

# L'INGEGNERIA CIVILE

E

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO QUINDICINALE

*Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori.  
È riservata la proprietà letteraria ed artistica delle relazioni, memorie e disegni pubblicati in questo Periodico.*

### ELETTROTECNICA

#### GLI ODIERNI GRANDI PROBLEMI DELL'ELETTROTECNICA

*Discorso letto nella solenne inaugurazione degli studi  
della R. Università di Palermo il dì 14 novembre 1901  
dal Prof. STEFANO PAGLIANI*

Or fanno appunto cent'anni dacchè il primo console Bonaparte, dopo aver assistito agli esperimenti dell'immortale Alessandro Volta sulla pila, nell'Istituto di Francia, disse che quel ramo della fisica avrebbe segnato il cammino delle grandi scoperte.

L'opera dei più eminenti fisici del secolo or ora tramontato fu tutta una realizzazione della grande profezia. Alle più geniali scoperte scientifiche tennero tosto dietro le più meravigliose applicazioni.

Ed invero nessuna scienza applicata può forse al pari dell'elettrotecnica vantare dei progressi così rapidi e mirabili; in nessuna forse si dimostrò tanto l'operosità del genio umano, e tanto vero l'epifonema di Orazio: « Nil mortalibus arduum est »; nessuna forse ebbe la potenza di destare tanto interesse in ogni campo dell'umana attività. Per queste ragioni, designato all'alto onore di inaugurare questo novello anno di studi, ho scelto a tema del mio dire gli odierni grandi problemi dell'elettrotecnica, sperando così di trattare un argomento interessante per tutti i miei benevoli uditori.

\*

Era appena chiusa la prima Esposizione mondiale di applicazioni industriali dell'elettricità a Parigi nel 1881, che Galileo Ferraris scriveva al nostro Ministro d'Agricoltura, Industria e Commercio d'allora: « Da quella Mostra io riportai la convinzione che alcune delle applicazioni più grandiose della corrente elettrica, come sono quelle che se ne possono fare all'illuminazione, al trasporto ed alla distribuzione dell'energia meccanica, e ad alcuni lavori della metallurgia, possono diventare, in un prossimo avvenire, effettivamente pratiche ed economiche. E siccome la riuscita di queste applicazioni permetterebbe a noi di sostituire in molti casi l'energia dei nostri torrenti e delle nostre cascate a quella che, accumulata nel carbon fossile, ci viene oggidì venduta a carissimo prezzo dagli stranieri, così a quella convinzione va associata in me la speranza di un guadagno grandissimo per l'industria del nostro paese » (1).

Queste parole del nostro grande scienziato furono una divinazione. Sono appena trascorsi venti anni e quanto cammino non si è percorso nella via da essa tracciata e quanta parte e quanto gloriosa vi ebbe chi la enunciava. Il progresso fattosi in questo ultimo breve scorcio del secolo passato negli studi e nelle applicazioni dell'elettricità, fu degno coronamento alla grande opera iniziata ai primi albori di esso dal genio di Alessandro Volta.

(1) GALILEO FERRARIS, *Sulle applicazioni industriali della corrente elettrica alla Mostra internazionale di elettricità tenuta in Parigi nel 1881.* « Annali dell'Industria e del Commercio », 1882.

I grandi problemi dell'elettrotecnica presero tosto il predominio fra i più importanti, che al tempo nostro affaticano la mente degli scienziati e dei tecnici; ogni anno che passa è apportatore di nuove luminose conquiste in questo campo certo fra i più fecondi della umana attività. E tuttavia il secolo nascente si trova ancora di fronte a nuovi imponenti problemi, copiosa messe di lavoro per novelli brillanti ingegni, per abili e diligenti sperimentatori.

Le applicazioni industriali dell'energia elettrica esigono che questa si possa convenientemente produrre, trasmettere ai luoghi di consumo e distribuire. In tal modo questa forma di energia, prodotta dal lavoro di potenti motori, restituisce questo lavoro o sotto la sua forma originale di energia meccanica, trasportata a distanza, oppure trasformata in altre energie equivalenti.

Condizione quindi principale per l'attuabilità di tali applicazioni era l'invenzione ed il perfezionamento di apparecchi capaci di utilizzare immediatamente l'energia meccanica di motori di grande potenza per produrre la corrente sopra una scala veramente industriale. Carlo Wheatstone in Inghilterra, Werner Siemens in Germania, Antonio Pacinotti in Italia, additarono la via alla costruzione di quei generatori dinamo-elettrici, la cui potenza andò rapidamente crescendo, tanto che, mentre nella prima Esposizione del 1881 a Parigi era già considerata come un colossale apparecchio una macchina di Edison della potenza di soli 120 cavalli, nell'ultima Esposizione dell'anno scorso abbiamo ammirato delle unità di ben 4000 cavalli, ed a 5000 cavalli arrivano le dinamo della Compagnia Niagara-Falls.

Colla potenza crebbe la perfezione nella costruzione. Alle macchine costrutte con regole di fabbrica del tutto empiriche ed incerte, succedettero macchine calcolate in base agli effetti da ottenersi ed alla qualità dei materiali da adoperarsi.

Al semplice fabbricante, all'inventore si sostituì l'ingegnere; cosicchè la costruzione delle macchine dinamo-elettriche venne a costituire un ramo importante dell'ingegneria meccanica.

Questo progresso si dovette però in massima parte alle ricerche scientifiche del Warburg, del Rowland, dell'Ewing, dei due Hopkinson, del Bosanquet, del Kapp sulle proprietà dei circuiti magnetici e sull'influenza delle loro dimensioni sul flusso di induzione. La scienza diede valida mano alla pratica, e noi siamo oramai in possesso di un certo numero di tipi di generatori di correnti, nei quali si potrà ancora studiare il perfezionamento di qualche dettaglio, di qualche parte speciale; si potrà ancora studiare di diminuire le cause di perdite di energia, per raggiungere un miglior rendimento; ma ormai i risultati a cui siamo giunti in questo campo sono tali che si potrà modificare per produrre nuovi tipi, ma migliorare riesce opera assai difficile, perchè in ogni trasformazione di energia havvi sempre un limite al rendimento che non può essere superato.

Un problema importante in questo genere di costruzioni si è però ancora il limite di tensione cui si possa arrivare specialmente coi generatori di correnti alternate.

Anche qui si è già andati molto avanti. Mentre vent'anni fa si considerava ancora come enorme la tensione di 2200 volt di una dinamo Brush esposta a Parigi, oggidì assistiamo al lavoro di macchine, la cui tensione d'esercizio arriva a parecchie migliaia di volt. Così, per non citare altri esempi,

nell'impianto, recentemente attuato, di Morbegno per la trazione elettrica sulle ferrovie Valtellinesi si trovano installate delle macchine che producono corrente alternata direttamente alla tensione di 20 000 volt.

Ora la pratica ci ha insegnato che nell'applicazione delle alte tensioni conviene fino ad un certo limite eseguire direttamente la produzione della corrente ad alta tensione senza trasformazione e finora in nessun altro impianto del mondo si è però raggiunta la tensione delle dinamo suaccennate. Queste dinamo, costruite dalla Società Anonima, già Schuckert, di Norimberga, lavorano alla tensione suddetta, ed essendo state in via d'esperimento spinte fino a 30 000 volt per alcuni minuti, presentarono su tutta la superficie un fenomeno di luminescenza.

Ciò dimostrerebbe che coi mezzi attuali si può già arrivare almeno a 25 000 volt. Siccome però si trova conveniente nella pratica dei trasporti di energia di andare a tensioni molto superiori, così uno dei problemi più importanti, che attualmente presenta la costruzione dei generatori, si è quello di trovare i mezzi opportuni per elevare sempre più la tensione direttamente fornita nella produzione della corrente.

\*

L'energia elettrica, lanciata dai generatori sopra un fascio od una rete di conduttori, viene trasmessa e distribuita, o direttamente o mediante previe trasformazioni, per essere utilizzata come energia meccanica, come energia termica, come energia luminosa, come energia chimica.

Quale sia il meccanismo di questa propagazione dell'energia elettrica rimane ancora oggi un problema a risolversi. In quest'ultimo decennio si riteneva senz'altro che la propagazione avvenga nel mezzo che circonda i conduttori e che questi abbiano una funzione secondaria, quasi solo di rotaie o guide (2). Oggidì sembra si ritorni al vecchio concetto, e non solo si attribuisce al conduttore la maggior importanza, ma vi si vuol vedere una funzione attiva, come Drude e J. J. Thomson sostennero nell'ultimo Congresso dei Fisici a Parigi (3).

Già W. Weber aveva emessa l'ipotesi che il trasporto dell'elettricità nei conduttori si faccia per la convezione di piccole particelle elettrizzate, con un meccanismo analogo a quello che si suole considerare negli elettroliti; ipotesi che fu sviluppata da Giesel e indi ripresa da Drude.

J. J. Thomson, in seguito allo studio delle proprietà dei raggi catodici e dei raggi Röntgen nei gas, è stato condotto a considerare l'atomo come costituito ancora di tante particelle, di massa, che non varia da sostanza a sostanza, che egli chiama corpuscoli. Drude nella sua teoria degli elettroni usa la parola *jone* per l'aggregato di particelle elettriche e masse ponderali che si troverebbero negli elettroliti, e chiama le particelle, che probabilmente entrano in funzione nella conduzione metallica, elettroni, oppure nuclei elettrici. Ciascun elettrone in movimento rappresenterebbe una corrente elettrica, che genererebbe delle linee di forza magnetica nell'etere circostante, e quindi tutte le forze che alterano la direzione o la velocità di un elettrone produrrebbero forze opposte in seguito ad un cambiamento nel numero delle linee di forza magnetica, dovute all'auto-induzione dell'elettrone. Drude ammette elettroni fissi ed elettroni muoventisi liberamente. Questi ultimi obbedirebbero alle leggi della teoria cinetica dei gas. Applicando quest'ipotesi degli elettroni in parte mobili, che si sposterebbero in un metallo, in parte fissi, che rimarrebbero uniti agli atomi, Drude e Thomson pretendono

(2) GALILEO FERRARIS, *Sulla trasmissione elettrica della energia*. Discorso pronunciato nella Seduta reale dei Lincei nel 1894.

(3) P. DRUDE, *Zur Elektronen Theorie der Metalle*. « Annalen der Physik », 1900, I, 566, III, 369. — *Théorie de la dispersion dans les métaux fondée sur la considération des électrons*. Rapports présentés au Congrès international de Physique (Paris, 1900), vol. III, p. 34. — J. J. THOMSON. *Indications relatives à la constitution de la matière, fournies par les recherches récentes sur le passage de l'électricité à travers les gaz*. Ivi, p. 138.

dimostrare che essa può spiegare una quantità di fenomeni, per i quali le altre teorie si mostrano insufficienti.

Reingaum (4) arrivava senz'altro alla conclusione che la elettricità si sposta nei metalli sotto forma di masse isolate, dello stesso ordine di grandezza che le cariche dei joni elettrolitici; e che si può applicare a queste masse i principi della teoria cinetica dei gas.

In realtà, allo stato attuale delle nostre cognizioni, *la natura della propagazione dell'energia elettrica rimane ancora un problema scientifico della più alta importanza*.

\*

La disposizione e distribuzione dei conduttori di una rete, e di quanti apparecchi sono a quelli connessi, segue determinate norme secondo gli scopi a cui è diretta l'utilizzazione della corrente, secondo la distanza dei luoghi di consumo, secondo la natura di questi luoghi.

I sistemi di distribuzione delle correnti hanno raggiunto però una molteplicità e varietà notevole.

Dal semplice sistema di distribuzione delle lampade ad incandescenza in parallelo, da quello ancora più semplice della distribuzione degli archi in serie, che vent'anni fa appena incominciavano ad applicarsi su vasta scala in America, il primo per opera dell'Edison, il secondo per opera del Brush, si passò grado grado al sistema coi *feeders*, a quelli a tre ed a cinque conduttori, che sono perfezionamenti importanti del primitivo sistema dell'Edison, dovuti a lui stesso, e che ne aumentano grandemente il raggio d'azione, all'ingegnoso sistema in serie per archi della Compagnia Thomson-Houston. Intanto che un progresso veramente sorprendente, decisivo, per l'avvenire delle correnti alternate e per la soluzione del problema della trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica a distanza, veniva segnato dall'invenzione dei trasformatori, dovuta a Luciano Gaulard, e presentata per la prima volta all'Esposizione del 1884 a Torino.

L'impiego dei trasformatori allargava in modo eccezionale il campo delle distribuzioni delle correnti elettriche, e rendeva possibili quegli impianti colossali di trasporto di energia che formano l'ammirazione dei giorni nostri. Il trasformatore è diventato il cardine di tali applicazioni.

I sistemi di distribuzione a corrente continua sono, sotto questo riguardo, rimasti indietro rispetto a quelli a corrente alternata, stante le grandi difficoltà che si incontrano nella produzione diretta di correnti continue ad alto potenziale. Mentre per le correnti alternate la Telluride Power Transmission Cy. (Colorado U. S. A.) è già arrivata ad adottare tensioni di esercizio di 40 000 volt, per le correnti continue la tensione più alta finora utilizzata fu di 10 000 volt. Questa facilità di produrre alte tensioni per mezzo della corrente alternata ha fatto di questa la forma migliore per la trasmissione dell'energia elettrica. Però in molti casi la corrente continua è rimasta la forma più conveniente per l'utilizzazione dell'energia.

E così non si può far a meno di essa nelle operazioni elettrolitiche e per la carica degli accumulatori, e secondo alcuni, per l'illuminazione ad arco servirebbe meglio la corrente continua che l'alternata; lo stesso si può dire in qualche caso della trazione elettrica. Quindi la lotta fra i partigiani assoluti dell'una o dell'altra forma di corrente si è attenuata e si sono dovute riconoscere le attitudini speciali dell'una o dell'altra nei singoli casi, non che la necessità di trovare dei mezzi per trasformare convenientemente l'una nell'altra e specialmente l'alternativa in continua.

Sarà certo difficile poter arrivare alla costruzione di apparecchi così semplici e vantaggiosi come i trasformatori statici sopra accennati, tranne che potessero entrare nel campo della grande pratica i raddrizzatori elettrolitici ad alluminio del Pollak, il cui studio incomincia oggidì a presentare molto interesse (5).

(4) REINGAUM, *Drude's Annalen*, t. II, p. 398, giugno 1900.

(5) I. BLONDIN, *Redresseurs électrolytiques des courants, système Pollak*. « L'Eclairage électrique », 1901, t. XXVIII, p. 117.

Finora soltanto mediante una rotazione si può trasformare industrialmente una corrente in un'altra, delle quali una sia continua.

La soluzione del problema si sta appunto cercando in uno dei tre sistemi che si trovano oggidì di fronte nella pratica; i gruppi motore-generatore, le commutatrici o convertitori, i trasformatori raddrizzatori (6).

Coi convertitori si trasformano delle forze elettromotrici a piccolo numero di fasi in altre a gran numero di fasi nelle sezioni successive di un anello Pacinotti; che vengono da un collettore ordinario poi trasformate in differenza di potenziale continua. I convertitori a più fasi presentano il vantaggio di un rendimento maggiore, di un minor costo dei gruppi motore-dinamo, a parte alcuni inconvenienti, quali il fenomeno dell'*hunting* e quello di non funzionare bene a frequenze elevate.

Nei trasformatori raddrizzatori la prima trasformazione si ottiene mediante apparecchi interamente immobili ed affatto paragonabili ai trasformatori statici.

Recentissimi esperimenti di confronto fatti nelle officine di Oerlikon fra due differenti tipi di motore-generatore, l'uno a motore sincro, l'altro a motore d'induzione, ed un convertitore rotativo con trasformatore statico, portarono alle seguenti conclusioni. Per ciò che riguarda il rendimento, i tre sistemi si trovano in uguali condizioni, almeno finchè la tensione della linea non sia così alta che si esiga una previa trasformazione per i motori. Per quanto riguarda il fattore di potenza, il sistema con motore ad induzione sembra essere inferiore del 5 al 10 0/10 al sistema a motore sincro. Se invece si dà la maggiore importanza alla semplicità del maneggio, alla massima sicurezza di servizio in caso di un'interruzione sulla linea, ed alla mancanza di ogni tendenza allo *hunting* del generatore, allora il sistema a motore di induzione si presenta come il più vantaggioso di tutti. Il gruppo motore-generatore paragonato col convertitore rotativo presenta il vantaggio che la tensione della corrente continua è indipendente e si può regolare indipendentemente da quella della corrente alternata e non risente delle oscillazioni di questa. Infine, dal punto di vista della facilità di disegno della macchina, il numero variabile dei poli nelle due macchine del sistema motore-generatore è una condizione essenziale, che permette di stabilire il numero dei poli tanto piccolo quanto è necessario per assicurare la perfetta commutazione della corrente, per quanto alta sia la frequenza della linea e la velocità del motore a corrente trifase. D'altra parte, nel convertitore rotativo, quando la frequenza oltrepassa i 30 cicli, si rende necessario un tale numero di poli da costituire una condizione sfavorevole per la commutazione della corrente continua (7).

L'ultima parola adunque non è ancora detta sulla convenienza maggiore dell'uno o dell'altro dei tre detti sistemi, e si attendono ancora dei dati precisi per stabilire in quali casi possa convenire più l'uno o l'altro, ma pare che per ora la discussione si mantenga specialmente fra il gruppo motore-generatore ed il convertitore rotativo.

Negli ultimi tempi veniva specialmente dagli Americani, che sempre tendono alla massima semplificazione ed uniformità nelle stazioni di produzione della corrente, preconizzato un sistema misto a corrente continua e polifase, mediante i cosiddetti generatori a doppia corrente, chiamati felicemente dall'*Hospitalier* generatrici polimorfiche, e che non sono altro che dinamo a corrente continua con prese di corrente per ottenere un sistema di correnti polifasi qualunque. Esse servirebbero a dare corrente continua in prossimità della stazione generatrice e correnti alternate a distanza dopo elevazione di tensione. Ma anche sopra questi sistemi la pratica deve ancora dare la sua sanzione.

