta di fianco al grande commutatore. Su queste ultime sbarre sono fatte le prese pei varii circuiti. Su ciascuna presa di corrente si trova un commutatore a catenaccio, un amperometro ed una lastra fusibile.

18 Quello, che abbiamo descritto, è un saggio di applicazione del sistema a tre fili nella sua forma primitiva ed ordinaria. Un altro modo di applicare il medesimo sistema è stato illustrato in una parte della mostra dalla *Thomson-Houston International Electric Company*. È un modo di applicazione, pel quale il prof. Elihu Thomson ha una privativa. Da esso non differisce sostanzialmente quello che, con altri particolari, e generalizzato per un sistema di distribuzione a cinque fili, è ora in istudio nello stabilimento Siemens ed Halske di Berlino. Mentre nel sistema a tre fili ordinario si hanno due macchine generatrici o due batterie di macchine riunite in serie, ed i tre conduttori partono dai poli liberi esterni e dal punto di congiunzione delle due macchine o dei due gruppi di macchine, nel sistema del prof. Elihu Thomson, invece, si adopera una sola macchina generatrice od una sola batteria di macchine generatrici, avente da sè sola la forza elettromotrice necessaria per mantenere fra i due poli la differenza di potenziali che si vuole fra i fili 1 e 3, 220 volt per esempio. I conduttori 1 e 3 della rete a tre fili partono dai due poli dell'unica generatrice; il conduttore 2, invece, ossia il filo intermedio, non è con tale macchina direttamente collegato. Finchè nei due gruppi (nel gruppo A derivato dai fili 1 e 2, e nel gruppo B derivato dai fili 2 e 3) sta acceso un egual numero di lampade, il filo 2, intermedio, non ha altro ufficio che quello di collegare tra di loro in serie i due gruppi di lampade; esso non ha da condurre alcuna corrente e non ha bisogno di essere collegato con alcuna generatrice. Quindi il sistema funziona, in tale caso, come nella disposizione ordinaria. Ma non appena il numero delle lampade accese in uno dei gruppi risulti diverso da quello delle lampade attive dell'altro gruppo, anche le intensità totali delle correnti nei due gruppi debbono essere diverse, se si vuole che le lampade dei due gruppi seguitino a funzionare con uguali differenze di potenziali; ed il conduttore intermedio deve poter portare la differenza delle due intensità; se ciò non potesse aver luogo, si produrrebbe una differenza fra la caduta di potenziali esistente tra i fili 1 e 2 e quella esistente tra i fili 2

e 3: la caduta di potenziale diventerebbe maggiore pel gruppo ove le lampade accese sono in minor numero, e minore per quello ove le lampade accese sono in numero maggiore. Per impedire che tale ineguaglianza si produca, e fare sì che comunque variino i numeri delle lampade accese nei due gruppi, sempre la caduta di potenziali disponibile tra i fili 1 e 2 uguagli quella disponibile tra i fili 2 e 3; il professore Elihu Thomson collega, nella stazione centrale, i tre conduttori con una speciale macchina dinamoelétrica ausiliaria alla quale dà il nome di *ugualizzatore*.

L'ugualizzatore è una macchina dinamoelétrica eccitata per mezzo di una derivazione presa sui conduttori estremi, cioè sui fili 1 e 3. L'armatura di questa macchina porta due spirali indotte identiche; e ciascuna di queste spirali ha un proprio collettore. La spazzola positiva del primo collettore è collegata col conduttore 1, la negativa col conduttore 2; la spazzola positiva del secondo collettore è collegata anch'essa col conduttore 2, e la negativa è congiunta col conduttore 3. Per tal modo una delle spirali dell'armatura, che noi diremo: spirale A, si trova inserita fra i fili 1 e 2 ai quali sono collegate le lampade del gruppo A; e l'altra, che noi diremo: spirale B, si trova inserita fra i fili 2 e 3 che servono alle lampade del gruppo B. Quando le lampade accese sono in ugual numero nei due gruppi, nessuna corrente si ha sul filo 2, le due spirali dell'armatura si trovano percorse da una medesima corrente, e su di essa il campo magnetico della macchina produce coppie di rotazione cospiranti ed uguali. L'armatura si mette adunque in moto e la sua velocità diventa costante quando la somma delle forze elettromotrici che si producono nelle due spirali e della piccola caduta di potenziali dovuta alla resistenza propria delle spirali medesime uguaglia la differenza di potenziali tra i fili 1 e 3. La macchina funziona allora come un motore il quale è attivato da una debolissima corrente derivata tra i fili 1 e 3, e gira a vuoto. E siccome le due spirali dell'armatura sono perfettamente identiche e girano in un medesimo campo magnetico, così le differenze di potenziali fra le estremità di esse sono esattamente uguali.

Sono adunque anche uguali le differenze di potenziali tra i conduttori con esse collegati. Così stando le cose, si supponga ora che tutto d'un tratto vengano spente alcune lampade in uno dei gruppi, per esempio nel gruppo B. La prima conseguenza di tale fatto è che la caduta di potenziali tra i conduttori 2 e 3 aumenta alquanto, mentre quella fra i conduttori 1 e 2 diminuisce; la intensità della corrente nella spirale B dell'ugualizzatore inserita tra 2 e 3 aumenta; quella nella spirale A inserita tra 1 e 2 diminuisce, e se la resistenza propria di tale spirale è piccola, presto si annulla e poi si inverte; il lavoro esercitato dal campo magnetico sulla prima spirale aumenta; quello sulla seconda spirale diminuisce, o si annulla, o cambia di segno. Mentre adunque la spirale B, la quale seguita a funzionare come quella dell'armatura di un motore elettrico, sviluppa un lavoro meccanico maggiore di quello ch'essa dava da prima, l'altra spirale, quella A, dà minor lavoro, o non ne dà affatto, oppure ne consuma e funziona come l'indotto di una macchina dinamo-elettrica generatrice. Se si fanno molto piccole le resistenze ohmiche delle due spirali, l'ultimo caso si verifica anche per minime variazioni nel numero delle lampade. E allora mentre la spirale B utilizzando l'eccesso della corrente del gruppo A su quella del gruppo B, produce un lavoro meccanico, la spirale A utilizza tale lavoro per produrre corrente in favore del gruppo A. Se le spirali dell'armatura non presentassero veruna resistenza, l'apparecchio manterrebbe tra i fili 1 e 2 e tra i fili 2 e 3 differenze di potenziali assolutamente uguali ed invariabili, e se fosse possibile pure che nessuna resistenza meccanica si opponesse al movimento dell'armatura, l'ugualizzatore funzionerebbe senza alcun consumo d'energia.