Non si può nascondere però che nei sistemi di distribuzione a corrente alternata, in causa delle variazioni della corrente e del potenziale, si producono dei fenomeni, i quali, a parità delle altre condizioni, porrebbero, sotto il punto di vista economico, quei sistemi in condizione inferiore a quelli a corrente continua. D'altra parte, non è men vero che si può ovviare in gran parte alle perdite che da quei fenomeni derivano, scegliendo il valore della frequenza, cioè del numero dei periodi, il più conveniente, ed in generale si può dire che col diminuire la frequenza, gli effetti di quei fenomeni riescono efficacemente ridotti.

L'abbassamento della frequenza però deve anch'essa avere un limite, poichè con essa vengono anche a rendersi meno efficaci certi fenomeni che costituiscono le caratteristiche più vantaggiose delle correnti alternate. Quindi *nel progettare le grandi reti*, i grandi impianti di trasmissione di energia, uno dei problemi che si presenta è appunto la scelta della frequenza più conveniente.

Se si guarda all'economia dell'impianto della rete, le alte frequenze convergono maggiormente, perchè noi possiamo tanto più diminuire le masse di ferro nei trasformatori quanto più alta è la frequenza adottata.

E difatti gli Americani nei loro primi impianti a corrente alternata adottarono delle frequenze superiori quasi sempre a 100 periodi per secondo, per l'illuminazione andarono sino a 133 periodi.

Ma se nella rete sono da attivarsi dei motori, allora in questi non vale più praticamente quanto si disse ora dei trasformatori, e, d'altra parte, col diminuire della frequenza, diminuiscono le perdite secondarie ed aumenta quindi il rendimento. Diffatti la perdita di energia per isteresi è proporzionale al numero dei periodi, e quella dovuta alle correnti di Foucault al quadrato di questo numero, e ciò si verifica con tutti i motori a corrente alternata. Sembra poi che col diminuire la frequenza ne sia anche migliorato il funzionamento e facilitato l'avviamento.

Non trascurabile poi anche nei limiti ordinari della frequenza è la influenza di essa sulla resistenza dei conduttori, influenza derivante da un fenomeno di autoinduzione che si verifica fra i diversi elementi della corrente, che si possono immaginare percorrere elementi paralleli del conduttore, e per cui si avrebbe come una tendenza nella corrente a localizzarsi verso la superficie esterna. Esperienze di Lord Kelvin e di *Hospitalier* avrebbero dimostrato che la resistenza effettiva per la corrente alternata vien data dal prodotto della resistenza ohmica del conduttore per un coefficiente che dipende dal valore del prodotto della frequenza per il quadrato del diametro del conduttore. Si è condotti da ciò o a trovare la più conveniente suddivisione della conduttura in parecchie di minor sezione od a scegliere una forma della sezione del conduttore più conveniente della circolare, quantunque con tale spediente non si riesca ad eliminare completamente l'inconveniente, pur andando incontro ad una spesa maggiore.

Pressochè insensibile è l'influenza del valore della frequenza sopra l'isolamento fra due conduttori separati da un piccolo strato d'aria o da un dielettrico solido, quantunque le esperienze di Tesla, di Lodge e di altri abbiano dimostrato che con frequenze altissime la detta resistenza di isolamento diminuisce grandemente.

Molto più sensibile invece è l'influenza del valore della frequenza sui fenomeni di capacità e di induzione. Date le condizioni di distribuzione della induzione e della capacità nei conduttori, in pratica non è mai possibile realizzare una esatta compensazione fra gli effetti prodotti da quei due fenomeni e quindi sempre noi abbiamo ai poli del generatore e lungo la conduttura una differenza di fase fra la tensione e la corrente, la quale esige che si impieghi, a parità di tensione, una corrente più intensa per trasmettere la stessa quantità di energia, proporzionalmente al quadrato della qual corrente aumentano le perdite in energia termica lungo la linea; si ha cioè a circuito chiuso un aumento della resistenza apparente di esso, il quale è in generale tanto minore quanto più bassa è la frequenza.

(6) P. JANET, *Commutatrices et transformateurs redresseurs*. Congrès international d'Electricité (Paris, 18-25 août 1900). Rapports et Procès verbaux.

(7) « Electrical World and Engineer », anno 1901, settembre, vol. XXXVIII, n. 12, p. 460.

A circuito aperto, cioè quando gli apparecchi utilizzatori della corrente non sono inseriti, ha poca importanza l'auto-induzione, ma ancora sempre una notevole capacità. Sempre abbiamo ancora una corrente di carica a cui corrispondono perdite di energia per effetti Joule, che il generatore deve sopprimere, e secondo il Fleming la quantità di energia corrispondente a tale corrente di carica è proporzionale alla frequenza.

Come pure variano nella stessa misura le perdite di energia dovute alla polarizzazione del dielettrico, che nel caso di cavi ad alto potenziale possono essere molto sensibili (8).

Poca importanza hanno invece in pratica le perdite di energia dovute alla polarizzazione magnetica ed alle correnti parassite indotte in conduttori vicini, quantunque siano rispettivamente proporzionali alla prima ed alla seconda potenza della frequenza.

Le basse frequenze d'altra parte non vanno scerve di taluni svantaggi, specialmente quando si tratti di applicarle nella illuminazione ad arco voltaico. Si comprende come una lampada ad arco non può funzionare bene se la corrente varia con estrema lentezza intorno al suo valore zero, poichè la colonna di gas incandescente si raffredda facilmente se la corrente si conserva troppo bassa per un tempo un po' lungo. Havvi quindi un limite minimo di frequenza tollerabile per non avere oscillazioni nella luce, che non si può stabilire *a priori*, dipendendo esso anche da altre condizioni, come la curva della corrente, ma che ordinariamente sembra non essere molto inferiore a 40 periodi al secondo.

Sarebbe però utile risolvere il problema di costruire degli archi che potessero funzionare con frequenze minori, essendo stato dimostrato dalle esperienze di I. A. Fleming e di W. Duddel che il loro rendimento luminoso è molto maggiore a bassa che ad alta frequenza (9). E ciò sarebbe tanto più utile quando gli archi devono essere alimentati in grandi reti, che servono anche per trasmissione e distribuzione di energia meccanica, dal momento che molte altre ragioni consigliano in questo caso specifico di valersi di frequenze molto più basse della ora accennata.

E difatti il Forbes alla Compagnia americana per la utilizzazione delle cascate del Niagara per il grande impianto di 100 000 cavalli, che fornisce l'energia alla città di Bubbalo ed a tutti i grandi centri industriali sorti nelle vicinanze delle cascate, e che rappresenta la soluzione di uno dei più imponenti problemi, che siano stati cimentati dall'umanità, consigliò l'adozione di correnti alternate colla frequenza di soli 25 periodi, trattandosi qui più che tutto di trasmissione e distribuzione di energia meccanica, e adottando per i circuiti di illuminazione dei sistemi a corrente continua, essendo la spesa maggiore, che ne derivava, largamente compensata dalla economia generale di tutto l'impianto.

Nel sopraccennato impianto per la trazione elettrica delle ferrovie Valtellinesi a corrente trifase si è adottata la frequenza di soli 15 periodi per essere uno dei conduttori costituito dalle rotaie; e dovendosi intanto illuminare anche le carrozze ferroviarie si ricorse allo ingegnoso artificio di impiegare delle lampade ad incandescenza a tre filamenti uno per ogni fase, ed un globo di vetro spolito, cosicchè le oscillazioni non sono pressochè avvertite.

Maurice Leblanc (10), per il caso in cui non si abbia a fare direttamente illuminazione e non si impieghino trasformatori, proponeva nell'ultimo Congresso di Elettricità di Parigi l'impiego di alternatori monofasi accoppiati in serie ed a bassissima frequenza, non maggiore di 8 periodi.

Il problema dell'esercizio a bassa frequenza sembra però possa essere risolto anche mediante il trasformatore di frequenza di Steinmetz, entrato ultimamente nella pratica.

Il funzionamento degli archi però non dipende solo dalla frequenza, ma anche dalla forma della variazione della forza

elettromotrice, come lo ha chiaramente dimostrato il nostro elettrotecnico Luigi Lombardi (11), il quale anzi arrivò alla conclusione che lampade di costruzione speciale, in cui l'induzione del circuito sia leggermente aumentata e con buoni carboni a miccia, alimentate con generatori produttori una forza elettromotrice variante secondo una forma sensibilmente sinusoidale, o artificialmente resa adatta allo scopo, potrebbero soddisfacentemente funzionare con frequenze di poco superiori a quella adottata per lo impianto del Niagara. Molto probabilmente la forma sinusoidale è di tutte la migliore nei sistemi di trasmissione di energia a corrente alternata. Se però si prendono in considerazione le perdite di energia per isteresi nei trasformatori, ed il caso speciale in cui si debba fare una distribuzione a tensione costante sopra reti estese con piccolo carico per una grande parte del tempo, in cui cioè le perdite a circuito secondario dei trasformatori, poco caricato o aperto, sieno grandi in confronto di quelle medie di esercizio, allora, come dimostrò ancora il nostro Lombardi, può darsi che la forma sinusoidale non sia la più conveniente. Sono tutti problemi che si presentano nel progettare grandi impianti di trasmissione e distribuzione di energia e la cui soluzione dipende dalle circostanze speciali in cui dovrà farsi l'esercizio.

Aggiungeremo infine che le basse frequenze sono anche più convenienti per l'applicazione dei raddrizzatori elettrolitici, avendo l'esperienza dimostrato che il loro rendimento di trasformazione cresce col diminuire della frequenza della corrente (12); e così pure, come già si disse, per quella dei convertitori.

Un'altra questione però, anche molto più importante, si presenta ancora in questi progetti, ed è quella della scelta del numero di fasi più conveniente. Dopo la scoperta dei campi magnetici rotanti, dovuta al nostro illustre Ferraris, e che fu una delle pietre miliari nei progressi dell'Elettrotecnica, dopo il celebre sperimento di trasmissione fra Lauffen e Francoforte, la corrente alternata semplice o monofase perdettesse per poco della sua importanza nei grandi impianti di trasmissione di energia e venne posta la questione della scelta fra i sistemi polifasi. Dapprincipio delle considerazioni piuttosto teoriche, sostenute specialmente dal Dolivo Dobrowolsky, fecero dare la preferenza ai sistemi trifasi, ma poi poco per volta le idee cambiarono alquanto. I vantaggi che parevano presentare questi sistemi nella economia d'impianto e nel funzionamento dei motori furono molto discussi e dimostrati non esistere in confronto del sistema a due fasi; di più la assoluta dipendenza dei tre circuiti fra loro ne rende l'esercizio difficile (13). Coi sistemi bifasi applicati mediante due circuiti indipendenti, anche per gli apparecchi generatori della corrente, si ha un esercizio molto più regolare e più semplice, specialmente perchè esso permette di utilizzare per piccole produzioni di energia meccanica dei piccoli motori monofasi. E le distribuzioni bifasi si sono andate a poco a poco diffondendo, e per lo stesso grande impianto del Niagara il Forbes consigliò l'adozione delle correnti bifasi.

Anche per la grande stazione centrale di Budapest la Società di Elettricità Schuckert aveva già prima adottato il sistema bifase con frequenza di soli 25 periodi per secondo.

(11) LUIGI LOMBARDI, *L'elettrotecnica all'Esposizione Universale di Chicago*. Roma, 1894.

(12) Come alla nota (5).

(13) In realtà a questi inconvenienti si è cominciato a portare riparo mediante i nuovi sistemi d'alternatori a compoundaggio, quali quello presentato dal Blondel prima al Congresso di Ginevra nel 1896, poi all'ultimo di Parigi, e quello del Boucherot, presentato pure al Congresso del 1900. Con questi sistemi si può raggiungere lo scopo di mantenere automaticamente costante la tensione ai poli dell'alternatore, qualunque sia il carico e qualunque il valore del fattore di potenza della rete; però è ancora sempre necessario che non avvengano notevoli variazioni di velocità e che il carico non sia molto differente sopra le diverse fasi. — A. BLONDEL, *Compoundage des alternateurs*. Congrès international d'Electricité, p. 389. — P. BOUCHEROT, Stesso argomento. Ivi, p. 394.

(8) R. ARNÒ, *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, 1893.

(9) *Congrès international d'Electricité* (Paris, 1900). Procès verbaux, p. 441.

(10) Ivi, p. 400.

Tuttavia, nonostante il grande favore, con cui furono dai tecnici accolti i motori polifasici è ancora discutibile se in taluni casi, come quando l'importanza della trasmissione valga a compensare la spesa di impianto della eccitatrice e del motore di avviamento, non sia ancora più semplice ed economico, per distribuire l'energia da una stazione unica a centri isolati importanti, lo impiego della corrente monofase con motori sincroni, od anche asincroni, se questi devono essere di piccola potenza. Quando si inventarono i motori polifasici, il motore monofasico era ancora mal studiato; in seguito vi si apportarono tali perfezionamenti che esso presenta oggidi in gran parte i vantaggi, che facevano dei motori polifasici degli apparecchi industriali, e quindi l'importanza di questi ultimi diminuì sensibilmente, se si fa eccezione per le applicazioni alla trazione elettrica.

D'altronde nuove vie furono aperte in questi ultimi tempi al perfezionamento dell'esercizio degli impianti a correnti alternate in generale coll'impiego dei condensatori, che sotto una forma veramente industriale furono soltanto l'anno scorso presentati dal nostro Lombardi al Congresso degli Elettricisti a Parigi (14). L'azione dei condensatori, mentre si oppone alle perturbazioni prodotte dai fenomeni di induzione, si fa sentire in ogni parte dell'impianto, sia aumentando la potenza delle macchine, sia diminuendo tutte le perdite di energia, e rendendo più facile la regolazione.

Contro l'impiego in grande scala dei condensatori si erano sollevate forti obiezioni. Anzitutto il prezzo, che si manteneva piuttosto alto per difficoltà di costruzione; il timore che il dielettrico dei condensatori potesse essere deteriorato dai fenomeni così detti di risonanza, la produzione accidentale di tensioni molto elevate. Il Lombardi, coadiuvato validamente per la costruzione dalla Ditta ing. V. Tedeschi e C. di Torino, rispose in massima parte a quelle obiezioni adottando una fabbricazione, che ne abbassò molto il costo, impiegando una sostanza fondente a temperatura più alta che la paraffina, la cerasina, evitando ogni pericolo di infiammabilità coll'applicare delle valvole di sicurezza, ed ogni sopraelevazione di tensione mediante degli scaricatori. Quanto al pericolo dovuto ai fenomeni di risonanza lo stesso Boucherot, che si era reso interprete delle obiezioni fatte all'applicazione dei condensatori all'ultimo Congresso di Elettricità a Parigi (15), fece osservare che deve essere più apparente che reale o che vi deve essere un valore della capacità, per il quale gli effetti di questi fenomeni arrivano ad un massimo oltre il quale una maggior capacità può essere utile, appunto come moderatrice di detti fenomeni. Sembra anzi che certi impianti siano per la grande capacità dei loro cavi concentrici vicini a questa condizione di massimo. Per essi quindi l'applicazione dei condensatori presenterebbe una grande utilità, sia per aumentare l'efficacia dello impianto, sia per ciò che riguarda la sicurezza dello esercizio. In generale possiamo dire che *la risoluzione del problema di rendere pratici i condensatori avrà una grande importanza per il miglioramento delle condizioni economiche degli impianti industriali a corrente alternata*, che finora costituiscono ancora sempre il sistema più conveniente di trasmissione e di distribuzione di energia, anche quando si tratti della trasformazione dell'energia elettrica in luminosa poichè, per quanto il rendimento luminoso intrinseco di un arco a corrente continua sia, *ceteris paribus*, del 25 0/0 superiore a quello di un arco a corrente alternata, tuttavia per certi vantaggi presentati nei riguardi della distribuzione il rendimento di un impianto di illuminazione con archi a corrente alternata in derivazione è superiore del 25 0/0 a quello con archi a corrente continua.

\*

Ed eccoci condotti nel campo dell'applicazione industriale più antica della corrente elettrica, la illuminazione. Per quanto grandi siano i progressi fattisi in questo ramo dell'e-

lettrotecnica sempre ancora *rimane insoluto il problema del buon rendimento luminoso dei focolai diversi*.

La parte luminosa delle radiazioni di un corpo incandescente non rappresenta che una piccola frazione della radiazione totale, e siccome questa viene prodotta mediante dispendio di lavoro, e costa, così l'effetto luminoso utile non corrisponde che ad una piccola frazione di quello che si spende. Ma questa frazione dipende dalla temperatura del corpo irradiante ed aumenta rapidamente con questa, quindi la quantità di energia meccanica necessaria a produrre una data quantità di energia luminosa sarà tanto minore quanto più alta è la temperatura del focolare luminoso.

I sistemi ad arco voltaico, che pure non utilizzano che circa il 10 per 100 dell'energia consumata, hanno già risolto meglio il problema che i sistemi ad incandescenza. In questi la temperatura del corpo irradiante è minore di quella delle punte dei carboni nell'arco; difatti alla temperatura di questo il filamento di carbone si volatilizzerebbe. Mentre il consumo di energia, nelle lampade ad arco, compresa quella assorbita dalle resistenze addizionali, sarebbe di 1, 6 a 2, 2 watt per candela decimale (16), secondo che si tratta di corrente continua o alternata, dipendendo esso anche dalla tensione e dalla potenza dell'apparecchio, in quelle ad incandescenza a carbone il consumo è di 2, 5 a 4, 5 watt ed in pratica non lo si può abbassare al disotto di 3, 5 watt in media, utilizzando così le lampade ad incandescenza ordinarie soltanto 3 per 100 dell'energia consumata.

Secondo recentissime esperienze poi di H. Bremer (17) con carboni, a cui è aggiunta una miscela del 20 al 50 per 100 di sali metallici non conduttori, si sarebbe ridotto il consumo negli archi fino a 0, 2 e anche 0, 1 watt per candela.

Il problema della distribuzione delle lampade ad arco è tuttavia all'ordine del giorno per i tecnici. Di questi alcuni preoccupandosi più della semplicità dell'impianto e dell'indipendenza assoluta di tutte le lampade, che non del rendimento, preconizzano l'impiego dell'arco chiuso a corrente continua funzionante direttamente sopra 110 volt; sistema che ebbe un grande sviluppo specialmente in America, e che quantunque presenti un rendimento luminoso intrinseco minore che l'arco libero, tuttavia esso viene compensato da una miglior distribuzione della luce. Altri invece cercano di aumentare l'utilizzazione dello impianto aggruppando le lampade a tre in serie, di cui ciascuna assorbe da 30 a 35 volt.

I vantaggi di questo ultimo sistema sono l'aumento del numero dei focolai luminosi e quindi una miglior ripartizione della luce, un maggiore rendimento luminoso e quindi economia di consumo. Inconvenienti sono l'aumento delle spese di impianto e di mantenimento, la complicazione e la delicatezza dei meccanismi e l'esigere essi carboni speciali di una fabbricazione particolarmente accurata. Quindi lo impiego di questo sistema non ha ragion d'essere che per canalizzazioni poco estese, in cui la resistenza è insignificante; nelle grandi reti la miglior utilizzazione dell'energia può essere resa illusoria dal maggior prezzo delle lampade e specialmente dallo aumento necessario della sezione delle condutture.

Quanto alle lampade ad incandescenza due sono i desiderati, aumentare il loro rendimento luminoso e fabbricare dei tipi, che possano lavorare convenientemente a tensioni molto alte.

Il filamento di carbone, come fu riconosciuto anche nelle discussioni del Congresso ultimo di Elettricità a Parigi, non sarebbe realmente pratico dal punto di vista industriale che a tensioni inferiori a 120 volt. Per quanti tentativi si siano fatti per diminuire lo spessore del rivestimento ed anche per sopprimerlo del tutto, le lampade a 200 volt, che in questi ultimi tempi si vollero introdurre in molti impianti, specialmente in Inghilterra, risultarono inferiori come durata e

(16) W. WEDDING, *Ueber Bogenlampen mit eingeschlossenem Lichtbogen*. « Elektrotechnische Zeitschrift », 1897, p. 763. — W. NERNST, *Bemerkung zur Notiz des Herrn Rasch*. « Ein neues Verfahren zur Erzeugung von elektrischem Licht ». Ivi, 1901, p. 256.

(17) Glaser's *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, XLVIII, p. 19.

(14) L. LOMBARDI, *Condensateurs électriques pour hautes tensions*. Ivi, p. 183. — L. LOMBARDI et P. BOUCHEROT, *Sur l'emploi des condensateurs à haute tension*. Ivi, p. 411.

(15) P. BOUCHEROT, *Sur l'emploi des condensateurs*. Ivi, p. 190.

come rendimento alle lampade della stessa potenza a 100 volt; oltre di che il consumo specifico aumenta rapidamente col tempo. Eppure havvi un grande interesse ad aumentare la tensione di esercizio delle lampade ad incandescenza sino a 300, ed anche 500 volt, per accrescere la potenzialità delle reti di distribuzione; ma sembra che la soluzione di questo problema non si potrà avere che applicando dei trasformatori, che abbassino la tensione ad un valore appropriato alla loro intensità luminosa, ed impiegando lampade a filamento di carbone grosso, secondo la proposta di G. Weissmann (18), con che si abbasserebbe il consumo a 2 watt per candela, oppure impiegando per le alte tensioni un filamento di resistività elettrica maggiore di quello di carbonio.

Pur troppo, però i tentativi fatti con filamenti diversi dal carbonio, come quelli fatti con carburi di bario, di alluminio, di silicio (carborundum); quelli di osmio, di magnesia con ossido di cerio, non ebbero finora un gran successo. Con taluni di essi, come il filamento Langhaus (cellulosa sciolta e filata sotto pressione con aggiunta di polvere di boro o di silicio) si arrivò nelle esperienze di Ayrton ad avere un consumo di solo 1,13 watt per candela in una lampada da 72 candele a 100 volt; coi filamenti di osmio oppure di torina di Auer wat 1,5 per candela, ed anche meno, ma lampade pratiche non si hanno che per tensioni fino a 60 volt (19); colle lampade Nernst si ebbe, secondo i dati della « Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft », un consumo di solo 1 watt per candela, per quelle da 100 candele, e watt 1,75 per quelle da 25 candele, ma finora non risulta sia stato possibile costruirne con potere illuminante minore di questo per tensioni superiori a 110 volt; al che si dovrebbe aggiungere qualche inconveniente nel sistema d'accensione e la piccola durata di 200 ore al regime di watt 1,5 a 1,6.

Un rendimento ben superiore a quello delle lampade ad incandescenza ordinarie venne recentemente ottenuto nella lampada a vapori di mercurio rarefatti, presentata nello aprile scorso da Peter Cooper Hewitt allo American Institut of Electrical Engineers di New-York, nella quale con 700 watt si ottengono 1500 candele. La luminescenza degli aeriformi era già stata applicata però anche precedentemente.

Novelli orizzonti infatti parvero aprirsi da qualche tempo nei mezzi di trasformazione della energia elettrica in luminosa. Da tempo si sapeva che facendo passare delle scariche elettriche attraverso ad un tubo riempito di un gas molto rarefatto, questo diventa sede di brillanti fenomeni luminosi. La luce prodotta non dà uno spettro continuo come quella di un corpo solido incandescente, ma delle righe o larghe strie brillanti. Questo fatto per sé promette un grande rendimento, poichè è la copiosa produzione di lunghezze d'onda inutili che rende un solido, incandescente, inadatto come sorgente di luce. Se invece un gas dà uno spettro brillante di strie tutte di lunghezze d'onda utili, allora è da attendersi che una considerevole porzione dell'energia applicata al tubo venga convertita in luminosa. Ma non è un solo gas, è una combinazione di più gas che potrà rispondere allo scopo.

Da circa un decennio Nicola Tesla ed altri lavorano in questa direzione ottenendo degli effetti splendidi, ma senza arrivare finora alla costruzione di una lampada pratica. Le difficoltà principali consistono nella necessità di adoperare alte tensioni di scarica, nell'ottenere una luce fissa di color conveniente, e più che tutto di darle uno splendore intrinseco pratico. Come rendimento luminoso si è ottenuto che la parte della totale energia emessa dal tubo sotto forma di energia luminosa ammonta al 25 o 30 per 100, cioè 5 o 6 volte il rendimento della ordinaria lampada a incandescenza. Ma se si cerca di dare al tubo uno splendore intrinseco, allora intervengono dei fenomeni secondari che producono sviluppo di calore con diminuzione di rendimento; dimodochè finora si può dire che dall'attuale tubo a gas rarefatto alla

luce senza calore vi sia ancora un lungo passo a fare. La « luce fredda » è energia radiante del tutto o quasi del tutto luminosa.

La soluzione del problema della produzione della luce senza calore certo ridurrebbe il dispendio di energia ad 1/20 dell'attuale, e se questa fosse fornita da una macchina col rendimento del 50 per cento del calore del combustibile, il consumo di questo si ridurrebbe ad 1/100. Ma detta soluzione, a quanto pare, è ancora lontana, quantunque i risultati ottenuti dal Tesla siano un gran passo sulla via che conduce ad essa.

\*

Un'applicazione della corrente elettrica, che ha acquistata una importanza, se non maggiore, certo uguale a quella della illuminazione, si è la trazione elettrica, la quale ormai si va imponendo in tutti i maggiori centri di commercio, e dappertutto ove è necessaria rapidità di comunicazioni.

I sistemi stati finora proposti per fornire la corrente necessaria ai motori dei veicoli di qualunque forma hanno raggiunto ormai un bel numero.

Quello più semplice, che consiste nel trasportare nel veicolo stesso l'apparecchio che deve fornire la corrente, quale una batteria di accumulatori, e che si presentò subito come il più comodo, non ha finora ricevuta un'applicazione soddisfacente, e rimane ancora sempre insoluto il problema principale, che subito si presentò ai tecnici, quello cioè di ridurre il peso dell'apparecchio stesso e dei pezzi di sostegno d'esso, che devono avere dimensioni considerevoli; per cui vale ancora per gli attuali accumulatori quanto venti anni fa già preconizzava il Ferraris (20), che l'applicazione delle pile di Faure alla trazione delle carrozze sulle tramvie difficilmente diventerà pratica ed economica.

Ed il sistema di trazione ad accumulatori stato accolto, come era naturale, dapprima con grande entusiasmo, va per ora perdendo sempre più terreno, tanto che, per esempio, a Chicago, dove si è impegnata una grave lotta fra le Società tramviarie, che vogliono il trolley aereo, ed il Municipio, che vorrebbe le condutture sotterranee, nessuno pensò a proporre la trazione ad accumulatori.

La sola forma di batteria, dalla quale si potrebbe attendere dei buoni risultati, sarebbe quella nella quale si trasformasse direttamente l'energia potenziale del carbonio e dell'ossigeno in energia elettrica in un modo più economico e diretto che non quello attuale col motore a vapore. Ma la soluzione del problema di produrre direttamente energia elettrica dal carbone è finora soltanto una speranza dell'avvenire.

Dove per ora potranno direttamente servire per la trazione gli accumulatori si è nella propulsione dei battelli, oggi che la tanto progredita e sviluppata industria della fabbricazione dell'alluminio potrà dare il mezzo di raggiungere il perfezionamento più importante che si può arrecare nella locomozione dei battelli, che è il loro alleggerimento.

Indipendentemente però da questa applicazione diretta, gli accumulatori rendono importantissimi servizi nella trazione elettrica nelle stazioni centrali, come ne hanno sempre resi nelle centrali di illuminazione. Anzi si può dire che il problema della economia nella fabbricazione degli accumulatori, che si riduce ormai più che altro ad aumentare la durata e la capacità, interessa tutte le applicazioni della corrente elettrica. A seconda degli usi a cui sono destinati gli accumulatori, si studiano oggi due tipi principali di accumulatori, l'uno che soddisfi alla condizione di grande capacità e buon rendimento con regimi normali di carica e scarica, l'altro che possa sopportare forti correnti di carica e scarica, pur conservandosi la capacità ed il rendimento entro buoni limiti.

Ad ogni modo si può quasi affermare che il migliore servizio finora reso dagli accumulatori nelle applicazioni elettrotecniche si è nelle batterie dette a ripulsione nelle stazioni centrali tramviarie, o come serbatoi installati agli estremi dei « feeders » più lunghi, per le quali applicazioni

(18) C. WEISSMANN, *Rendement lumineux des lampes électriques à incandescence à filament de carbone.* - *Sur l'emploi des lampes à gros filament et à basse tension.* Congrès d'Electricité (Paris, 1900), p. 269 e 436.

(19) R. GABRIEL, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1902, p. 73.

(20) Come alla nota (1).

si è dovuto ritornare per le placche positive al primo sistema di formazione Planté. Così potrebbero servire assai bene nella trazione ferroviaria elettrica a risolvere il problema di dare una certa elasticità ai sistemi a corrente continua per sottostazioni, in modo da poter soddisfare a forti sopraccarichi momentanei, ma finora le grandi spese d'impianto, e specialmente di mantenimento, riducono assai il valore pratico di una tale applicazione. Risolvono assai meglio tale problema i trasformatori statici dei sistemi a corrente alternata.

Quanto ai diversi sistemi di presa della corrente, sia aerei che sotterranei, da una sorgente esterna al veicolo, quelli che fanno uso delle rotaie e della terra per il ritorno della corrente, secondo la prima idea dovuta all'ufficiale d'artiglieria italiano Bessolo (1855), presentano l'inconveniente di contatti scorrevoli a aderenza incerta e discontinua, con una copiosa produzione di scintille, allorché il mantenimento della linea non sia del tutto accurato, oltre ad alcuni inconvenienti derivanti da fenomeni elettrolitici, che danneggiano nelle città le canalizzazioni del gas e dell'acqua.

Il sistema in cui i due conduttori di andata e ritorno sono ambedue aerei, secondo la prima proposta dell'americano Pinkus (1840), sarebbe forse il migliore, se la molteplicità di fili aerei, e specialmente di fili tenditori, non presentasse taluni inconvenienti nelle grandi città.

Parrebbe che la migliore soluzione del problema tramviario elettrico urbano e interurbano, si dovesse trovare nelle ferrovie elettriche su viadotto in ferro col sistema della terza rotaia, ma queste non sono applicabili che in condizioni affatto particolari, tenuto conto specialmente delle gravi spese d'impianto, e d'altra parte, almeno secondo quanto fu osservato in America, non sarebbero risultate remuneratrici.

Risultati migliori avrebbe dato il sistema della terza rotaia sopra sede stradale ordinaria, se pur esso non presentasse gravi difficoltà d'isolamento, per cui si deve limitare la tensione di esercizio.

Nuovi studi sono ora rivolti alla trazione a conduttura sotterranea e mista con trolley aereo, la quale trova le sue difficoltà di attuazione nella grande spesa d'impianto e nella natura del sottosuolo delle città, non sempre molto adatto.

I sistemi a contatti superficiali, quantunque taluno di essi abbia avuto tecnicamente un buon successo, come quello del nostro ingegnere Diatto, devono ancora superare molte difficoltà, fra le quali specialmente l'isolamento dei cavi, l'isolamento delle sbarre di presa della corrente, la livellazione delle piastre di contatto, la disposizione degli scambi e delle curve per evitare il pericolo di corti circuiti.

Più importante del problema tramviario urbano è diventato oggidì quello della trazione elettrica sulle grandi linee ferroviarie. Dove occorre una grande frequenza e velocità di treni, dove si devono sviluppare grandissime potenze per trasportare treni pesanti o vincere forti pendenze, la trazione a vapore, ancorché si sia arrivati ad applicare le pressioni elevate di 14 atmosfere, si mostra tuttavia insufficiente, e solo vi potrà riuscire la trazione elettrica. E d'altra parte la sostituzione della corrente elettrica al vapore darà modo di rendere più leggiera le locomotive, fornendosi l'energia mediante stazioni generatrici lungo le linee, e di sostituire all'esercizio con pochi convogli pesanti, quello con frequenti convogli e più leggeri, ciò che è anche più conforme alle esigenze del traffico e presenta grandi vantaggi nelle costruzioni (21). Ma, posto questo problema, quanti altri si affacciarono, dipendenti dalla grande differenza che corre fra l'impianto e l'esercizio di una ferrovia elettrica in confronto di quella a vapore.

Quanto alla linea devesi pensare a studiare di nuovo, si può dire *ab ovo*, quale lo scartamento più conveniente, quale l'armamento tipo delle rotaie, disposizione degli scambi e delle stazioni. Quanto alla parte elettrica si dovrà studiare quale genere di corrente da adattarsi, continua o alternata, monofase o polifase, quale tensione di esercizio. Quanto al materiale mobile, il tipo del motore d'accordo col genere di cor-

rente prescelto, la forma e la disposizione delle vetture, i sistemi di freni. Quanto all'esercizio si dovranno studiare le norme di esso in relazione colla maggior velocità, frequenza e peso dei treni, colla maggior prestazione delle locomotive elettriche, colla differente composizione dei treni, e quindi anche nuovi sistemi di segnalazioni per garantire la sicurezza del servizio.

Il problema della trazione ferroviaria elettrica è quindi molto complesso, sia dal punto di vista tecnico che amministrativo, quantunque a tutta prima ne sia sembrata così facile ai più l'applicazione. Facilità di giudizio, che aveva la sua ragion d'essere nel grande interesse che la soluzione di questo problema presentava per il nostro paese, potendoci esso permettere di utilizzare le nostre forze idrauliche in un servizio pubblico di tanta necessità. Sebbene, nelle speranze fondate in questa presunta nostra ricchezza, quando si tratti di applicarla al servizio ferroviario, si sia molto esagerato, poiché nella questione della convenienza economica dei due sistemi di trazione elettrica od a vapore, il costo del lavoro utile ai cerchioni delle ruote ha molto minore importanza di quella che generalmente gli si suol dare (22).

E d'altra parte il rendimento della locomotiva elettrica è ancora sempre superiore a quello della locomotiva a vapore, anche quando la corrente debba essere generata da una stazione centrale a carbone. Sembra che l'economia in vapore possa arrivare al 50 0/0, quella in combustibile al 25 (23).

Ad ogni modo la trazione elettrica è di somma importanza dal punto di vista dell'economia nazionale ed anche della strategia, per quei paesi i quali, come l'Italia, non hanno carbone, ma ove si trovano più di 1 500 000 cavalli idraulici distribuiti lungo le strade ferrate, e i quali quindi in caso di guerra sarebbero così indipendenti dalla produzione del carbone all'estero (24).

Perciò l'ingegneria italiana, coadiuvata da Società estere, si slanciò con entusiasmo allo studio di quel problema, come lo dimostrano i due importanti esperimenti che stanno facendo le due principali nostre Società ferroviarie: la Rete Adriatica sulla linea Lecco-Colico con diramazione a Sondrio e Chiavenna, col sistema a filo aereo, corrente trifase principale a 20 000 volt, 15 periodi, tensione di servizio 2000 a 3000 volt; la Rete Mediterranea, sulla linea Milano-Gallarate, con diramazioni a Varese e Porto Ceresia, Arona, Laveno, sistema della terza rotaia, corrente principale 13 000 volt a 25 cicli, con trasformazione in corrente continua a 650 volt. Esperimenti questi che certo segneranno un gran progresso sulla via della definitiva soluzione di questo problema, poiché riguardo alla questione più importante, che è quella della scelta del tipo di corrente, mentre gli elevati potenziali sono naturalmente imposti dalle due condizioni del servizio ferroviario, trasporto di enormi quantità di energia e grandi distanze, la lotta si è ingaggiata fra la corrente alternata polifase applicata con tensioni di esercizio sempre piuttosto elevate, e la stessa trasformata in corrente continua con bassa tensione di esercizio, avendo l'esperienza dimostrato che i motori a corrente continua attuali in causa del collettore non possono sopportare una tensione superiore a 700 volt (25). La produzione di grandi potenze è riservata al motore a corrente alternativa, come fu riconosciuto nel Congresso degli Elettricisti dell'agosto scorso a Buffalo, e sembra fin d'ora per le ferrovie la corrente preferibile sotto ogni riguardo sia la trifase. Questo fu affermato recentemente da Blathy, da Lasche, da W. Preece, da Thompson nel Congresso

(22) E. CAIRO e P. LANINO, *Sull'applicazione della trazione elettrica all'esercizio ferroviario*. « Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana », 1898, vol. II, p. 11.