Ma siccome non è possibile ridurre a zero nè la resistenza elettrica delle spirali, nè la resistenza d'attrito, così accadrà che l'ugualizzazione ottenibile coll'apparecchio non sarà nè assolutamente perfetta nè gratuita.

19. Possiamo facilmente vedere da quali elementi dipendano l'esattezza ed il costo della ugualizzazione ottenibile.

Supponiamo a quest'uopo che le due spirali dell'armatura siano esattamente uguali l'una all'altra, come il costruttore deve mirare a farle, e rappresentiamo con r la resistenza elettrica di ciascuna. Ammettiamo poi, come, fra i limiti pratici delle velocità possiamo ammettere con grandissima esattezza, che la forza elettromotrice d'induzione prodotta in ciascuna spirale sia proporzionale al numero n di giri fatti dall'armatura in ogni minuto secondo; rappresentiamola perciò con ne . Ammettiamo similmente che tra i limiti pratici della velocità il lavoro consumato in l" dalle resistenze meccaniche passive sia anch'esso proporzionale ad n e rappresentiamolo con nL . Se allora noi rappresentiamo con v la differenza di potenziali tra i fili 1 e 3, con v' quella tra i fili 1 e 2 e con v'' quella tra i fili 2 e 3; se con i rappresentiamo l'intensità della corrente nel filo 2, e la consideriamo come positiva quando essa è diretta verso l'ugualizzatore; se finalmente rappresentiamo con i' ed i'' le intensità delle correnti nelle due spirali dell'armatura e le prendiamo come positive quando esse vanno rispettivamente da 1 a 2 e da 2 a 3; abbiamo le cinque equazioni :

$$v' - ne = ri', \quad (1)$$

$$v'' - ne = ri'', \quad (2)$$

$$v'i' + v''i'' = ri'^2 + ri''^2 + nL, \quad (3)$$

$$v' + v'' = v, \quad (4)$$

$$i'' - i' = I, \quad (5)$$

per mezzo delle quali, dati e , L , r , v , I , possiamo determinare v' , v'' , i' , i'' , n .

Dalle due prime ricaviamo per sottrazione, tenuto conto della (5):

$$v'' - v' = rI, \quad (a)$$

e combinando questa colla (4):

$$2v' = v - rI, \quad 2v'' = v + rI \quad (b)$$

Le (1) e (2) moltiplicate rispettivamente per i' e per i'' , e poi sommate dànno :

$$v'i' + v''i'' = ri'^2 + ri''^2 + ne(i' + i'');$$

quindi la (3) si riduce a

$$ne(i' + i'') = nL,$$

e dà
$$i' + i'' = \frac{L}{e}. \quad (c)$$

Questa poi e la (5) dànno :

$$2i' = \frac{L}{e} - I, \quad 2i'' = \frac{L}{e} + I. \quad (d)$$

Portando in (1) i valori (b) e (d), otteniamo finalmente

$$n = \frac{v}{2e} - \frac{rL}{2e^2}. \quad (f)$$

Queste semplici relazioni comprendono tutta la teoria dell'ugualizzatore. Esse pongono in chiaro i fatti seguenti :

Data la differenza di potenziale v tra i fili 1 e 3, e supposto che questa sia mantenuta costante per mezzo del regolatore della macchina dinamoelétrica generatrice, le differenze di potenziali v' e v'' tra i fili 1 e 2 e tra i fili 2 e 3 non dipendono da L nè da e ; non dipendono cioè nè dalle resistenze meccaniche che si hanno da vincere per far girare l'armatura, nè dalla intensità del campo magnetico in cui l'armatura è collocata, nè dall'avvolgimento delle spirali di questa. Esse dipendono unicamente da r e da I . Data I , ossia data la differenza tra le somme delle correnti attraversanti i due gruppi di lampade, esse dipendono unicamente dalla resistenza elettrica r delle spirali dell'armatura; la loro differenza $v'' - v'$ è proporzionale ad r . Ciò vuol dire che l'esattezza colla quale

l'ugualizzatore adempie il suo ufficio, l'ufficio cioè di ripartire in parti uguali fra i due gruppi di lampade la caduta totale di potenziale disponibile, dipende unicamente dalla resistenza elettrica delle spirali dell'armatura, ed è tanto maggiore quanto più piccola è tale resistenza. Se la resistenza r potesse farsi uguale a zero, sarebbe esattamente, sempre: $v' = v'' = \frac{v}{2}$; e l'ugualizzazione sarebbe perfetta. Per un dato valore della resistenza r , le formole (b) danno:

$$I = 2 \frac{v'' - \frac{v}{2}}{r} = 2 \frac{\frac{v}{2} - v'}{r},$$

e permettono di calcolare il valore di I , e ciò che val lo stesso, la differenza tra le correnti totali nei due gruppi, che si può ammettere senza che le differenze di potenziali subiscano variazioni $v'' - \frac{v}{2}$ oppure $\frac{v}{2} - v'$ superiori al limite compatibile con un regolare servizio di illuminazione.