(23) E. CSERHATI, *Comparaison entre la traction électrique et la traction à vapeur*. « L'Éclairage électrique », XXVIII, p. 130, 1901.

(24) FRANCESCO S. NITTI, *Le forze idrauliche dell'Italia e la loro utilizzazione*. Napoli, 1902, p. 38 e seg.

(25) COLOMAN VON KANDÖ, *La traction électrique par courants triphasés sur les grands voies ferrées*. « L'Éclairage électrique », 1901, XXVII, p. 212.

(21) GUIDO PARRAVICINI, *La ferrovia del Bernina*. Lettura al Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano, febbraio 1901.

internazionale degli Ingegneri a Glasgow (26). L'esercizio diretto a corrente trifase presenterebbe, in confronto di quello a corrente continua per costruzioni e macchinario delle sottostazioni un'economia del 30 0/100 nella spesa d'impianto, mentre colla tensione di 3000 volt è necessario soltanto 1/16 del peso di rame nelle condutture. Infine il motore trifase presenta una proprietà molto importante per la trazione, ed è che quando la sua velocità aumenta oltre quella di regime, esso diventa automaticamente generatore, per cui nelle discese possiamo avere un ricupero notevole di energia; ricupero che si può anche avere negli arresti e diminuzione di velocità per l'accoppiamento dei motori in serie. Si può quindi concludere che *la trazione diretta per correnti polifasi rappresenta una delle più importanti applicazioni riservate alla Elettrotecnica del nostro secolo.*

Anche nelle applicazioni della corrente alle industrie chimiche, comprendendo in esse tanto le industrie elettrolitiche che le elettrotermiche, molteplici sono i problemi che si presentano, e qui forse più che negli altri rami della Elettrotecnica. In taluni processi, come gli elettrometallurgici, si deve lottare con sostanze estranee, che sempre accompagnano i minerali, e che si devono o separare, perchè avanti anche esse un certo valore, od eliminare, perchè inquinerebbero il prodotto principale, ed anche perchè danno luogo ad azioni secondarie, che disturbano la principale operazione elettrolitica. In altri processi, come quelli della soda, si trova difficoltà nello smercio di prodotti secondari, per cui il rendimento economico del processo viene molto diminuito in confronto degli ordinari processi chimici.

Il problema principale però che si impone in tutte le industrie elettrochimiche si è quello di trovare dei processi in cui il consumo di energia sia il minimo in rapporto alla quantità di prodotto ottenuto; problema che nel maggior numero dei casi si risolve nel lavorare alla minima densità di watt, come si dice.

In queste industrie, appunto per la concorrenza coi processi chimici ordinari, ha particolare importanza, forse più che in ogni altra industria elettrica, il ridurre al minimo il costo dell'energia, quindi l'utilizzazione delle forze idrauliche e la trasmissione di energie poco costose a distanza. Mediante questi trasporti si è giunti al punto che in Svizzera il cavallo-anno costa sul luogo di produzione non più di 25 lire, mentre la stessa quantità di energia prodotta col carbone non costa, anche in Inghilterra ed in Scozia, meno di 125 lire (27).

L'avvenire delle industrie elettrochimiche, anzi il monopolio di esse apparterrà quindi a quei paesi che, quantunque sprovvisti di carbone, posseggono grandi cadute d'acqua. In queste fortunate condizioni si trovano specialmente la Svizzera, la Norvegia e l'Italia, meno l'Inghilterra, la Germania e la Francia. Quando si pensa che il solo nostro impianto idroelettrico di Vizzola Ticino, di circa 23 000 cavalli dinamici, può portare una diminuzione di circa due milioni e mezzo di franchi nella importazione del carbone fossile (28), si comprende di quale importanza possano essere per l'economia del nostro paese tali applicazioni dell'energia elettrica.

Più fortunati di tutti, gli Stati Uniti d'America, che dispongono ancora di grandi giacimenti di litantrace ed insieme di abbondanti forze idrauliche, per i quali quindi l'avvenire delle industrie chimiche è molto promettente.

In mancanza di queste forze idrauliche, o quando il loro sfruttamento non si può fare in condizioni economicamente convenienti, rimane sempre interessante e doveroso il rivolgere ogni studio a meglio utilizzare l'energia dei combustibili, onde cessi lo sciupio che se ne fa attualmente.

(26) *Der Internationale Ingenieur Kongress in Glasgow.* « Elektrotechnische Zeitschrift », 1901, p. 773.

(27) I. W. SWANN, *Conferenza sulle industrie elettrochimiche alla « Society of Chemical Industry in Glasgow »*, giugno 1901.

(28) ALESSANDRO SCOTTI, *Impianto idroelettrico di Vizzola Ticino.* « L'Industria », 1899, p. 641.

Due vie abbiamo aperte davanti a noi per trovare il modo di meglio utilizzare l'energia del carbone: l'una nel perfezionamento delle macchine termiche; l'altra nel trovare una sostanza conveniente per bruciare il carbone nella coppia voltaica, o ad alta, o a bassa temperatura, trasmettendo l'energia chimica del carbone a questa sostanza con mezzi puramente chimici in un recipiente per quanto possibile impermeabile al calore. Quest'ultimo problema è però ancora lungi dall'essere risolto.

Quanto al perfezionamento delle macchine termiche un gran progresso si è già fatto nel secolo passato. Mentre al 1801 la migliore macchina a vapore presentava un rendimento termodinamico netto del 4 per 100, oggidi siamo arrivati al 14 per 100; ma colla moderna macchina a vapore si può prevedere che non si potrà arrivare a più del 20 per 100. Le turbine a vapore sembrano utilizzare bene il calore e secondo sperienze di Schrötter quelle di grande potenza (1000 chilowatt) per carichi, compresi fra 75 per 100 e pieno carico, lavorerebbero più economicamente delle migliori macchine a vapore ordinarie. Nei motori a gas invece la temperatura iniziale essendo molto più alta si può invece raggiungere il 30 per 100. Ed oggidi grandi speranze si concepiscono sulla utilizzazione dei gas degli alti forni, la quale favorirà specialmente lo sviluppo delle industrie elettrochimiche in Germania ed in Inghilterra.

Anche la utilizzazione diretta del carbon fossile alle miniere potrà essere una sorgente di energia tale da fare una seria concorrenza alle stesse forze idrauliche. Attualmente un solo esempio di una tale applicazione su vasta scala abbiamo per le miniere di Witwaters Rand (Sud Africa), ma è già un buon inizio. Se si considera quanto poco costa una tonnellata di carbone presa alla miniera, si trova quale minima parte del costo della corrente è da addebitarsi al combustibile, e quindi come le miniere stesse possono diventare dei centri di distribuzione di energia elettrica a distanza altrettanto e soventi più convenienti delle cascate d'acqua.

Come pure, tenuto conto dell'alto rendimento presentato dai moderni motori a gas esplosivi, si comprende quanto interesse, specialmente per i trasporti marittimi, abbia ogni progresso nei processi di fabbricazione del carburo di calcio, che tenda ad abbassarne il prezzo di costo. Se non si vuole aggiungere l'importanza che potrà avere la produzione economica dell'acetilene per l'industria chimica, essendo, come disse il Berthelot inaugurando il Congresso internazionale di chimica applicata del 1900 a Parigi, prossimo il giorno, in cui l'acetilene, fonte la più diretta delle sintesi di laboratorio, potrà assumere la stessa destinazione nell'industria; mentre d'altra parte coi carburi metallici già si ottengono idrocarburi della serie aromatica.

Così pure ha un grande interesse ogni progresso nella fabbricazione dell'alluminio, indipendentemente da altre sue applicazioni, anche solo se si considera quella importante, che fu trovata da H. Goldsmith, e resa industriale dalla Società per l'industria termochimica di Essen, fondata sulla grande quantità di energia che l'alluminio tiene immagazzinata, e che si può utilizzare come calore nella ossidazione di esso in una sua miscela con ossido di ferro e quarzo in polvere, per la saldatura dei metalli p. es.; e che anzi permette di ottenere un metallo qualunque, il cromo, il manganese, ecc. da un suo ossido, aprendosi così un nuovo grande campo di applicazione all'alluminio.

Non finirei più se volessi ancora parlare di altri problemi che si presentano nei metodi di misura, nella tecnica delle disposizioni di sicurezza, in altri rami meno importanti dell'elettrotecnica.

Non posso però far a meno di accennare ancora ad un'applicazione di interesse mondiale, alla telegrafia senza fili, che costituisce un'altra gloria italiana, poichè risultati veramente pratici furono ottenuti soltanto da Guglielmo Marconi.

La geniale teoria del Maxwell, colla quale venivano matematicamente dimostrate le idee del Faraday sulla intima relazione esistente fra luce ed elettricità, condusse alle brillanti ricerche di Enrico Herz sulle onde elettriche, nello studio delle quali raccolse pure tanta messe di gloria il nostro

fisico Augusto Righi, e che portarono alla conclusione avere le onde elettriche tutte le proprietà delle onde luminose.

Queste ricerche suggerirono al Marconi il suo sistema per trasmettere a distanza le onde elettriche senza bisogno di conduttori, valendosi di alcuni dei mezzi più importanti di quelle ricerche stesse.

Quantunque i perfezionamenti di questo sistema, dovuti specialmente agli studi del Marconi, abbiano già condotto a risultati importanti ed a vincere, particolarmente sul mare, molte difficoltà che dapprincipio si erano presentate al sistema, tuttavia altre ne rimangono a superare, in ispecie sopra terra, come ebbero a rilevare Blondel, Ferriè e Blochmann all'ultimo Congresso di Parigi (29). Secondo essi le portate ottenute sul mare sarebbero ancora insufficienti sopra terra per fare concorrenza alla telegrafia ottica, e sul mare stesso l'utilità di questo sistema di segnalazioni è ancora limitata dalla difficoltà di separarle se si impiegano coherers ordinari molto sensibili.

Epperò noi ci troviamo ancora davanti ad un problema vitale per la telegrafia senza fili, quello detto della sintonizzazione del trasmettitore e del ricevitore, il quale consiste da una parte nello ottenere che i segnali mandati da un trasmettitore non possano essere registrati che da un determinato ricevitore, ciò che è necessario per assicurare il segreto dei dispacci; e d'altra parte che il ricevitore non reagisca che ai segnali mandati da un determinato trasmettitore, ciò che soltanto permette il funzionamento simultaneo di più apparecchi in una stessa regione.

Diversi processi furono immaginati a detto scopo, ma finora nessuno dà una soluzione completa del problema. Tuttavia a qualche risultato importante specialmente per ciò che riguarda la telegrafia multipla, cioè la comunicazione contemporanea con più stazioni in immediata vicinanza fra loro senza pericolo di interferenza reciproca, pare sia giunto il prof. Slaby a Berlino ed a più importanti ancora lo stesso Marconi (30), mediante perfezionamenti nella telegrafia sintonica a distanza, che ne hanno grandemente aumentato il campo di applicazione, avendo potuto raggiungere la notevole distanza di 300 chilometri. Per cui possiamo dire che il giorno della completa vittoria dello ingegno umano anche in questo campo non sia lontano (31).

L'elettricità ha ormai invaso tutto, ha invaso la nostra vita sociale, economica ed anche domestica. Ha dato ovunque luogo a questioni importanti. Anche le scienze giuridiche dovettero occuparsi della natura dell'elettricità, quando fino a pochi mesi addietro si discuteva ancora se l'energia elettrica dovesse considerarsi come una proprietà.

Purtroppo i primi responsi furono alquanto strani. Si negò la qualità di furto al rubare l'energia elettrica. Ma questa non è che la trasformazione di un'altra forma di energia, di un lavoro compiuto, e la più elementare nozione delle leggi sociali ci insegna che la utilizzazione del lavoro altrui senza adeguato compenso, quando a questo non viene rinunciato, è sempre un furto, qualunque sia la forma sotto la quale si utilizza il detto lavoro.

Eppure la Commissione dei Delegati di tutte le Nazioni al Congresso internazionale di Parigi dell'anno scorso sentiva ancora il bisogno di formulare un voto di questo genere: « La Commissione è d'avviso che l'energia elettrica deve essere considerata come una proprietà; essa emette il voto che

questa proprietà sia protetta come qualunque altra, secondo la giurisprudenza già stabilita in parecchi grandi Stati » (32).

\*

L'importanza di tutte le applicazioni dell'elettricità fu sempre grandemente sentita in Italia, che fu patria ad alcuni fra i principali fattori dei progressi della Elettrotecnica, e dove sempre fiorirono cultori geniali ed appassionati di essa.

In Italia si comprese tosto che ogni progresso nelle applicazioni della corrente elettrica, che permettesse distribuire dell'energia a buon mercato in regioni industriali per loro natura, era destinato a dare al movimento industriale e commerciale una spinta tale che certe industrie, che attualmente vegetano o che hanno dovuto sparire per effetto di una concorrenza straniera più favorita, si sarebbero rilevate e sarebbero diventate capaci di lottare e diventare rigogliose.

In Italia le imprese elettrotecniche ebbero poi la fortuna di trovare tanto in paese che all'estero dei capitalisti convinti che l'avvenire è dell'industria e non della speculazione.

Quale sia stato il merito dell'Italia nei progressi della Elettrotecnica disse splendidamente nel suo discorso alla R. Accademia dei Lincei Giuseppe Colombo (33), egli, che fu l'ardito iniziatore delle industrie elettriche in Italia, in un tempo in cui appena si cominciava a pensare ad esse in Europa. Ma io voglio qui citare un giudizio di uno straniero, poichè mi sembra assai confortante, mentre da molti ancora, cui forse l'ignavia appar modestia, si decanta quanto si fa all'estero a denigrazione di quel che si opera in Italia.

Non era ancor spenta l'eco delle centenarie feste che la patriottica Città di Como col concorso di tutto il mondo civile aveva celebrato in omaggio all'immortale suo figlio Alessandro Volta, che l'illustre Presidente della Società degli Ingegneri elettricisti di Londra, Silvanus Thompson, così scriveva a proposito della mostra di Elettricità e del Congresso degli Elettricisti di Como (34).

« Molto di quello che abbiamo visto ed udito fu per noi » una rivelazione. A noi era noto che l'Italia non aveva cessato di produrre degni successori del Volta, e che sapeva costruire ferrovie, canali e opere d'irrigazione. Ma pochi di noi avevano potuto prima d'ora osservare con quale coraggio e con quale abnegazione, malgrado la pochezza dei mezzi, con quale copia di risorse, con quale fortunata costanza gli inventori italiani hanno portato avanti i loro laboratori. Pochi di noi avevano appreso con quale fondato indirizzo pratico, e nello stesso tempo con quale genialità di concetti, con quale larghezza di vedute gl'ingegneri italiani

(32) Congrès International d'Electricité (Paris, 1900). Rapports et Procès verbaux, p. 370.

(33) GIUSEPPE COLOMBO, *I progressi dell'Elettrotecnica in Italia*. Discorso pronunciato nella Seduta reale dell'Accademia dei Lincei (anno 1900).

(34) SILVANUS THOMPSON, nel suo articolo *The Como Congress*, pubblicato nello « Electrician » di Londra (ottobre 1899), così scriveva fra l'altro:

« To us much that we have seen and heard has been a revelation. We were aware that Italy had never failed to produce worthy successors of Volta, that she knew how to build railroads and canals and irrigation works. But few of us had realised with what brave self-devotion, on what slender means, with what fertility of resource, with what successful persistence, the Italian investigators are carrying on their laboratories. Few of us had understood with what intensely practical directness, yet with what keen foresight and what largeness of grasp the engineers of Italy have grappled with the problems of generation, transmission and distribution of electricity on the large scale for industrial purposes. One may have seen the vast installation of Niagara, one may have visited the great power stations at Rheinfelden or at Schaffhausen; but when one crosses the Alps into Lombardy to examine the new enterprises at Paderno and at Vizzola, one finds that Italy can still teach us some lessons not yet learned elsewhere. Her engineers have met their own problems in their own way, not by slavishly copying other models, but by finding the appropriate solution and carrying it out with courage and energy ».

(29) A. BLONDEL e G. FERRIÉ, *Etat actuel et progrès de la télégraphie sans fil par ondes hertziennes*. Congrès d'Electricité (Paris, 1900), p. 321 e 464.

(30) G. MARCONI, *La telegrafia senza fili sintonica*. Memoria letta il 15 maggio 1901 alla « Society of Arts » di Londra.

(31) Notizie pervenute anche nei giornali scientifici dopo la lettura di questo discorso, annunziano che il Marconi è giunto a trasmettere dei segnali ben distinti fra Cornwall in Inghilterra e St. Johns nel Newfoundland ad una distanza di 2100 miglia attraverso l'Atlantico. « Electrical World and Engineer », 21 dicembre 1901.

» avevano affrontato i problemi della produzione, della trasmissione e della distribuzione dell'elettricità su larga scala a scopi industriali. Si può aver visto il grande impianto del Niagara, si possono aver visitate le grandi officine elettriche di Rheinfelden e di Schaffausen; ma quando si varcano le Alpi ed in Lombardia si studiano i nuovi impianti di Paderno e di Vizzola, si trova che l'Italia ci può insegnare delle cose che non abbiamo imparato altrove. I suoi ingegneri hanno saputo risolvere i loro problemi con un intuito proprio, non copiando servilmente gli altrui modelli, ma trovando la soluzione adatta e realizzandola con coraggio ed energia ».