Mentre v' e v'' sono indipendenti da L e da e , e dipendono solamente da r , le intensità i' ed i'' , invece (formole (d)) sono indipendenti da r e dipendono da L e da e , il loro valore medio $\frac{i' + i''}{2}$, uguale, per la (c), ad $\frac{L}{2e}$, è anche indipendente da I ; la loro differenza dal medio è uguale alla metà della corrente I del filo 2, la quale si divide in due correnti uguali percorrenti in sensi opposti le due spirali dell'armatura. Nel caso ideale di $L = 0$, ossia di un ugualizzatore non presentante alcuna, anche minima, resistenza di attrito, le (d) darebbero $i'' = -i' = \frac{I}{2}$, ossia le due spirali si troverebbero percorse sempre da due correnti uguali ed opposte. Per un dato valore di L tale stato di cose si può verificare con tanto maggiore approssimazione quanto più si fa grande la forza elettromotrice e .

Finalmente la formola (f) fa vedere che il numero dei giri n fatti dall'armatura in ogni minuto secondo dipende bensì da v ,

da e , da L e da r , ma è indipendente da I . Ciò vuol dire che data la costruzione dell'ugualizzatore, e data la differenza di potenziali v che la macchina dinamo-elettrica generatrice principale mantiene costante tra i fili estremi 1 e 3, l'armatura dell'ugualizzatore assume una velocità determinata la quale si mantiene poi sempre costante, indipendentemente dalle variazioni che possono avvenire nel numero delle lampade nei due gruppi. Tale velocità non varia se non col variare di v e col variare dello stato di nettezza e di lubrificazione dei cuscinetti su cui gira l'armatura.

L'impiego dell'ugualizzatore dà luogo ad una perdita di energia. Per renderci conto di essa noi distingueremo la perdita di energia P , che si ha propriamente nell'ugualizzatore da quella, P' , che si ha sul circuito principale.

L'energia consumata propriamente nell'ugualizzatore si compone di quella convertita in calore nelle spirali e di quella impiegata a fare il lavoro nL necessario per vincere gli attriti. Detta ρ la resistenza della spirale magnetizzante degli elettromagneti di campo, l'intensità della corrente eccitatrice vale $\frac{v}{\rho}$;

e l'energia da essa trasformata in calore è $\frac{v^2}{\rho}$; quindi l'energia consumata nell'ugualizzatore è :

$$P = \frac{v^2}{\rho} + ri'^2 + ri''^2 + nL.$$

Portando in questa espressione i valori (d) di i' ed i'' , ed eliminando n per mezzo della relazione (f), la si trasforma nella

$$P = \frac{v^2}{\rho} + \frac{1}{2}rI^2 + v \frac{L}{2e}.$$

Si può notare che $\frac{v}{2e}$ è il numero di giri che bisognerebbe far compiere in ogni minuto secondo all'armatura dell'ugua-

lizzatore per produrre, a circuito aperto, fra i capi di ciascuna delle due spirali, una differenza di potenziale uguale a $\frac{v}{2}$, ossia tra i morsetti estremi una differenza v . Detto ν questo numero di giri, possiamo scrivere :

$$P = \frac{v^2}{\rho} + \frac{1}{2} r l^2 + \nu L \quad (g)$$

I tre termini di questa espressione contengono, separate, rispettivamente: la resistenza elettrica ρ delle spirali eccitrici del campo magnetico, la resistenza elettrica r delle spirali dell'armatura, ed il lavoro L che definisce le resistenze meccaniche; la formola adunque mostra chiaramente come ciascuno di questi elementi concorra nel produrre il consumo P di energia. È da notarsi che la spesa di energia dovuta ad L , ossia alle resistenze passive, è uguale al lavoro che bisognerebbe spendere per far girare l'armatura quando tenendola in circuito aperto, ossia tenendo le spazzole isolate dai circuiti esterni, si volesse produrre e mantenere tra le estremità delle spirali rotanti riunite in serie una differenza di potenziali uguale a v . Non tutto questo lavoro va speso nel vincere gli attriti, nè tutto si trasforma in calore sui cuscinetti, o negli altri pezzi dell'apparecchio ove succedono sfregamenti od urti; una parte di esso è spesa per produrre la corrente $\frac{L}{2e}$ necessaria per produrre la coppia di rotazione, e questa parte si ritrova trasformata in calore nelle spirali dell'armatura. La parte che viene direttamente trasformata in calore dagli attriti e dagli urti è νL ; quella che si trasforma in energia elettrica e che si trasforma in calore nelle spirali dell'armatura è $\frac{rL^2}{2e^2}$; la loro somma è appunto, come mostra l'equazione (f), uguale a νL .

Quella che abbiamo calcolato, e che abbiamo rappresentato con P , è l'energia consumata propriamente nell'apparecchio ugualizzatore. Essa però non è la sola a cui l'impiego del-

l'apparecchio dia luogo. Tale impiego infatti obbliga a mantenere nel circuito principale una corrente d'intensità maggiore di quella utilizzata nei circuiti. Dette J , I_1 , I_3 le intensità delle correnti nel circuito principale, nel conduttore 1 e nel conduttore 3, si ha

$$J = I_1 + \frac{v}{\rho} + i', \quad J = I_3 + \frac{v}{\rho} + i''.$$

e quindi per la relazione (c):

$$J = \frac{I_1 + I_3}{2} + \frac{v}{\rho} + \frac{L}{2e}.$$

Egli è in base a questa intensità J che hassi a calcolare il lavoro consumato nel circuito principale. Detta R la resistenza di tale circuito, ossia la resistenza della generatrice e dei due reofori che collegano questa coll'ugualizzatore, l'energia trasformata in calore è

$$RJ^2,$$

mentre quella che si trasformerebbe in calore, qualora non si facesse uso del'ugualizzatore, sarebbe

$$R \left(\frac{I_1 + I_3}{2} \right)^2;$$

e con ciò si ha un'idea della perdita di cui l'ugualizzatore è causa. Si può osservare che l'eccesso di J su $\frac{I_1 + I_3}{2}$, e quindi il maggior consumo di energia, del quale stiamo discorrendo, dipendono unicamente da ρ e da $\frac{L}{e}$; non da r , nè da $I_1 - I_3$.

La differenza di potenziali, che devesi mantenere tra i poli della generatrice è

$$V = v - R_1 J,$$

ove con R_1 si rappresenti la resistenza dei reofori congiungenti la generatrice coll'ugualizzatore. Anche questa è indipendente da $I_1 - I_3$, ossia dalla ripartizione delle lampade tra i due gruppi e dalla resistenza r delle spirali dell'armatura dell'ugualizzatore; dipende oltrechè dal numero totale delle lampade, da ρ e da $\frac{L}{e}$.

20. Le precedenti considerazioni mettono in chiaro il modo di funzionare dell'ugualizzatore, dànno un'idea dell'ordine di grandezza delle oscillazioni di potenziali che l'apparecchio concede, e somministrano criterii per valutare le spese di energia a cui l'impiego di esso conduce. Per la sicurezza, per la regolarità del funzionamento, per la facilità del governo, il sistema di distribuzione a tre fili coll'ugualizzatore è evidentemente meno buono di quello primitivo di Edison; e se si tratta di collocare l'ugualizzatore presso alla macchina generatrice, nella stazione centrale, esso non è certamente raccomandabile. Esso non dispensa dall'impiego di due macchine, e non semplifica nulla. Tuttavia l'idea ingegnosa che gli serve di base, può ricevere utili applicazioni. Un vantaggio importantissimo del sistema sta nel fatto che l'ugualizzatore può essere collocato, occorrendo, lontano dalla stazione centrale ove sta la macchina generatrice, in una stazione secondaria. Per tal modo si possono con un'unica stazione centrale, per mezzo di una rete principale, o primaria, a due fili, alimentare parecchie stazioni secondarie munite di ugualizzatori, ciascuna delle quali sia centro di una rete a tre fili. E non v'ha dubbio che in parecchi casi si possono fare con questo artificio distribuzioni su larghe superficie ed a grandi distanze con un notevole risparmio di spesa. Tale disposizione è analoga, e corrisponde nella sostanza, a quella che si potrebbe fare per mezzo di trasformatori a corrente continua, ma è certamente più semplice nell'impianto e più comoda nell'esercizio. All'ugualizzatore si possono evidentemente sostituire in ciascuna stazione secondaria, due serie di accumulatori riunite tra di loro in serie,

alimentate in serie dai due reofori primarii, ed alimentanti nella rete secondaria un sistema a tre fili.

Ciascuna batteria terrebbe il posto di una delle spirali dell'armatura dell'ugualizzatore. Meglio ancora gli accumulatori potrebbero disporsi in parallelo coll'ugualizzatore, in modo da servire come riserva.

Il principio dell'ugualizzatore può facilmente essere generalizzato. Invece di una armatura con due sole spirali, si possono adoperare più armature con più spirali; e si può così comporre un apparecchio che serva ad ugualizzare le differenze di potenziali in un sistema di distribuzione a quattro, a cinque ed a più fili.

Appunto una tale idea è attualmente coltivata e praticata dalla Casa Siemens e Halske di Berlino, la quale l'ha posta a base di progetti per distribuzioni con cinque fili. Uno di questi progetti, assai grandioso, è quello che la Casa Siemens e Halske presentava recentemente per l'illuminazione elettrica della città di Francoforte sul Meno. Tale progetto comprendeva una stazione centrale principale ed un certo numero di stazioni secondarie. La stazione principale doveva contenere le macchine dinamo elettriche a corrente continua destinate ad essere raggruppate in parallelo e ad alimentare con una costante differenza di potenziali di 440 volt un sistema di conduttori principali. Le stazioni secondarie dovevano essere centri di altrettante distribuzioni a cinque fili. Ciascuna di esse, doveva a quest'uopo contenere un egualizzatore; e questo era costituito da quattro macchine dinamo elettriche identiche aventi l'albero comune. Le quattro spirali delle armature, per mezzo delle relative spazzole erano riunite tra di loro in serie; coi due capi della serie erano collegati i conduttori primarii provenienti dalla stazione centrale principale; coi due capi medesimi e inoltre coi punti d'unione intermedi, tra le quattro armature erano collegati i cinque fili della rete parziale. Per tal modo la totale differenza di potenziali mantenuta sui reofori d'alimentazione dalle macchine della stazione centrale sarebbe stata divisa fra i cinque fili di ciascuna rete secondaria in quattro parti uguali. Ciascuna rete avrebbe alimentato

quattro gruppi di lampade, ciascuno con una differenza di potenziali uguale a 100 volt. Al posto degli ugualizzatori dinamo-elettrici la Casa Siemens ed Halske proponeva pure di adoperare, se ciò si fosse preferito, ugualizzatori idroelettrici formati con quattro serie di accumulatori disposti in serie. Od anche essa proponeva di adoperare ad un tempo l'ugualizzatore dinamo-elettrico e l'idroelettrico messi di fianco l'uno all'altro in modo che l'uno potesse all'altro servire come riserva.

L'idea di tale sistema non è nuova, ma solo adesso essa si presenta in forma pratica e con progetti chiari e completi. E siccome essa offre un nuovo modo di allargare il campo delle distribuzioni di energia elettrica, così la parte della esposizione di Thomson-Houston che serviva ad illustrarla aveva nella mostra mondiale di Parigi una speciale importanza.

21. Un altro sistema di distribuzione che ha fin d'ora numerose e grandi applicazioni è quello per *gruppi di lampade* ad incandescenza *in serie*. Esempi di tale distribuzione e parti del macchinario per essa necessario erano presentati nella esposizione di Parigi dalla Società Americana Edison, dalla Società Thompson-Houston e da quel C. Heisler di S. Louis (America) del quale abbiamo più sopra descritto la macchina dinamo-elettrica.