Questa affermazione di uno scienziato straniero tanto autorevole, come Silvanus Thompson, fa grande onore alla ingegneria italiana.

Permettetemi che faccia ad essa un commento, col quale arriverò alla conclusione del mio discorso. Quei trionfi della ingegneria italiana attestano due importanti attitudini dell'ingegno italiano, l'attitudine a severi studi matematici ed alla rigorosa indagine scientifica. In nessuna scienza d'applicazione la teoria ha sempre esercitata tanta influenza, come nella Elettrotecnica. Si può anzi dire che questo ramo della ingegneria si distingue dagli altri per ciò che la pratica è in essa costantemente diretta dalla teoria.

È del resto un carattere della matematica moderna quello di prestarsi ad una grande generalizzazione, per cui vengono con una stessa teoria delle operazioni abbracciate in un sol campo le proprietà spettanti a specie diverse di grandezze numeriche, geometriche, meccaniche, fisiche. Tutte le scienze vorrebbero raccogliersi sotto le grandi ali della matematica, anche le biologiche, le economiche, le sociali.

In tutte si vorrebbe che l'ultima espressione di ogni teoria fosse un enunciato matematico, l'ultima parola una formola.

Col progredire delle matematiche come di tutte le altre scienze, aumenta naturalmente il patrimonio delle cognizioni che si debbono apprendere nelle scuole. Ma ciò non deve essere causa di sgomento alcuno poichè i metodi di studio e di insegnamento vanno anche perfezionandosi e rendendo possibile l'acquisto di una sempre maggior suppellettile di nozioni scientifiche.

Così pure è dovere di tutti, è necessità imprescindibile quella di promuovere con tutti i mezzi la indagine scientifica, questo cardine di ogni progresso industriale, questa sorgente di nuove industrie ed alimento delle attuali.

Non vi sgomentino adunque, giovani egregi, nè l'estensione nè la difficoltà dei vostri studi. Più difficili saranno le prove che voi sosterrete in questo giovanile e simpatico periodo della vostra vita, e maggior vigore voi ne trarrete per affrontare gli ardui problemi che la scienza e la pratica vi riservano in avvenire.

Siate uomini di intelletto e di azione, ricordandovi sempre il grido di incoraggiamento del celebre D'Alembert: « Allez en avant et la foi vous viendra ».

## PRIMA ESPOSIZIONE INTERNAZIONALE DI ARTE DECORATIVA MODERNA

apertasi in Torino nel 1902

### VIII.

#### EDIFICIO DEL COMITATO E DELLA STAMPA

(Veggasi la Tav. XI)

Tra i compiti molteplici spettanti all'architetto della Esposizione è da annoverare quello della trasformazione dell'esistente *châlet* dei pattinatori situato in testa al lago e prospiciente il piazzale del monumento al Principe Amedeo. Chè, per trovarsi così in uno dei luoghi più in vista e centrali, era necessario che fosse rivestito in maniera più consentanea alle esigenze dell'arte nuova. Nel 1898, può ricordarsi, esso era stato demolito per far luogo ad un im-

pianto di gallerie che estendevansi a tutta l'area destinata in inverno a pattinare sul ghiaccio. Ma essendosi dopo il 1898 adattata quell'area a funzionare anche durante l'estate come lago così detto decorativo, si stimò più conveniente conservare il *châlet* tale e quale, godendone i locali, mascherandolo bensì opportunamente con nuove costruzioni contro addossate da tutte le parti.

Lo *châlet*, come può vedersi dalla fig. 1 della Tav. XI, consta di due saloni adiacenti ad un vano centrale rettangolare, stretto e lungo, formante corpo avanzato sulle due fronti maggiori. Le estremità di quel rettangolo servono da vestiboletti di ingresso e la parte mediana è adattata a gabinetto di toilette ed a *water-closet*, provvisti di luce elettrica. Tutti questi locali sono stati conservati inalterati, destinando il salone di sinistra per i rappresentanti del giornalismo e quello di destra alle riunioni dei due Comitati (l'artistico e l'amministrativo) dell'Esposizione. Conviene aggiungere come poco discosto dall'anzidetto *châlet* esistesse parimente una specie di tettoia o capannone disposto alquanto obliquamente rispetto all'edificio principale e destinato agli inservienti del pattinaggio; ed esso pure fu lasciato in piedi — per essere usufruito come spogliatoio e refettorio dei guardiani addetti all'Esposizione — ed incluso dall'architetto dentro quell'originale edificio unico, che fu chiamato degli uffici del Comitato e della Stampa.

\*

Trattasi di una delle meglio riuscite composizioni del D'Aronco, come egli stesso ebbe a dire, e delle più appariscenti come nota di colore, forse perchè eseguita sotto gli occhi del suo architetto e senza pericolo quindi che siano stati fraintesi i suoi modelli.

Il D'Aronco dovendo rispettare dunque le due costruzioni del pattinaggio pensò di rivestirle con una cerchia poligonale di mura o meglio di facciate architettoniche — in complesso 21 lati fra grandi e piccoli con uno sviluppo di 123 metri — sufficientemente elevate così da nascondere quelle costruzioni e ad una conveniente distanza in modo che esse potessero essere ancora illuminate internamente dalle finestre primitive.

Nel complesso edificio si possono distinguere quattro parti distinte: il corpo principale colle quattro torricelle d'angolo; una manica bassa congiunta col corpo precedente sul lato destro e con una sola facciata verso il piazzale; un pilone angolare destinato a fontana-orologio; finalmente una seconda ala bassa con tre fronti libere, pure adiacente al pilone. Esaminiamo successivamente queste varie parti della costruzione.

\*

Nel corpo principale distingueremo subito le due simmetriche fronti (lunghe m. 25,50), di cui una rivolta verso il piazzale del monumento al Principe Amedeo e l'altra che si specchia sul lago, ed il fianco verso ponente, completamente libero e parallelo al corso Massimo D'Azeglio (V. la planimetria generale, Tav. VI).

La parte più caratteristica delle due fronti è la centrale (fig. 2 della Tav. XI) per la sagoma non soverchiamente estetica (a parer nostro) di un triangolo curvilineo che fa pensare vuoi ad un badile, o alla bocca di un forno, ad un ferro da stirare e simili, e che sporge alquanto sulle ali che la fiancheggiano. Queste hanno superficie convessa, terminano superiormente ad arco di corda molle e si raccordano a gradinata alle pile o sopraelevazioni d'angolo difese da un tettuccio a padiglione sospeso.

Nella parte mediana campita di verde si schiude l'ingresso attorniato da finestroni a reticolati verde scuro. La gronda, alquanto sporgente, è sorretta da mensole di ferro

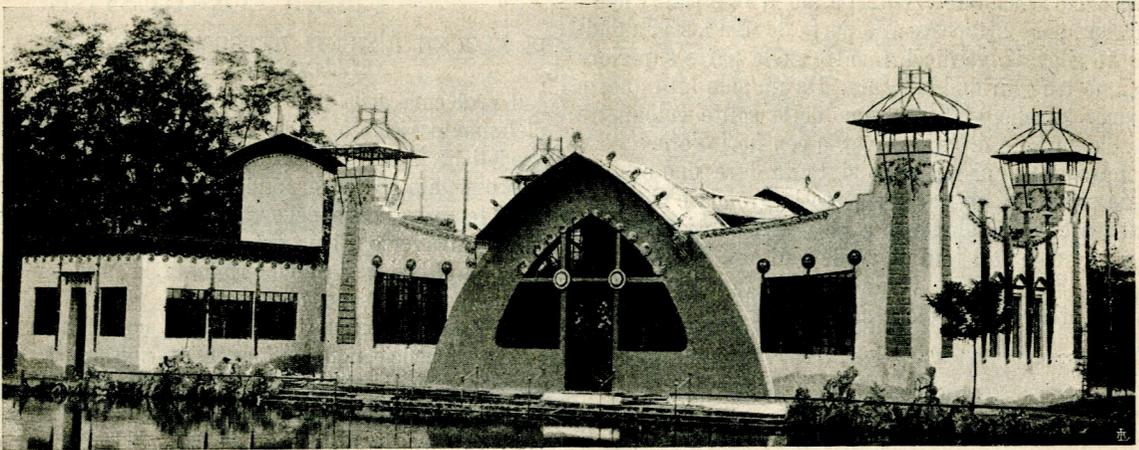


Fig. 103. — Veduta dell'edificio pel Comitato e Stampa dalla parte del lago.

che si risvoltano al disopra del coperto in una specie di spira, destinate nel nuovo stile a rappresentare una rosa. Ne diamo un particolare nella fig. 6 della Tav. XI, colla frangia intagliata, disposta normalmente alla facciata sui lembi orizzontali delle falde sporgenti.

Dalle borchie cerchiato di bianco che sormontano la porta, partono ramificazioni terminate a fiorami d'oro, decrescenti, che sembrano crisantemi coi petali irradianti a spira. Anche le succitate mensole di ferro sono dorate e alla loro base sono dipinti dei rettangololetti color avana disposti a scacchiera.

Le parti laterali hanno fondo giallognolo con una corona di borchiette d'oro sulla linea terminale concava. Vi risaltano bene i due finestroni bipartiti e fiancheggiati da fusi verdi ripiegati a spirale nella parte superiore, così che ricordano un poco i sacri pastorali, formando un grosso fiore verde e oro. Pure verde su fondo oro è la lezена bugnata decrescente che campeggia sui piloni d'angolo; i cui tetti di legno sono sorretti da due ferri ad angolo per ogni lato, piegati in modo che vanno ad accoppiarsi superiormente due a due per terminare disegnando come l'ossatura di un cubo. Il D'Aroneo vi aveva progettato dentro un globo elettrico, ma sul posto se ne fece a meno. Corone dipinte in scuro veggonsi alla base dei ferri o mensoloni, coloriti in rosso e oro. La fig. 5 della Tav. XI rappresenta la forma e disposizione dell'armatura metallica di sostegno dei quattro tetti a padiglione. La facciata posteriore è in tutto eguale a quella anteriore, salvo che la parte di mezzo sporge di soli cm. 40 anzichè di un metro. La figura 104 avvalorà la nostra asserzione e ci fa vedere altresì la parte posteriore delle adiacenti costruzioni.

\*  
Le torricelle coi loro singolari cappelli rivedremo naturalmente nel fianco libero (fig. 3 Tav. XI), parallelo al corso Massimo D'Azeglio, tagliato superiormente a corda molle e su cui si schiudono tre finestre che per forma ricordano quelle dell'Ingresso principale (Tav. VII). Esse sono interposte tra colonnette rastremate a guisa di fuso, sopravanzanti la linea del tetto e terminate con una specie di cappocchia. La loro parte inferiore sembra formata da un fascio attortigliantesi di foglie di giaggiuolo e qua e là ne spuntano i fiori. Dove terminano le foglie le colonnette sono cinte da una fascia a scacchi.

Il fondo generale è giallognolo: le finestre sono contornate di verde scuro e così il fogliame d'*iris*, dorati i suoi fiori e gli steli. La parte terminale dei fusi è verde pallido e dorata la cornice di finimento colle borchie in stucco identiche a quelle della facciata principale. Neri i cerchi di ferro appesi come buccole alle antenne fatte a sigaro, con nodi d'oro all'incontro dei tre raggi.

\*  
Il lato destro della facciata principale è in gran parte costituito da costruzione più bassa, a tetto orizzontale — lunga m. 8,50 — che è per noi la parte meglio riuscita e di gradevole effetto pittorico, benchè senza ricercatezze. È quella che corrisponde ad un modesto ambiente destinato ad impiegati addetti al Comitato.

Se ne vedono le linee geometriche nella fig. 2 della Tav. XI ed una prospettiva in scorcio nella fig. 4 della tavola stessa. Sull'ingresso è disposto un tettuccio sorretto da mensoline fra cui sono interposte delle borchie in rilievo. Le finestre

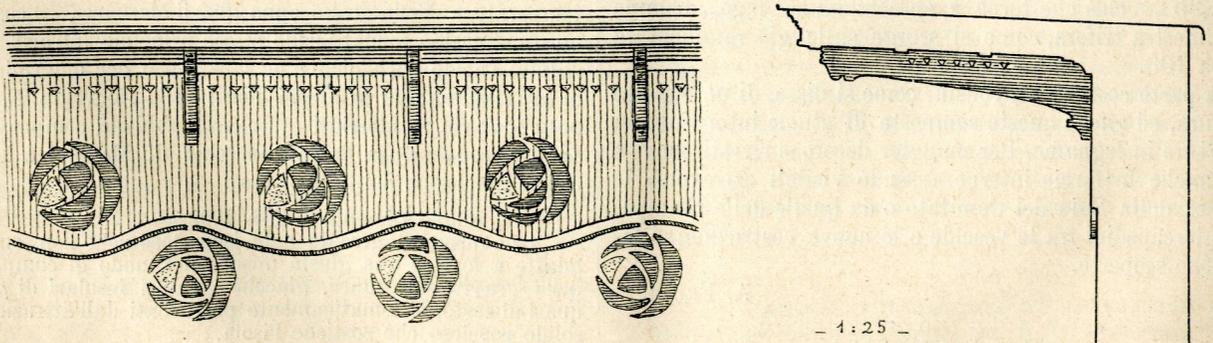


Fig. 104. — Fascia decorativa a colori.

hanno bacchette affusolate verticali a mo' d'inferriata e nella parte inferiore sono attaccate alla porta da una fascia a dadi leggermente rilevati, verdicci, mentre nella parte superiore si intrecciano tre ghirlande dipinte. Da un solo lato queste finestre sono fiancheggiate da una delle solite colonnette sporgenti dal muro e dipinte di verde con fiori d'oro.

Nella figura 104 qui nel testo si tenta dare uno schizzo della fascia ondulata che ricorre sotto la gronda e che concorre tanto col suo fondo rosso a ravvivare l'insieme della facciatina coi suoi vari toni di verde e di oro. Nella fascia sono disposte tante rose — verde e oro — rappresentate in una delle più frequenti ed elementari forme di loro stilizzazione.

\*

La breve fronte ora descritta ha l'altezza di m. 5,55; il pilone che fa seguito verso destra si eleva invece fino a m. 11,20. Accenniamo alla fontana decorativa che si scorge di prospetto nella precitata figura 4 della Tavola. Il particolare più vistoso e nello stesso tempo il meno bello è il tetto a doppia falda, dai contorni curvi, le superficie idem e così pure la linea di colmo. La forte sporgenza delle due falde è sorretta da mensole intagliate verdi e oro. In alto, dentro un cerchio è raffigurato in bassorilievo un sole, raggiante d'oro, mentre una capricciosa figura muliebre addossata verso il lato sinistro del pilastro sembra invitare i passanti a contemplare la faccia di Febo. Questa bianca e leggiadra statua a tutto rilievo — opera lodata dello scultore C. Biscarra — poggia sopra una specie di rupe grigia da cui zampilla un getto d'acqua cadente in una vasca, circondata da un'ajuoleta di piante e di fiori, la quale fu eseguita dopo che fu ritratta la nostra fotografia.

Il tetto bizzarro del pilone (col quale l'architetto volle ingegnosamente mascherare l'angolo ottuso dell'edificio in quel punto) apparisce esagerato e poco opportuno, tanto che fu detto che « para il sole al sole ». Ma a noi conviene accennare come l'autore abbia inteso di progettare non un sole, ma un orologio colla sottostante fontana. Per ragioni essenzialmente di tempo (in quanto tale edificio venne ultimato ad esposizione aperta) e anche di economia, il Comitato amministrativo fece a meno dell'orologio.

Accanto al pilone un bel gruppo di abeti, col loro verde scuro, fa risaltare in tutta la sua bianchezza la bella facciulla che qualcuno credette voglia simboleggiare l'arte nuova.

\*

Oltrepassato il pilone seguita il fabbricato a gronda piana limitata ad altezza di m. 5,55 per una lunghezza di m. 11,30, con tre finestre fiancheggiate dagli ormai noti balaustri affusolati. Nella parte che volta — m. 9 — si ripete con qualche leggera semplificazione il motivo della facciatina dell'« Ufficio del Comitato » e sull'ultimo lato interno — m. 8,30 — cioè che torna a specchiarsi sul lago, abbiamo una finestra trifora, come si scorge sulla già rammentata figura 103.

La parte costruttiva consta, come si disse, di un seguito di mura, ed anche queste composte di stuoie intonacate su armature in legname. Per maggior decoro si rivestirono con tela anche le faccie interne, essendo visibili attraverso le vetrate della Sala del Comitato o da quelle della Stampa. Le intercapedini fra le vecchie e le nuove costruzioni si lasciarono scoperte.

A. FRIZZI.

## FISICA TERRESTRE

DI ALCUNE RECENTI DETERMINAZIONI SULLA GRAVITÀ NELL'OCEANO ATLANTICO (\*).

Il problema della figura della Terra non può essere completamente risolto dalle ordinarie operazioni astronomico-geodetiche. Poichè queste sono atte bensì a fornirci la forma approssimata di tante porzioni staccate della superficie di livello terrestre, ossia del *Geoide*, ma la impossibilità di allacciare, attraverso gli oceani, le triangolazioni dei vari continenti fa sì che resta indeterminata la posizione *relativa* di questi pezzi di superficie, cosicchè non è possibile una costruzione sintetica del *Geoide*. Una completa conoscenza di questa superficie, non potrà aversi, se non quando al contributo delle operazioni astronomico-geodetiche venga ad aggiungersi quello di un gran numero di misure della intensità della gravità, equamente distribuite su *tutta* la superficie del globo. Allora una formola data da Stokes, in base alla teoria meccanica della figura della Terra, ci darà modo di calcolare gli scostamenti lineari del *Geoide* rispetto ad un ellissoide fondamentale.