Edison fu notoriamente il primo ad attuare praticamente, su larga scala, tale sistema. Egli lo denomina: *Sistema municipale*, ed ha pel medesimo un macchinario completo. Le lampade ad incandescenza pel sistema municipale sono fatte per essere attivate con una corrente di 3 ampere, e con tale corrente presentano ai due morsetti una differenza di potenziali di circa 20 volt, se sono di 16 candele, e di circa 13 se sono di 10 candele. Le lampade di 16 candele sono disposte in tante serie di 60 lampade; quelle di 10 candele in tante serie di 90 lampade. Le serie poi sono tra di loro riunite in parallelo ed alimentate da una macchina dinamo elettrica sui poli della quale è mantenuta, colla necessaria intensità di corrente, una differenza di potenziali di 1200 volt. Ecco uno specchio

de' varii modelli di macchine dinamo elettriche che la Società Edison impiega a quest'uso:

<i>Tipo</i>	X	A	B	C
Volt ai poli	1200	1200	1200	1200
Ampere	9	16	32	48
Chilowatt	10,8	19,2	38,4	57,6
Massimo numero di circuiti da 3 ampere	3	5	11	16
Numero delle sezioni del collettore	94	90	122	100
Velocità (N° di giri per l'). . .	1600	1300	1000	700

La Società Thomson-Houston adopera anch'essa, in alcuni dei suoi impianti, sistemi di lampade ad incandescenza collegate in serie, e appunto con uno di questi sistemi essa illuminava la propria mostra nella galleria delle macchine.

Le lampade adoperate a quest'uso sono, come quelle di Edison, fatte per tre ampere e per 20 a 25 volt. Esse sono munite, come è necessario, di disposizioni automatiche per chiudere un corto circuito quando per accidente si spezza il filamento di carbone. Le disposizioni adoperate sono varie; in tutte però la chiusura del corto circuito ha luogo per effetto del notevole aumento della differenza di potenziali, che si produce fra i due morsetti della lampada quando si rompe il filamento di carbone. E l'artificio che serve a tale effetto è il seguente. La corrente che va alla lampada e quella che viene dalla medesima passano per due lamine metalliche vicine, facenti parte del porta-lampade, le quali per la propria elasticità tendono a stare appoggiate fortemente l'una contro l'altra. Ma un pezzetto di carta sottile frapposto impedisce che le lamine si tocchino. Quando si rompe il filamento di carbone e si produce perciò fra le due lamine una differenza di potenziali grandissima, la carta viene attraversata da una scarica che la distrugge, le due lamine vengono a contatto e richiudono il circuito. Disposizioni ingegnose permettono di ricambiare, dopo l'accidente, il foglietto di carta e di rimettere con ciò l'apparecchio in istato di servizio. In alcuni tipi di lampade si ha, oltre all'apparecchio solito a foglietto di carta, anche quest'altra disposizione, che

serve come riserva pel caso che l'effetto dell'apparecchio accidentalmente mancasse. I due fili (di rame), ai quali sono attaccati i capi del filamento di carbone, sono incrociati e passano vicinissimi l'uno all'altro, senza toccarsi. Nel caso di una rottura del filamento si produce fra i due fili, là dove essi son più vicini, un arco voltaico, il quale, quando l'apparecchio a carta non funzioni e la rottura del circuito perduri, produce una saldatura fra i due fili.

22. Il sistema di distribuzione del sig. *C. Heisler*, del quale ci rimane a parlare, è anch'esso un sistema per serie, ma è nel tempo stesso un sistema a correnti alternative. La macchina dinamo-elettrica in esso adoperata è quella che abbiamo già descritta: è una macchina con due spirali indotte, nelle quali si producono forze elettromotrici con una differenza di fase di un quarto di periodo. Le due spirali indotte sono inserite in due distinti circuiti.

L'intensità della corrente in ciascun circuito è di 5 ampere; la forza elettromotrice, variabile col numero delle lampade, può salire fino a 3000 volt. In ciascun circuito è inserita una serie di lampade ad incandescenza di 70 watt, ognuna delle quali produce una caduta di potenziali di 14 volt; in ciascun circuito se ne possono inserire fino a 212.

A mantenere nei circuiti una intensità di corrente costante serve un regolatore automatico, che è la parte più interessante di tutto il sistema. Tale regolatore fa due uffizi: 1° Ugualizza tra di loro le intensità delle correnti nei due circuiti; 2° fa sì che il valore comune delle due correnti sia sempre quello che conviene alle lampade, 5 ampere. Adempie il regolatore il primo ufficio inserendo nel circuito ove è minore il numero delle lampade una resistenza equivalente a quella delle lampade mancanti. Adempie il secondo ufficio spostando le spazzole della macchina eccitatrice in modo da far variare, a seconda del bisogno, la forza elettromotrice della macchina principale.

Col sistema di Heisler si può estendere il raggio d'azione di un impianto per illuminazione con correnti alternative nella misura istessa nella quale ciò si può fare col sistema ordinario

dei trasformatori. È poi facile vedere che l'economia del metallo nelle condutture, che la distribuzione Heisler permette di ottenere, è del medesimo ordine di quella ottenibile nei trasformatori. E siccome colla distribuzione in serie si risparmia la spesa di costruzione e d'impianto dei trasformatori, e si evitano le perdite di energia inerenti all'impiego di questi apparecchi, così si può spiegare come l'idea di un tale sistema possa essere sorta e possa avere trovato fautori ed imitatori. Ma è pure evidente che i citati vantaggi non hanno nella pratica una importanza pari a quella che può apparire in un esame superficiale, e che, ciò che più monta, essi sono largamente compensati da inconvenienti gravissimi. Ciò che si risparmia nell'impianto dei trasformatori è in parte compensato dalla maggior spesa occorrente nelle condutture, le quali debbono essere tutte isolate per alti potenziali, mentre negli impianti con trasformatori gli alti potenziali sono limitati alla rete primaria. Il risparmio della energia che i trasformatori consumerebbero per isteresi e per correnti di Foucault è anche esso più che compensato dal consumo dovuto alle resistenze introdotte nei circuiti per la regolazione. La regolarità del servizio, intieramente affidata ad un regolatore automatico, è certamente mal sicura. Finalmente gli enormi potenziali di 2000 e di 3000 volt, che si ammettono nei circuiti, anche nelle case degli utenti, offrono tali pericoli per le persone da rendere il sistema, presso di noi, assolutamente inaccettabile.

§ 3°

Applicazioni speciali.

I. Motori elettrici.

23. Descrivendo le macchine dinamo elettriche che hanno figurato nella Esposizione, abbiamo più volte avuto occasione di accennare all'impiego di esse alla trasmissione della energia meccanica a distanza. Così, per esempio, abbiamo notato che

la grande macchina a quattro poli della fabbrica di Oerlikon somministrava la corrente ad un'altra macchina del medesimo tipo e di dimensioni poco diverse, la quale funzionava come motore nella galleria delle macchine agrarie. Così pure descrivendo le macchine di Marcel Deprez abbiamo fatto cenno della destinazione speciale per la quale esse furono studiate, che è quella della trasmissione dell'energia meccanica a distanza, ed abbiamo notato come anche nella Esposizione alcune di esse servissero a tale ufficio. Ora possiamo aggiungere che l'impiego dei motori elettrici agli usi più svariati era illustrato con una numerosa schiera di apparecchi ingegnosi, come quelli dei ponti scorrevoli, quelli pe' magli, pe' verricelli, pegli argani, per le gru e quelli delle ferrovie elettriche. Ma che il problema della trasmissione elettrica del lavoro meccanico tra una generatrice ed una ricettrice a corrente continua sia ormai completamente risolto, hanno dimostrato, assai prima dell'Esposizione parigina, ed assai meglio di qualunque esposizione, i risultati ottenuti nella vera pratica industriale. Basti citare quelli trovati dal prof. H. F. Weber nelle sue classiche esperienze sull'impianto eseguito dalla Società delle officine di Oerlikon per la trasmissione dell'energia tra Kriegstetten e Soletta. E che l'energia trasmessa possa poi con appropriati apparecchi essere adoperata per servigi svariati come a muovere argani, o gru, o ponti scorrevoli, o magli, è questione di cinematica, che presenta per l'elettrotecnica un interesse secondario. Perciò si capisce come il fastoso apparato di trasmissione elettrica offerto dalla esposizione, comunque fosse grandioso, abbia tuttavia potuto non corrispondere completamente al desiderio ed all'aspettazione degli studiosi dell'elettrotecnica.

Per corrispondere a tale aspettazione la mostra delle trasmissioni elettriche avrebbe dovuto presentare d'accanto ai saggi delle disposizioni e delle applicazioni già note, anche qualche accenno ai problemi nuovi. Ora il problema nuovo, attuale, è, per ciò che concerne le applicazioni meccaniche dell'elettricità, quello della trasmissione dell'energia meccanica per mezzo delle correnti alternative; e l'Esposizione invece non

presentava nemmeno un motore a corrente alternante che potesse considerarsi come d'uso pratico industriale, e dal quale si potessero ricavare dati d'importanza veramente tecnica.

Ma se non vi erano nella Esposizione motori fin d'ora pratici, e costrutti con criteri e con scopi industriali; non mancavano tuttavia oggetti di studio aventi relazione colle applicazioni meccaniche delle correnti alternative, e, se non per le attuali pratiche applicazioni, certamente per l'avvenire, interessantissimi. Tali erano quelli offerti dalla mostra speciale degli apparecchi elettrici del prof. Elihu Thomson, la quale figurava nella sezione degli Stati Uniti d'America.

Il prof. Elihu Thomson presentava in quella mostra una numerosa serie di apparecchi, che avevano servito alle proprie ricerche.

E di questi debbono essere notati alcuni, i quali hanno servito a mettere in evidenza certe azioni meccaniche prodotte per mezzo delle correnti alternative. Tali apparecchi che erano fatti funzionare in presenza del pubblico, e che hanno anche dato materia ad una conferenza davanti al Congresso internazionale degli elettricisti, formavano una delle parti più osservate di tutta l'Esposizione; essi poi avevano coll'argomento, del quale ora stiamo discorrendo, una stretta relazione.

I fatti che gli apparecchi e gli esperimenti del Thomson dimostravano ed applicavano, erano già stati in gran parte descritti dal Thomson stesso nella adunanza annuale dell'Istituto Americano degli Ingegneri elettricisti tenuto in Nuova York nel giugno 1887, e poi, a più riprese, in vari articoli di giornali tecnici. Ma non mai come ora essi avevano chiamato su di sè l'attenzione de' pratici. Io debbo qui esporre i principali.

Se in presenza di una spirale percorsa da una corrente alternativa, si porta un conduttore nel quale quella produca correnti indotte, quel conduttore è respinto dalla spirale. La disposizione più semplice per dimostrare questo fatto consiste nel far passare una corrente alternante di grande intensità in una spirale cilindrica coll'asse verticale, e collocare al di sopra di essa, a breve distanza, in un piano orizzontale un anello di grosso filo di rame.

Si osserva allora che l'anello è sollecitato da una forza verticale, che tende a sollevarlo. L'effetto risulta potentissimamente accresciuto, se nella spirale si colloca un nucleo fatto con un fascio di fili di ferro. Allora, se l'anello di rame è fatto con una grossa verga e presenta una piccola resistenza, la ripulsione è così intensa da lanciare l'anello in alto non appena lo si abbandona. Per tenerlo in posto, o per spingerlo in basso, in modo che esso circondi la spirale, occorre un notevole sforzo; se si fa tale sforzo, e si impedisce così che esso ubbidisca alla ripulsione elettrodinamica della spirale, esso si scalda vivamente. Questo fatto è facile a spiegarsi. La corrente alternativa circolante nella spirale produce per induzione un'altra corrente alternativa nell'anello; le due correnti poi esercitano forze l'una sull'altra; si attraggono quando hanno il medesimo verso, si respingono quando hanno versi opposti. Ora è noto che la corrente indotta e l'induttrice, hanno l'una rispetto all'altra, una differenza di fase; ed è noto di più, che tale differenza di fase è prossima ad un quarto di periodo quando il conduttore indotto ha una grande resistenza metallica ed una piccola auto-induzione; cresce e tende verso un mezzo periodo quando si fa diminuire la resistenza metallica e si fa crescere la resistenza apparente di auto-induzione. Si hanno a considerare due casi limiti: quello di un anello indotto presentante una resistenza metallica infinita, e quello di un anello indotto di resistenza metallica assolutamente nulla.