I primi classici lavori di Bessel, di Biot, di Sabine (e d'altri meno illustri, benchè non meno benemeriti) per la misura della gravità *assoluta*, la diffusione e la maggior finezza che queste determinazioni hanno preso negli ultimi trent'anni sotto gli auspici della Associazione Geodetica Internazionale, l'invenzione soprattutto di comodi e semplici apparecchi pendolari (Sterneck, Defforges) atti ad una spedita misurazione della gravità relativa, hanno a quest'ora accumulato un gran numero di dati preziosi per la geodesia. Il prof. Helmert, direttore dell'Istituto geodetico prussiano e dell'Ufficio centrale della A. G. I., nel suo amplissimo ed esauriente rapporto sulle misure pendolari presentato alla conferenza di Parigi (1900) della ora detta Associazione, enumerava e discuteva circa 1400 risultati di misure di gravità. Tutte, può dirsi, le nazioni civili di qua e di là dell'Oceano hanno contribuito a questa raccolta; le più disparate regioni sono state esplorate, dalle terre Polari artiche (spedizione Nansen, 1893-96, latitudine 85°, 55' Nord) alle isole Shetland del Sud (Foster, 1829, latitudine 62°, 56').

Ma il pendolo non è adatto a fornire i valori della gravità sopra i tre quarti del globo, vogliamo dire sulla superficie dei mari, e da lungo tempo stava fra i più vivi *desiderata* della geodesia l'invenzione di un istrumento che desse modo di misurare la gravità in alto mare (\*\*). Si presentò naturale l'idea di paragonare la forza di gravità colla forza elastica dell'atmosfera. Nel 1882 il prof. Issel (\*\*\*) dell'Università di Genova proponeva un ingegnoso apparecchio destinato a dare la misura dell'altezza di una colonna di mercurio atta a bilanciare la tensione costante (supposta costante la temperatura) di una massa d'aria contenuta in un tubo chiuso ad un estremo e comunicante all'altro estremo col mercurio. Un opportuno sistema di compensazione era destinato ad eliminare, o almeno scemare in gran parte, gli effetti della variazione della temperatura. Nello stesso anno 1882 il Mascart (\*\*\*\*) costruiva un apparecchio fondato sullo stesso principio (all'aria era sostituito l'acido carbonico) e ne faceva uso per determinazioni di gravità relativa in alcuni punti della Norvegia. Non ci è noto tuttavia se ulteriori esperienze abbiano comprovata la pratica convenienza dell'apparecchio di Mascart e la sufficiente precisione dei dati di esso.

(\*) « Il Nuovo Cimento », Pisa 1902.

(\*\*) Le misure di gravità nelle isole Oceaniche non sembrano adatte a fornire una giusta misura del modo di comportarsi della gravità nel mare, giacchè i valori insulari di *g* sono, quasi di certo, sistematicamente perturbati dall'attrazione del solido roccioso che sostiene l'isola.

(\*\*\*) « Bollettino della Società Imperiale dei Naturalisti di Mosca », 1882.

(\*\*\*\*) « Comptes Rendus », T. 95, 2° sem., 1882, pag. 126 e 631.

La soluzione del problema di misurare la gravità laddove il pendolo non può usarsi, sembra ora ottenuta nel modo più semplice col paragonare la tensione elastica dell'aria dedotta dalla temperatura di ebollizione dell'acqua (*ipsometro* o *termobarometro*) con quella data dall'ordinario barometro a mercurio. La prima misura è indipendente dal valore  $g$  della gravità, mentre l'altezza barometrica è, *caeteris paribus*, inversamente proporzionale alla stessa  $g$ , la quale, o per dire meglio le sue piccole variazioni possono essere determinate dal paragone fra i dati dei due strumenti.

Già nel 1899 H. Mohn (\*) dimostrava come l'ipsometro sia atto a fornire (con un'approssimazione sufficiente per la meteorologia) la correzione da farsi ai dati del barometro a mercurio per ridurli alla gravità media. Il dott. Hecker (\*\*) nell'Istituto geodetico di Potsdam, per incarico del prof. Helmert sottopose nel 1900, a rigoroso esame tre termometri a ebollizione in cristallo borosilicato 59<sup>III</sup> della Ditta R. Fuess in Steglitz. Questi termometri sono divisi in *centesimi* di grado centigrado, la lunghezza di ogni divisione è di 0<sup>mm</sup>,46 e la graduazione si estende da 97°,0 a 101°,5; la calibrazione di essi era stata preventivamente fatta a meno di 0',005.

Una lampada a spirito pone in ebollizione una massa d'acqua distillata di circa 160 cm<sup>3</sup>; il recipiente è coperto di un doppio involucro in cui circola il vapor d'acqua, e nell'asse del quale sta il bulbo del termometro, separato dalla superficie acqua per mezzo di una rete metallica. Le indicazioni del termometro vengono lette con un cannocchiale orizzontale, suscettibile di un moto di traslazione verticale, in guisa da eliminare l'errore di parallasse. La lettura termometrica si fa un determinato numero di minuti (8 o 10) dopo incominciata l'ebollizione; quella del barometro (sistema Wild-Fuess, lettura a meno di 0<sup>mm</sup>,02) prima e dopo la termometrica. L'operazione si ripete, tenendo, fra ogni serie di letture e la successiva, allontanata la fiamma per  $\frac{1}{2}$  minuto.

Dedotta, per mezzo della tabella di Wiebe, la tensione elastica  $B$  del vapore corrispondente alla temperatura osservata, la differenza fra questa tensione e la pressione  $b$  data dal barometro è la così detta correzione barometrica per la gravità, ed è legata alla gravità dalla formola

$$B - b = b \left( \frac{g}{G} - 1 \right),$$

dove  $G$  è la gravità a 45° latitudine e al mare.

Le esperienze di laboratorio sono state principalmente dirette a ricercare: 1° se vi abbia nelle indicazioni termometriche una variazione progressiva col tempo; 2° quale sia il grado di precisione delle misure. Quanto al primo punto, le variazioni progressive dei tre termometri risultarono di 0',003, 0',001, 0',001 rispettivamente in 37 giorni. L'errore medio poi della determinazione di ogni giornata (medio risultato di quattro serie di letture) risultò di  $\pm 0^{\text{cm}},0015$  nel valore di  $B - b$ , cui corrisponde un errore medio di  $\pm 0^{\text{cm}},00019$  nel valore di  $g$ .

Il buon risultato di questi studi di laboratorio incoraggiò l'Istituto Geodetico di Berlino a incaricare il dott. Hecker di una serie d'osservazioni in alto mare. Dal 24 luglio al 1° ottobre 1901, a bordo di un vapore della Società di navigazione Amburghese-Sud Americana, il dott. Hecker compì il viaggio Amburgo, Anversa, Cherbourg, Lisbona, Bahja, Rio Janeiro, e quindi il ritorno a Lisbona.

Furono impiegati sei ipsometri e quattro barometri a mercurio, due dei quali a registrazione fotografica. Questi ultimi presentano il grande vantaggio di dare indicazioni attendibili anche allorché una notevole (non eccessiva, ben inteso)

agitazione del mare rende impossibile la lettura diretta col cannocchiale.

Il rapporto del dott. Hecker sui risultati di questa spedizione trovasi inserito nella pubblicazione del prof. Helmert dal titolo: *Bericht über die Thätigkeit des Centralbureaus der Internat. Erdmessung in Jahre 1901* (Berlin, 1902).

Il viaggio di andata compiutosi in ottime condizioni, fornì numerosi valori di  $g$  (per 51 punti differenti), della cui discussione numerica sono dati i risultati nell'ora detto rapporto. In questa discussione si introdusse, oltreché un termine di correzione dipendente dalla menzionata variazione progressiva dei termometri, anche un termine proporzionale alla ampiezza dell'oscillazione media del bastimento (dedotta dalla oscillazione dei diagrammi fotografici dei barometri, ed un altro proporzionale alla velocità di variazione  $\left( \frac{dB}{dt} \right)$  della pressione atmosferica col tempo. Quest'ultima correzione si mostra come opportuna a priori, essendo probabile che l'ipsometro e il barometro non seguano con eguale prontezza le variazioni della pressione (l'esperienza dimostra che, in realtà, il primo strumento è più *inerte* che il secondo).

Calcolata, per ciascuno dei luoghi di osservazione, la differenza fra la tensione data dallo ipsometro e la pressione barometrica *ridotta alla gravità media*, in base alla espressione teorica della gravità:

$$(1) \quad \gamma = 980^{\text{cm}},632 (1 - 0,002644 \cos 2\varphi),$$

il valore di una tale differenza dipende sia dalla *anomalia* ( $g - \gamma$ ) della gravità, sia dai tre termini di correzione ora indicati. Per eseguire i calcoli si ammise: 1° che la anomalia  $g - \gamma$  nei bassi mari del Nord sia, in media, eguale a quella dei bassi mari del Brasile; 2° che vi sia una differenza sistematica  $\Delta g$  fra la anomalia propria dei bassi mari e quella dell'alto mare; 3° che la rimanente porzione dell'anomalia di gravità sia da considerarsi come *accidentale*. In base a tale ipotesi fu possibile calcolare, col metodo dei minimi quadrati, la differenza sistematica  $\Delta g$ , nonché i coefficienti dei tre termini di correzione. Questi coefficienti non possono finora ritenersi determinati con sufficiente precisione. Quanto alla  $\Delta g$  essa risultò

$$\Delta g (\text{alto mare} - \text{basso mare}) = -0^{\text{cm}},032$$

con un errore medio di  $\pm 0^{\text{cm}},025$ .

Il prof. Helmert (\*) deduce dai calcoli del dott. Hecker le seguenti principali conclusioni:

Ammesso che in *alto mare* il valore della gravità sia, *in media*, normale, ossia corrispondente alla formola teorica (1), si trova nei bassi mari Europei (latit. media 47° Nord) una anomalia di gravità  $= +0^{\text{cm}},006 \pm 0^{\text{cm}},022$ , e nei bassi mari Brasiliani (latit. media 12° Sud) l'anomalia  $+0^{\text{cm}},043 \pm 0^{\text{cm}},022$ . Questi risultati combinano (nei limiti degli errori di osservazione) con quelli dati dalle misure pendolari di Kater nell'isola di Wight ( $g - \gamma = +0^{\text{cm}},023$ ) e con quelli di Sabine e di Gassemayr per Bahia ( $+0^{\text{cm}},055$  e  $0^{\text{cm}},051$ ). Resta dunque giustificata, o almeno non contraddetta, l'ipotesi fatta che, in alto mare, i valori della gravità non siano sistematicamente diversi da quelli dati dalla formola teorica (1).

Epperò restano vieppiù confortate le ipotesi di Pratt e di Faye intorno al modo di distribuzione delle densità nella corteccia terrestre, e la conclusione (già per altri modi indicata come probabile) che siano comprese entro limiti abbastanza piccoli ( $\pm 100^{\text{cm}}$  secondo Helmert) le deviazioni lineari del Geode rispetto ad un ellissoide di rotazione opportunamente scelto.

P. PIZZETTI.

(\*) « Das Hypsometer als Luftdruckmesser und seine Anwendung zur Bestimmung der Schwerecorrection ». Christiania, 1899.

(\*\*) « Untersuchung der Konstanz von Siedethermometern aus dem Glase 59<sup>III</sup> », (« Zeitschrift für Instrumentenkunde », Mai 1901, Berlin.)

(\*) Dr. HECKER'S. « Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ocean » (« Sitzb. der K. Pr. Akademie der Wiss. zu Berlin », 1902, VIII).

## BIBLIOGRAFIA

## I.

**La Mécanique à l'Exposition de 1900**, pubblicata da un Comitato di redazione sotto la presidenza dell'Ispettore generale HATON DE LA GOUPILLIÈRE, in tre volumi di oltre 500 pagine ciascuno, nel formato di  $32 \times 22$ , con numerose figure. — Dispense: 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15. — V<sup>o</sup> Ch. Dunod, editore, Parigi, Quais des Grands-Augustins, 1902. — Prezzo della pubblicazione completa, di 20 dispense circa, 60 lire.

Dall'ultimo cenno bibliografico che abbiamo dato (1) di questa opera importante, sono uscite altre sette dispense, ossia dalla 9 alla 15, nell'ordine di pubblicazione, le quali costituiscono le dispense 5, 7, 8, 9, 10, 13 e 16 dell'opera. Dopo quello che abbiamo detto nei precedenti resoconti, non è più necessario che noi insistiamo sulla natura e importanza dell'opera; i lettori dell'*Ingegneria* ne sono sufficientemente edotti; perciò limiteremo il nostro cenno ad indicare il contenuto delle singole dispense, seguendo l'ordine cronologico della loro pubblicazione.

Dispensa 9<sup>a</sup>. — *Les appareils de levage et de manutention*, di R. MASSE, pag. 108 con 136 figure.

Contiene la rivista di un certo numero di apparecchi tipici, che più particolarmente meritano di essere conosciuti, poichè se si avesse dovuto menzionare tutti gli apparecchi esposti, si avrebbe avuto una enumerazione voluminosa e poco utile, molti di essi non offrendo alcun che di nuovo sui sistemi conosciuti, nè come concetto fondamentale, nè nei particolari. L'A. classifica gli apparecchi da lui studiati in quattro categorie: grue, ponti scorrevoli, elevatori e apparecchi diversi di manutenzione.

Fra le grue troviamo quella di J. Le Blanc, di 30 tonnellate, denominata *Titan*, e già menzionata nella sesta dispensa, ma che qui viene descritta in tutti i suoi particolari.

Interessante è pure la grue Mocomble, la quale è destinata al sollevamento dei piccoli colli da 100 a 1000 kg. Questo servizio si faceva d'ordinario per lo passato a braccia d'uomini, e tutte le grue venivano costruite pel sollevamento dei grandi pesi, poichè non sembrava che vi fosse la convenienza di un impianto meccanico pel sollevamento dei colli leggeri. Eppure quando il loro numero è considerevole, diventa necessario di potere operare il più rapidamente ed economicamente possibile, ciò che a braccia d'uomini non è possibile.

La Casa Mocomble risolse il problema creando un apparecchio scorrevole sul suolo, leggero, con una larghezza minima di binario, cosicchè la nuova grue può circolare e agire nei corridoi stretti, girare su sè stessa ad angolo retto e sollevare i colli mettendoli in pile per tutta l'altezza del magazzino dove si trova, senza che per questo la grue venga ostacolata nel suo movimento dalle travi del soffitto. Ognuno vede quanto vantaggioso è un apparecchio di questa natura.

Nella seconda categoria sono tre ponti scorrevoli: di 25 tonnellate (Carl Flohr), di 30 tonnellate (Oerlikon) e di 20 tonnellate, a movimento elettrico, della Casa Ganz. In questa stessa categoria si trova pure il marciapiede girevole della Casa Mocomble, che fu una delle principali attrattive dell'Esposizione di Parigi. L'A. premette la storia di questi marciapiedi girevoli, si sofferma alquanto sopra gli ultimi più perfezionati, quali erano quelli che figuravano alle Esposizioni di Chicago (1893) e di Berlino (1896), poi venendo a descrivere l'apparecchio della Casa Mocomble, non si limita ad una semplice rassegna, ma ne dà una descrizione completa, sussidiata da alcuni elementi teorici. Certamente non è da aspettarsi un trattato della materia, non dobbiamo perdere di vista che tutta l'opera, di cui la dispensa in esame fa parte, è una rivista della Meccanica alla grande Mostra di Parigi, perciò l'esposizione che ne fa l'A., si mantiene nei limiti che comporta la pubblicazione, ma ciò nonostante è assai interessante e viene completata dal successivo capitolo, dedicato agli apparecchi elevatori. Primi fra questi, le ferrovie inclinate o scale mobili, che anche da noi hanno cominciato a introdursi nei grandi negozi (per es. i Fratelli Bocconi a Milano). Seguono le ferrovie aeree per trasporti di materiali, fra le quali interessantissima quella della Robins Conveying Belt Co., indi vari sistemi di elevatori e apparecchi di trasporto, con funi, cavi, catene, rotaie, ecc.

L'ultima categoria contiene quegli apparecchi che servono per operazioni diverse, come martinetti, binde, carrelli e simili.

Dispensa 10<sup>a</sup>. — *Les automobiles et les cycles*, di PAOLO SENCIER, pag. 52 con 72 figure.

L'Esposizione del 1900 in questa branca della Meccanica applicata fu una vera disillusione tanto per i fabbricatori di automobili, quanto per i compratori, e la disillusione fu anche più sensibile in quanto che le aspettative erano veramente straordinarie. Noi non vogliamo esporre qui le cause di un tale fenomeno, che l'A. segnala,

constatiamo solo con lui che l'Esposizione fu una vera catastrofe, e le conseguenze si sentono ancora a due anni di distanza. In presenza di un risultato simile, che cosa potrebbe essere una rassegna dell'automobilismo!? D'altra parte anche i pochi automobili esposti non presentavano, salvo alcune eccezioni, alcunchè di nuovo; appartenevano ai tipi già conosciuti. Gli stranieri mancavano completamente, i soli Tedeschi hanno esposto qualche novità, o per lo meno la loro Mostra offriva un certo interesse.

In generale il tipo predominante è stato quello delle piccole carrozzelle, di Dion-Bouton e di Darracq; qualche altra si è fatta innanzi ed ha saputo attirare l'attenzione del pubblico, specie quella di Guillardet, che l'A. descrive largamente, perchè fondata sopra una teoria particolare, che ha suscitata fra i tecnici una polemica interessante e non ancora decisa.

Fra i veicoli a vapore vi erano quelli per grandi trasporti, pure della Casa Dion-Bouton, già tanto conosciuta, e la Serpollet, che è anche notissima ed ha ottenuto un successo meritato.

Delle carrozze elettriche l'A. non descrive che due o tre tipi, ma, per verità, sono ancora ai loro primi passi.