Nel primo caso le due correnti avrebbero una differenza di fase di un quarto di periodo, esse adunque sarebbero alternativamente, e per intervalli di tempo tutti eguali, ora concordanti ed ora opposte; per intervalli di tempo uguali ed alternati esse si attrarrebbero e si respingerebbero; l'anello indotto riceverebbe impulsi alternati verso il basso e verso l'alto, e rimarrebbe a riposo.

Nell'altro caso limite, invece, quando la resistenza ohmica o metallica potesse ridursi assolutamente a zero, la differenza di fase sarebbe esattamente di un mezzo periodo, il che vuol dire che in ogni istante la corrente indotta avrebbe direzione

opposta a quella della corrente induttrice, in ogni istante, sempre, l'anello sarebbe respinto dalla spirale. Praticamente il caso è sempre intermedio e quindi l'anello è alternativamente respinto ed attratto, ma gli intervalli di tempo durante i quali esso è respinto sono sempre maggiori di quelli durante i quali esso è attratto. Quindi gli impulsi ripulsivi superano gli attrattivi; e quindi la ripulsione osservata.

La ripulsione è tanto più intensa quanto più le condizioni dell'anello indotto si approssimano a quelle corrispondenti al secondo caso limite; quanto più, cioè, è piccola la resistenza metallica. Quindi la convenienza di adoperare, per fare l'anello, una grossa verga di rame.

Invece di un anello di rame si può adoperare un disco. Questo, posto orizzontalmente al di sopra dell'elettromagnete a corrente alternativa, ne è respinto. E invece di un anello o di un disco si possono adoperare conduttori di altre forme, a constatare che l'elettromagnete esercita forze ripulsive su tutte quelle parti di essi alle quali arrivano linee di forza. Il fatto diventa evidente, e tutte le sue modalità si possono facilmente prevedere, se si pensa al teorema generale dimostrato da Lippmann sull'induzione nei conduttori privi di resistenza. Tale teorema dice che se in un campo magnetico variabile si colloca un conduttore privo di resistenza, si generano in questo correnti indotte tali che il flusso di induzione complessivo passante dentro al conduttore rimane costante, indipendente dal tempo. Se il campo magnetico è prodotto con una corrente alternativa, così che in ogni suo punto l'intensità media sia nulla, il flusso d'induzione passante dentro al conduttore indotto rimane costantemente uguale a zero.

Il conduttore privo di resistenza elettrica si comporta adunque in questo caso come un corpo impermeabile alle linee di induzione. Le linee di induzione, che, qualora il conduttore non esistesse, passerebbero attraverso allo spazio da questo occupato, per effetto delle correnti indotte in esso risultano deviate così da evitarlo. Tali linee di forza prendono adunque direzioni divergenti o convergenti, parallele alla superficie del conduttore. Ma una nota legge di Faraday dice che le linee di forza

parallele si respingono mutuamente; dunque si ha la ripulsione che l'esperienza di Elihu Thomson ha constatato. Praticamente non è possibile sperimentare con conduttori privi assolutamente di resistenza; quindi alcune linee d'induzione attraversano il conduttore; ma molte linee di forza divergono nel modo detto e danno luogo alla ripulsione.

Se si presenta in questa forma la spiegazione del fenomeno, risulta facilmente prevedibile e chiaro un altro fatto che il prof. Thomson ha pure dimostrato co' suoi esperimenti. Se tra l'elettromagnete eccitato colla corrente alternativa ed il conduttore mobile si frappone un altro conduttore, per esempio un foglio di rame, il quale copra completamente il magnete, ogni ripulsione scompare. Egli è che la lastra conduttrice frapposta intercetta il flusso di forza e gli impedisce di arrivare al conduttore mobile; agisce come uno schermo, o, come ama esprimersi il prof. Thomson, proietta un'ombra su di esso.

Se la lastra conduttrice interposta fra l'elettromagnete ed il conduttore mobile viene collocata così che l'ombra da essa proiettata copra soltanto una parte del conduttore medesimo, sussistono le forze repulsive soltanto sulla parte non ombreggiata. Si può per tal modo produrre sul conduttore mobile una distribuzione di forze dissimmetrica, tale da dar luogo a momenti di rotazione. Vari esperimenti semplicissimi mettono questo fatto in evidenza. Si tenga per esempio al di sopra dell'elettromagnete una lamina di rame orizzontale, in modo che essa copra solo una parte dell'estremità polare del nucleo; sulla lastra si appoggi una sfera vuota pure di rame, così che essa sporga alquanto fuori del contorno della lastra; la parte sporgente, che non è ombreggiata, riceve la ripulsione, mentre la parte ombreggiata è schermata; quindi la ripulsione ha un momento rispetto al punto di appoggio della sfera, e produce in questa un moto di rotazione. Alla sfera si può sostituire una ruota; e alla lastra di rame ombreggiante si può sostituire una appendice metallica applicata direttamente sull'estremità polare del magnete; si può quindi modificare in mille modi l'esperimento ed ottenere con esso effetti di moto svariatissimi.

Fra le varie forme che si possono dare all'esperimento, è notevole questa. Se il nucleo dell'elettromagnete è prolungato fuori dello spirale, e se sulla parte sporgente si avvolge un grosso filo di rame, che formi come una cerchiatura conduttrice, questa cerchiatura diventa sede di correnti indotte, le quali impediscono alle linee di induzione di seguire tutte il loro cammino nel ferro. Molte di queste divergono adunque, e si sparpagliano lateralmente. L'anello di rame fa adunque per le linee di induzione l'effetto di una *strozzatura*; e lateralmente si ha un campo magnetico oscillatorio nel quale portando corpi conduttori si possono produrre e variamente utilizzare le forze repulsive ed i movimenti, dei quali abbiamo parlato.

24. Basta questo rapido cenno per far capire come i fenomeni dimostrati da Elihu Thomson si possano utilizzare per produrre moti rotatori continui, e come si possano facilmente immaginare apparecchi, che, producendo regolarmente tali movimenti si possano considerare come veri motori elettrici. Ed effettivamente lo stesso prof. Thomson compose alcuni piccoli motori, e due di questi egli presentò pure alla Esposizione.

Il primo di essi, il più semplice, è composto nel modo seguente :

La parte mobile dell'apparecchio, l'*armatura* è costituita da un nucleo cilindrico formato con dischi sottili di ferro isolati, come quello di una ordinaria macchina dinamoelettrica d'Edison. Tale tamburo cilindrico è, come al solito, portato da un albero coassiale, perpendicolare ai piani dei dischi, il quale può girare su due cuscinetti. Sul tamburo di ferro sono avvolte tre spirali, o matasse, di filo di rame isolato, analoghe alle spirali elementari di un ordinario avvolgimento alla Siemens. I piani delle spire di ciascuna matassa fanno con quelli delle due altre angoli uguali a 120° . I capi delle tre spirali non sono però uniti insieme come nelle macchine a corrente continua di Siemens, ma sono semplicemente collegati a sei settori di bronzo isolati fra di loro e disposti come quelli di un ordinario collettore. Due coppie di spazzole, diametralmente opposte, si

appoggiano su tale collettore ; ciascuna spazzola poi è permanentemente collegata colla spazzola diametralmente opposta per mezzo di un grosso e corto filo. Per tal modo ciascuna spirale si trova chiusa in corto circuito ogni qualvolta i segmenti sui quali termina sono in contatto colle spazzole, si trova invece aperta ogni qualvolta i segmenti non toccano le spazzole. Queste ultime sono collocate così, che ciascuna spirale si chiuda in corto circuito quando il piano delle sue spire oltrepassa, girando, la posizione orizzontale ; si apra invece nell'istante nel quale il piano delle sue spire passa per la posizione verticale. Ciascuna spirale rimane adunque chiusa in corto circuito due volte per ogni giro, e precisamente per tutto il tempo durante il quale essa passa da una posizione orizzontale ad una verticale ; rimane aperta per i due altri quarti di giro, cioè quando essa passa da una posizione verticale ad una orizzontale.

La parte fissa della macchina consiste in un anello fatto con dischi sottili di ferro isolati, il quale circonda l'armatura. Tale anello, la cui larghezza di petto, nel senso dell'asse, è uguale alla lunghezza dei tratti rettilinei dei fili dell'armatura, presenta sulla superficie cilindrica interna due profonde e larghe scanalature di sezione rettangolare, diametralmente opposte, nel piano orizzontale passante per l'asse. Dentro a queste scanalature sono adagiate le spire di due matasse di filo isolato ; matasse che fuori dell'anello di ferro sulle due fronti di questo, sono ripiegate in modo da concedere il necessario spazio alle teste dell'armatura. Le due matasse poi sono collegate in serie e fanno capo ai due morsetti pei quali si manda alla macchina la corrente alternativa che deve metterla in moto.

Per fare agire l'apparecchio basta mandare nelle spirali fisse una corrente alternativa. Questa produce in quelle spirali dell'armatura, che sono chiuse in corto circuito, correnti che poi respinge. Le spirali chiuse in corto circuito si trovano adunque sollecitate da forze che tendono a portarle in un piano perpendicolare a quelle delle spirali fisse, ossia in un piano verticale.

E siccome appunto le spirali che hanno oltrepassata la posizione orizzontale sono quelle che si trovano chiuse, mentre

le altre, che hanno oltrepassato la posizione verticale sono aperte, così tutte le forze agenti sull'armatura tendono costantemente a produrre la rotazione. Siccome, in qualunque posizione si trovi l'armatura, v'ha sempre qualche spirale chiusa in corto circuito, così la macchina non ha punto morto e s'incammina sempre da sè.

Il motore che abbiamo descritto è asincrono, e, come notammo, si incammina da sè. Si può aggiungere ancora: appunto quando la velocità è nulla, o piccola, il momento della coppia che tende a metterlo in rotazione, ha il massimo valore. In tale caso, cioè quando l'armatura si sposta poco durante il periodo della corrente alternativa, si possono applicare senz'altro alle spirali dell'armatura i risultati delle esperienze sulle ripulsioni elettrodinamiche, e dimostrare con essi come le spirali sieno sollecitate a girare per mettersi in posizione perpendicolare alle spirali fisse. Ma quando l'armatura ha cominciato a girare ed ha assunto una velocità tale, che nella durata del periodo della corrente le spirali si spostino di un angolo considerevole, allora intervengono altri fatti che complicano notevolmente il fenomeno. Nascono allora nelle spirali rotanti forze elettromotrici tendenti a produrre correnti sulle quali il campo magnetico prodotto dalla corrente alternativa circolante nelle spirali fisse agisce con forze opposte al movimento. Debbono poi prodursi effetti di estracorrenti assai complicati ne' momenti dei passaggi delle spazzole da un segmento all'altro del collettore, effetti, che non solo complicano vieppiù i fenomeni, ma che evidentemente non si possono conciliare con un regolare e lodevole funzionamento della macchina.

Nella esposizione il motore non funzionava; quindi non offriva il mezzo di controllare colla esperienza la verità e la importanza di queste nostre considerazioni; ma il fatto stesso che il motore, solo in mezzo ad una brillante mostra di apparecchi in azione, era lasciato inerte, fa credere che in realtà gli inconvenienti accennati si sieno verificati, e si sieno riconosciuti gravi.

L'altro motore a corrente alternativa presentato dal professore Elihu Thomson appartiene alla classe dei motori *sincroni*.