Le biciclette non fecero grandi progressi, quindi poco vi si sofferma l'A.; due novità sole meritano di essere menzionate: la ruota libera e il cambiamento di velocità, non perchè abbiano grande vantaggio pratico, ciò che è molto discutibile, ma sono interessanti dal punto di vista meccanico. Le figure, che accompagnano il fascicolo, illustrano bene le descrizioni dell'A.

Dispensa 11<sup>a</sup>. — *Les moteurs hydrauliques*, di RATEAU, pag. 64 con 75 figure.

L'ingegnere Rateau è specialista nei motori idraulici, e noi abbiamo già avuto occasione di segnalare (1) altri suoi lavori dello stesso genere; il suo nome è quindi garanzia della buona redazione di questo fascicolo. E ne valeva la pena, perchè le turbine idrauliche che si trovavano all'Esposizione costituivano un complesso di motori interessanti e permettevano di fare dei confronti molto istruttivi. Non è d'uopo ch'io faccia rilevare l'importanza odierna di questi motori, che utilizzano la forza naturale dell'acqua, poichè dopo che si applicarono alla produzione dell'energia elettrica, sono diventati di un uso generale, e i costruttori vi hanno rivolta tutta la loro attenzione per ottenere da essi l'adattamento a tutte le condizioni particolari che s'incontrano nei vari casi e il maggior rendimento possibile. Ciò ha obbligato a dei perfezionamenti, cui non ci si pensava prima, o per lo meno non si attribuiva l'importanza che deriva dalle nuove condizioni, e cioè la produzione di potenze elevate e una regolarizzazione della velocità di rotazione la più perfetta possibile, non ostante le variazioni improvvise e notevoli di carico.

Queste circostanze offrono una misura per lo studio delle turbine esposte, che ha grandissimo interesse; e l'A. ha portato la sua attenzione in modo particolare sopra questo punto.

Egli classifica le turbine secondo, diremo così, la nazionalità, e ha dedicato dei capitoli speciali alle Case di ciascuno dei Paesi seguenti: Francia, Austria-Ungheria, Svezia e Norvegia, Svizzera e Stati Uniti d'America. Forse sarebbe stato più logico il classificare le varie turbine secondo la loro natura. Tuttavia, per riparare a tale inconveniente, egli premette all'esame particolareggiato delle macchine una rassegna delle generalità, esaminando ciò che di essenziale trovavasi all'Esposizione. Passa in rivista le turbine centripete e i loro vantaggi; il modo come i fabbricanti costruiscono le unità di grande potenza; le ruote del genere Pelton, e finalmente la regolarizzazione automatica delle turbine. Dall'esposizione dell'ingegnere Rateau rilevasi, che nell'insieme la Svizzera è la nazione che senza dubbio ha trionfato su tutte le altre.

L'industria delle turbine è d'origine europea, ma fu grandemente sviluppata dagli Americani, che hanno mostrato chiaramente i vantaggi delle turbine centripete e delle ruote Pelton. I costruttori europei però sono riusciti, studiando le condizioni di funzionamento dei motori idraulici, ad adattarle alle esigenze moderne le più svariate, e in questa via hanno superato gli stessi Americani.

Dispensa 12<sup>a</sup>. — *Appareils de sécurité*, di HENRI MAMY, pag. 78 con 170 figure.

Gli apparecchi di sicurezza rappresentati all'Esposizione erano in numero infinito, perchè non solo gli industriali e i meccanici ne hanno fatta esposizione, ma tutte le Società, sia pubbliche che private, aventi per iscopo la prevenzione degli infortuni sul lavoro. E' naturale però che queste Società, e quindi la maggior parte degli espositori, si siano limitati a presentare dei disegni e delle fotografie; così il solo Ufficio Imperiale delle Assicurazioni dell'Impero germanico offriva una collezione di 983 fotografie. Se quindi si avesse voluto dare una rassegna di tutti questi apparecchi così illustrati, sarebbero occorsi vari volumi. L'A. ha perciò saggiamente operato limitando la sua rassegna, salvo qualche rara eccezione, agli apparecchi di protezione, disposizioni di sicurezza e d'igiene, che si tro-

(1) V. *L'Ingegneria Civile*, 1901, pag. 302-303.

(1) *Bollettino della Società degli Ingegneri e degli Architetti italiani*, 1900, n. 44. (*Annali id. id.*, 1900, fasc. IV).

vavano alla Mostra nel loro stato naturale od anche rappresentati da modelli in azione od anche in riposo. Egli fa precedere la sua rassegna dalla enunciazione delle condizioni di sicurezza imposte dalla Amministrazione dell'Esposizione, poi classifica gli apparecchi nelle seguenti categorie:

Apparecchi o disposizioni applicate ai motori e alle trasmissioni; alle mole; agli apparecchi di sollevamento; usati nell'industria del legno, nell'industria tessile, e nell'industria agricola;

Disposizioni protettive contro le scaglie e contro le polveri.

Per ciascuna di queste categorie l'A. indica i pericoli che sono a temere, i requisiti che dovrebbero avere le disposizioni atte a difendere contro i medesimi, e gli apparecchi esposti che dovrebbero soddisfare ai requisiti medesimi. Fra essi alcuni sono complicati e poco corrispondenti allo scopo, altri invece sono molto ingegnosi.

Dispensa 13<sup>a</sup>. — *Les machines outils*, di G. RICHARD, pag. 283 con 780 figure.

È questo uno dei fascicoli più voluminosi e più interessanti della pubblicazione in esame, e il suo autore, l'ingegnere Richard, è forse l'uomo il più competente in Francia alla trattazione dell'argomento, non solo per la sua conoscenza profonda della materia, ma per l'esposizione e stile affascinante, che sono uno dei pregi principali dei suoi scritti.

Già per sé stesse le macchine per utensili costituiscono nella meccanica una delle parti le più importanti, perchè servono alla costruzione di tutte le altre e sono di assoluta necessità anche nella più piccola officina. Alla Esposizione del 1900 poi vi figuravano numerose, ben classificate e quasi tutte in azione, cosicchè riusciva facile il comprenderle e famigliarizzarsi coi loro congegni e l'apprezzarne l'utilità, e quel che più giova, per i meccanici e gli industriali e gli stessi operai meccanici, si potevano fare degli studi comparativi sopra luogo, alla stessa Esposizione, e con grande facilità.

Il numero delle macchine in mostra era straordinario, cosicchè una rassegna di tutte sarebbe impossibile; le macchine tedesche e americane, che nelle Esposizioni precedenti non figuravano affatto, in questa del 1900 dominavano le altre e si facevano distinguere per originalità e novità di disposizioni. In tanta abbondanza di macchine occorrerebbero dei volumi, se si volesse di ciascuna dare una descrizione particolareggiata, perciò l'ingegnere Richard si è limitato a descrivere quelle delle quali ha potuto avere delle notizie particolareggiate, precise e sicure, non quali si trovano nei cataloghi dei loro fabbricanti, e che offrivano delle novità, tanto da potere ritenere che non avevano fatto mostra di loro, alle Esposizioni precedenti.

Con questo criterio l'A. consacra un capitolo ai torni, un altro alle piallatrici, un terzo ai trapani e macchine per forare, in un quarto capitolo passa in rassegna le acecatrici, indi tratta delle mole, e nel sesto ed ultimo capitolo descrive le macchine da tagliare i denti alle ruote e simili. Non possiamo estenderci maggiormente in questo cenno per mancanza di spazio, diremo solo che dalla lettura del libro di Richard, illustrato di ben 780 figure, che sussidiano immensamente le descrizioni dell'A., rilevasi che la maggior parte delle macchine, alle quali l'A. ha riconosciuta la massima importanza, non sono francesi, il che è doloroso per la Francia, che ne vantava per lo passato il primato, o per lo meno non era obbligata nei bisogni propri di ricorrere all'estero.

Ciò è tanto più dispiacevole in quanto che a tale fatto non vi è una ragione plausibile; la Francia potrebbe fabbricare al pari di qualsiasi altra nazione. La superiorità degli Americani si conosceva già da molto tempo, e si spiegava considerando le condizioni del loro paese, così favorevoli allo sviluppo della meccanica; ma la Germania dal 1893 in poi ha fatto dei progressi enormi, e ciò è risultato con tutta evidenza all'Esposizione del 1900 non ostante l'assenza di alcune delle più importanti Case tedesche.

I progressi principali delle macchine utensili si aggirano nella loro potenza, precisione e rapidità di lavoro; si è ottenuto questo risultato specializzando il lavoro, poichè in tal modo si assicurò alle macchine un funzionamento quasi automatico nel maggior numero dei casi, il che è l'ideale da raggiungere.

Per avere un'idea della loro potenza, basta ricordare le macchine gigantesche di cui si fa uso nella fabbricazione dei cannoni, delle corazzate, dei motori dell'industria e della marina, la cui potenza raggiunge financo i 20 000 cavalli.

I progressi notevoli, realizzati nella precisione e rapidità del lavoro, dipendono in gran parte dalla necessità di fabbricare dei pezzi adattabili a varie macchine, e che per conseguenza si possono sostituire, quando occorre, per guasti o difetti, con pezzi simili senz'altro.

Dispensa 14<sup>a</sup>. — *Les machines frigorifiques*, di G. RICHARD, pagine 40 con 63 figure.

Il signor Richard tratta in questo fascicolo delle macchine frigorifiche e di quelle per la liquefazione dell'aria, con quella chiarezza e vivacità di stile che gli sono caratteristiche e di cui abbiamo già detto.

All'Esposizione del 1889 fu egli che diede una rassegna delle stesse macchine, e perciò più di chicchessia è in grado di fare un paragone. Dalla descrizione delle varie macchine si rileva subito che la Mostra del 1900 per quelle frigorifiche è rimasta al disotto della Esposizione del 1889, sia come importanza, sia come novità; infatti le macchine esposte sono quasi tutte la riproduzione di tipi molto noti, sicchè possiamo dire che la situazione generale è la medesima come nel 1889; predominano le macchine ad ammoniacca a compressore su quelle ad acido carbonico, colle quali si contendono il campo. I tipi ad assorbimento sono quasi abbandonati; così pure le macchine a espansione d'aria. Non è qui il luogo di esporre le ragioni, diremo solo che esse devono ricercarsi nelle proprietà fisiche dell'ammoniaca.

L'acido carbonico permette di costruire delle macchine frigorifiche meno voluminose di quelle ad ammoniacca, e di raggiungere delle temperature più basse, le quali però raramente vengono richieste nell'industria. A questi si limitano i vantaggi che esse offrono.

Le macchine per la liquefazione dell'aria esposte alla Mostra del 1900 offrivano grande interesse, e l'A. passa in rassegna quelle di Linde, di Tripler, di Hampson, d'Ostergren e Burger e di Dewar; indi accenna alle applicazioni dell'aria liquida, e termina colla fabbricazione dell'ossigeno, dove l'aria liquida trova una delle più interessanti applicazioni.

Dispensa 15<sup>a</sup>. — *Les régulateurs*, di LECORNU. — *Les machines marines*, di G. RICHARD, fascicolo di 47 pagine con 65 figure.

L'Esposizione del 1900 non presentava in fatto di regolatori alcuna novità rimarchevole; i regolatori a forza centrifuga sono sempre i più comuni, e l'A. passa in rassegna i principali esposti, classificandoli in due categorie, secondo che sono muniti di molle o no.

Anche le macchine marine non facevano bella mostra di sé alla Esposizione; ma da questo fatto non si deve inferirne che dall'ultima Mostra (1889) non si siano fatti dei progressi in questa branca della meccanica, al contrario, anzi, essi sono notevolissimi; ma l'esposizione di macchine così colossali non è cosa facile; aggiungasi poi che le macchine marine più importanti appartengono alle navi da guerra, e che perciò le nazioni non hanno interesse a farne una esposizione. Tuttavia l'A., facendo anche appello alla scienza propria ed alle varie pubblicazioni, ci fa una rassegna dei progressi principali che le macchine marine hanno fatto dal 1889 in poi, e i quali più particolarmente concernono l'economia del combustibile, la sicurezza e regolarità del funzionamento, e in certi casi l'energia dei tipi di macchine. Sicchè la rassegna di Richard, non ostante la sua brevità, riesce interessante.

Questa dispensa è l'ultima di quelle pubblicate a tutt'oggi; ci riserbiamo di dare un cenno analogo delle altre dispense, che mancano a terminare l'opera e che sono d'imminente pubblicazione.

Teramo.

Ing. GAETANO CRUGNOLA.

II.

**L'Électricité à l'Exposition de 1900**, pubblicata col concorso e sotto la direzione tecnica di E. HOSPITALIER e J. A. MONTPELLIER, in collaborazione con un'elezione d'ingegneri e industriali elettricisti. — Opera in due volumi di circa 600 pagine ciascuno. — Disp. 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup>. — Vve Ch. Dunod, editore, Parigi, 1902. — Prezzo dell'intera pubblicazione, di circa 15 dispense, L. 50.

Dall'ultima nostra rassegna (1) di quest'opera importante, altre quattro dispense hanno veduto la luce, e con queste ci avviciniamo al termine, poichè, secondo le previsioni, non mancherebbero più che tre dispense ad ultimare l'opera; esse potranno pubblicarsi entro il corrente anno. Passiamo ora brevemente in rivista le nuove dispense uscite, limitandoci a pochi cenni, allo scopo unico di indicare il contenuto delle medesime, lasciando che i lettori, a cui l'opera o le singole dispense interessano, ricorrano alla fonte originale.

Dispensa 9<sup>a</sup>. — *Transformation de l'énergie électrique*. — I. *Transformateurs instantanés ou immédiats*, di E. HOSPITALIER. — II. *Transformateurs différés ou accumulateurs*, di A. BAINVILLE, pag. 93, con 119 figure.

I titoli dicono chiaramente quale sia il contenuto della dispensa, e giustamente si è fatta la distinzione fra trasformatori istantanei e a differimento, poichè corrispondono al modo come viene utilizzata l'energia elettrica, cioè subito, o conservata per essere usfruita in seguito; anzi, per vero dire, i primi solamente meritano il nome di trasformatori: gli altri non sono che degli accumulatori.

I trasformatori istantanei modificano, come è noto, l'energia elettrica fornita da un generatore; ora questa è caratterizzata dalla forma della corrente, dalla forza elettromotrice e dalla intensità; queste due ultime costituiscono la potenza elettrica. Secondo che l'apparecchio di trasformazione modifica i soli elementi accennati, od anche la forma della corrente, prende il nome di *trasformatore omomorfo* od *eteromorfo*. L'A. classifica gli apparecchi esposti alla Mostra del 1900, e di cui ci dà la rassegna, in queste due categorie, e ne

(1) V. *L'Ingegneria civile*, 1901, pag. 304.

aggiunge una terza per quelle disposizioni che non hanno ancora assunto uno sviluppo tale da permettere di venire classificate, e le denomina *trasformatori diversi*. Così classificati, l'A. fa una rapida rassegna degli apparecchi esposti, descrivendone i particolari più interessanti, facendo risaltare i difetti ed i pregi di ciascuno di essi; le numerose figure intercalate nel testo facilitano la spiegazione, e riescono di grande aiuto per ben comprendere l'importanza dei vari apparecchi. L'Esposizione può ritenersi riuscita, poichè vi sono diverse novità, le quali hanno già ottenuto un'applicazione nell'industria.

La seconda parte, destinata agli accumulatori, poco ci offre, poichè l'Esposizione del 1900 non ha rivelato alcunchè di particolarmente nuovo in questa branca speciale dell'industria elettrica, la quale sembra essersi arrestata alla scoperta di G. Planté. Faure ha bensì introdotto una modificazione che sembrava un progresso, ma ormai anch'essa è stata, si può dire, abbandonata. Tuttavia ciò non esclude che gli accumulatori vadano generalizzandosi, nonostante i loro difetti, il che mostra che corrispondono a un bisogno reale, e si dovrà per l'avvenire concentrare sopra di essi gli studi, poichè dovranno offrire una delle soluzioni più importanti del problema. Già trovano un impiego larghissimo nelle stazioni d'illuminazione e di trazione, nella telegrafia e telefonia, e finalmente anche per dare il fuoco ai motori a esplosione, e simili.

L'A. passa in rassegna gli apparecchi esposti, classificandoli come lo vengono d'ordinario, per non introdurre delle innovazioni, che ancora non sarebbero opportune: I. Accumulatori al piombo a formazione autogena Planté; II. A ossidi rapportati Faure; III. Accumulatori al piombo le cui lastre positive appartengono alla prima categoria e le negative alla seconda; IV. Accumulatori al piombo le cui lastre a ossidi rapportati possono subire posteriormente la formazione Planté; e finalmente: V. Accumulatori diversi, le cui lastre non contengono solamente del piombo. In ciascuna di queste categorie poi gli apparecchi vengono tenuti distinti secondo che sono fissi o mobili.

Sarebbe stato conveniente che ciascuno degli Autori, alla fine della propria rassegna, avesse dato uno sguardo retrospettivo e riassuntivo, rilevando l'importanza dell'Esposizione dal loro punto di vista.

Dispensa 10<sup>a</sup>. — *Compteurs électriques*, di J. A. MONTELLIER e ALIAMET, pag. 60, con 86 figure.

I contatori esposti vengono classificati in tre categorie: contatori del tempo; contatori del gas e contatori della quantità di elettricità e dell'energia elettrica; questi ultimi possono essere a integrazione (del prodotto U. I.) continua o discontinua.

Nella prima categoria Aubert, di Losanna, ha fatto un'esposizione di numerosi apparecchi, tutti importanti; esposero pure Richard, la Società dei contatori Aron di Charlottenburg, Siemens e Halske di Berlino, e Hartmann e Braun di Francoforte.

Nella seconda categoria non vi è che il contatore O' Keenan, costruito dalla *Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usine à gas*.

Nella terza categoria invece troviamo la mostra più ricca; ed è naturale, poichè i contatori di energia elettrica oggidì sono i più numerosi. Essi misurano il prodotto della potenza dell'energia elettrica pel tempo, o meglio, danno l'integrale del prodotto del tempo per la potenza, e siccome questa viene misurata da un wattometro, così i contatori di questa categoria sono dei wattometri integratori. Siccome l'integrazione può farsi in vari modi, così anche gli apparecchi possono classificarsi in tre distinte divisioni: contatori motori, contatori oscillanti e contatori a integrazione discontinua. Gli A. passano in rassegna gli apparecchi esposti, ripartendoli in queste tre divisioni.

Della prima abbiamo i contatori di Thomson, della Società Luxsche Industriewerke, Vulcain, Peloux, Schuckert e Perdisat, i quali tutti si fondano sul principio del wattometro elettrodinamico. Un'altra serie di apparecchi si fonda sul principio dei campi girevoli del nostro Ferraris, e sono esclusivamente destinati alle correnti alternative: sono dei contatori motori a integrazione continua, nei quali la massa metallica viene trascinata da un campo girevole, o, con più esattezza, dalla risultante di due campi alternativi offrenti una differenza di fase. Questi due campi inducono delle correnti di Foucault nella massa metallica e la coppia motrice è dovuta alla reazione dei due sistemi di campi, induttore e indotto.

Tali contatori diventano quindi dei veri motori d'induzione o motori asincroni; vi erano esposti i contatori Raab, Batault, Hartmann e Braun, O. T. Bläthy, Ferraris, Helios e Hummel.

Della seconda divisione non vi erano che i contatori Aron e quello dell'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft; ma i primi erano numerosi, poichè ve n'erano per distribuzione a due e cinque fili, per correnti trifasi; per correnti alternate di alta tensione, e per caricamento e scaricamento degli accumulatori; gli Autori ne fanno una minuscola e interessante descrizione.

Nell'ultima divisione abbiamo i contatori Brillié, Siemens e Halske, e Holden.

Nei contatori speciali gli Autori hanno compresi quelli a pagamento anticipato di Thomson e di Vulcain, quelli a tariffa doppia di Thomson,

di Aron e di Schuckert; e finalmente quelli a tariffa variabile, di cui uno solo era stato esposto dai signori Brown e Routin.

Dispensa 11<sup>a</sup>. — *Électrochimie et électrometallurgie*, di ANDRÉ BROCHET, pag. 139, con 152 figure.

Qui ci troviamo di fronte a una branca tutta speciale dell'Esposizione, inquantochè la rassegna non può limitarsi o, diciamo meglio, riferirsi agli oggetti esposti, come nelle altre classi della Mostra, poichè tali oggetti sono i prodotti chimici, che poco su, poco giù, si equivalgono tutti non solo, ma sono conosciuti; invece ciò che dovrebbe costituire la vera Mostra, è ciò che ordinariamente non vi si trova e che non può essere esposto, vale a dire il procedimento, gli apparecchi coi quali si è ottenuto il prodotto in mostra, poichè essi costituiscono dei progressi e delle novità più o meno vantaggiose per le industrie. L'A. infatti ha portato tutte le sue ricerche in questo campo, per cui il suo libro non solo è assai interessante, ma necessario, poichè senza di esso, dalla sola visita dell'Esposizione, o da una enumerazione pura e semplice dei prodotti in mostra, non si potrebbe fare un concetto di ciò che sono state l'elettrochimica e l'elettrometallurgia alla grande Esposizione del 1900.

Noi non possiamo seguire l'A. nella sua rassegna in un semplice cenno bibliografico, per cui rimandiamo i lettori che s'interessano della materia, al libro del signor Brochet, che è completo; constateremo solo come impressione personale avuta dalla lettura, che l'elettrochimica offriva all'Esposizione del 1900 delle novità; anzi, facendo astrazione delle deposizioni elettrochimiche e della galvanoplastica, conosciute già da un mezzo secolo, si può dire che l'elettrochimica in quell'occasione ha fatto la sua apparizione ufficiale nel gran mondo industriale. Forse per alcune specialità, dopo quanto già era noto, era permesso concepire delle speranze più grandi, quali l'industria degli alcali e del cloro; ma per una prima mostra vi era da essere soddisfatti; ammirevoli gli oggetti ottenuti col procedimento Elmore; importante la fabbricazione dell'alluminio; il procedimento dell'alluminio termico si è volgarizzato grazie all'Esposizione, alla quale si è pure avuto campo di apprezzare l'importanza della fabbricazione dei clorati. La nazione che più si è distinta è la Francia; e gli Stati Uniti, dai quali si aspettavano grandi cose, rimasero ben al disotto d'ogni aspettativa.

Detto ciò, veniamo al libro in esame; l'A. ha fatto precedere il suo lavoro da alcune generalità sull'installazione delle varie parti dove erano esposti gli oggetti, sul materiale di elettrochimica e sugli elettrodi. Poi ha consacrato all'elettrochimica i capitoli seguenti: Elettrolisi delle soluzioni destinate alla preparazione dei metalloidi; elettrolisi dei cloruri alcalini; elettrolisi delle soluzioni per la preparazione degli acidi, basi, sali, ecc.; all'elettrometallurgia due capitoli: elettrolisi per via umida e per fusione ignea. Chiude con un capitolo sull'ozono, dove accenna gli apparecchi di laboratori e industriali, per la preparazione del medesimo.

Dispensa 12<sup>a</sup>. — *Éclairage électrique*, di A. BAINVILLE, pag. 66, con 54 figure.

In questa branca la Mostra del 1900 ha offerto una ricca esposizione e non poche novità, la maggior parte delle quali hanno già avuto la sanzione dell'esperienza. L'A. fa una rassegna completa degli oggetti esposti, e descrive minutamente tutti quelli che offrono delle particolarità nuove o poco conosciute, per cui il suo libro riesce assai interessante e utile; le molte figure aiutano a ben comprendere le descrizioni. Noi non possiamo nemmeno accennare a tutto ciò che era esposto: ne verrebbe una enumerazione lunga, incomprensibile e senza utilità; diremo solo che dalla lettura ci è sembrato di scorgere che le lampade ad arco e quelle a incandescenza si fanno fra loro una certa concorrenza. In origine quelle erano destinate all'illuminazione dei grandi spazi od anche di vaste sale, magazzini e simili; queste, per la facilità con cui si prestano alla divisione della luce, vengono adoperate per l'illuminazione degli appartamenti, botteghe, laboratori, ecc.; insomma, là dove la sorgente luminosa non ha bisogno di avere che una intensità limitata. All'Esposizione invece vi erano alcuni tipi di lampade ad arco che si adattano benissimo a soppiantare quelle a incandescenza; ma d'altra parte anche di queste figuravano dei tipi capaci di produrre economicamente delle sorgenti luminose paragonabili all'arco. Infatti fra le prime sono le lampade in recipiente chiuso; fra le seconde le lampade Nernst e Auer.

Rimarchevoli erano pure alcuni tipi di lampade ad arco, che invece di produrre l'illuminazione per irradiazione diretta, la producono per diffusione, e questo mediante alcune modificazioni di poca entità. Si ottiene in generale con delle lampade ad arco rovesciate, delle quali vari tipi erano in mostra, e vengono descritti dall'A.

L'A. nella sua rassegna non si limita alle lampade ad arco e ad incandescenza, ma dedica un capitolo speciale a tutti quegli oggetti e apparecchi che sono necessari per un impianto elettrico, quali interruttori, rompi-circuito, prese di corrente, canalizzazioni, ecc.; e descrive sommariamente i più interessanti e quelli che presentano qualche novità.

Teramo.

Ing. GAETANO CRUGNOLA.

Fig. 1. — Elevazione verso il corso Massimo D'Azeglio — 1:200.

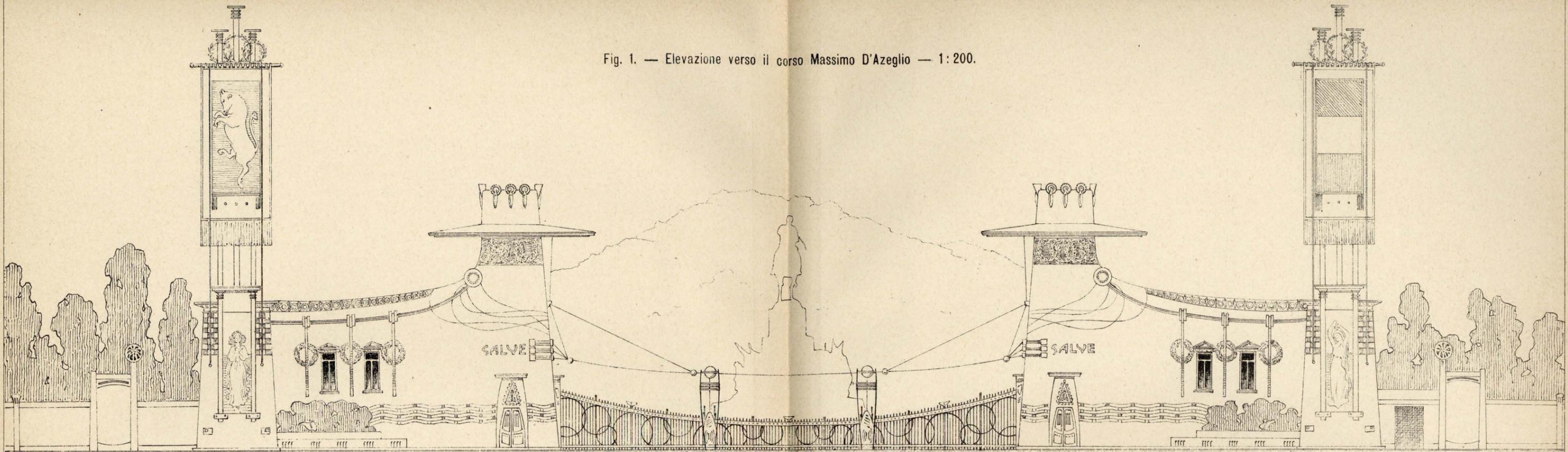
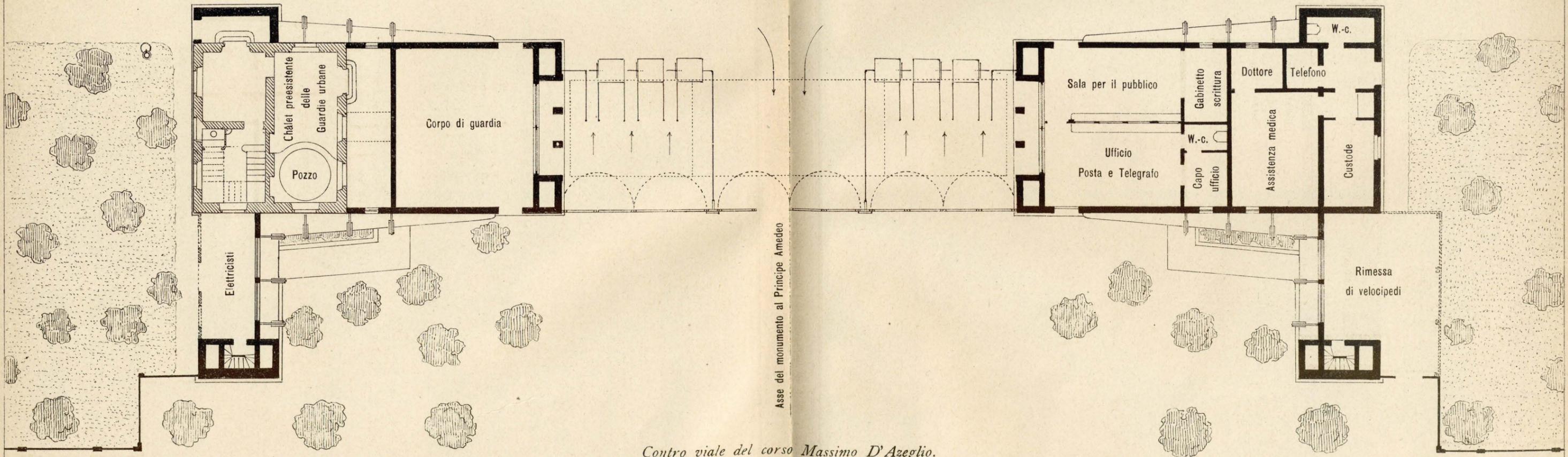


Fig. 2. — Planimetria — 1:200.



Contro viale del corso Massimo D'Azeglio.



Fig. 2. — Veduta prospettica del fianco a nord-ovest e scorcio della facciata principale.

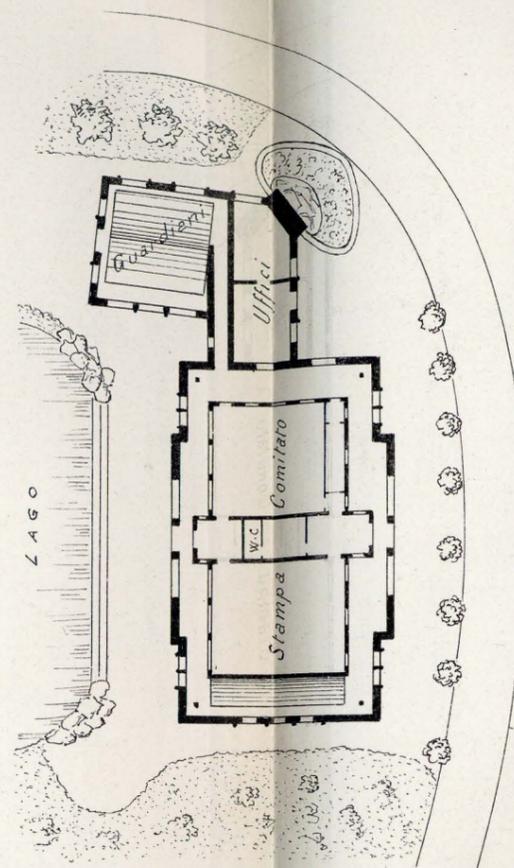


Fig. 1. — Schizzo planimetrico dell'edificio.  
Scala di 1:500.



Fig. 3. — Angolo sud della sala del Comitato, facciata del locale ad uso ufficio e prospetto della fontana.

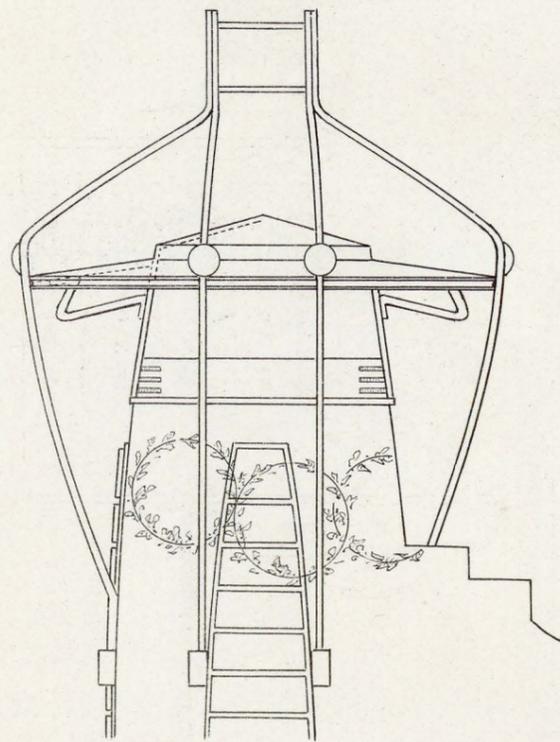
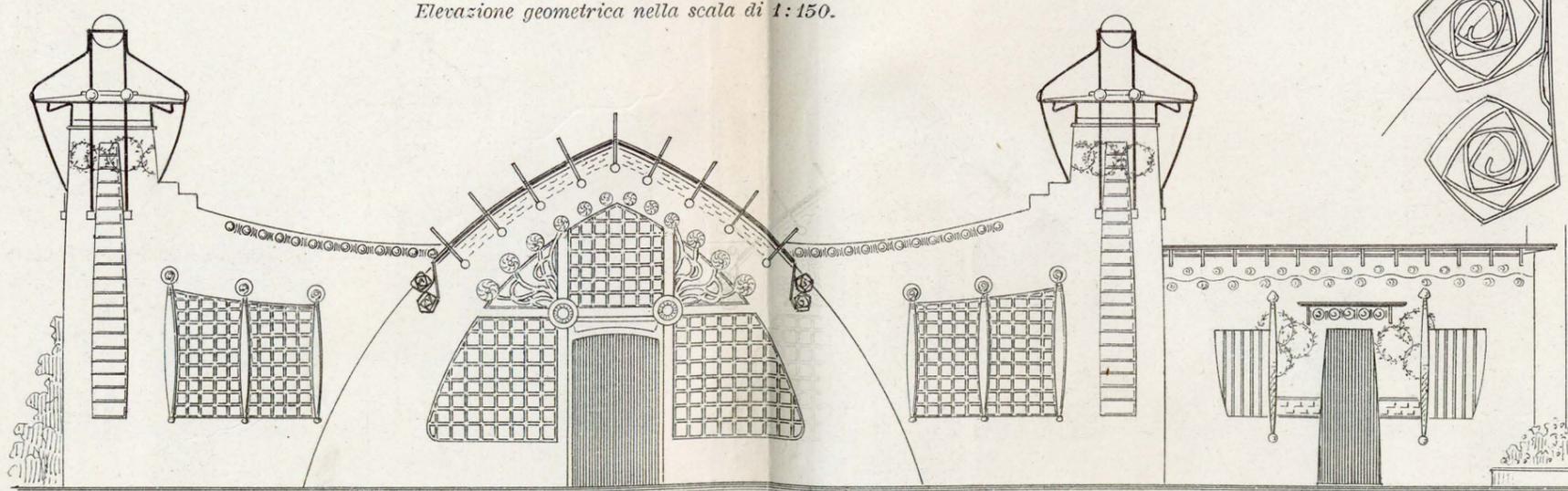


Fig. 5. — Decorazione di coronamento agli angoli - 1:50.



Elevazione geometrica nella scala di 1:150.

Fig. 4. — Facciata principale verso la Piazza del Monumento ad Amedeo di Savoia.

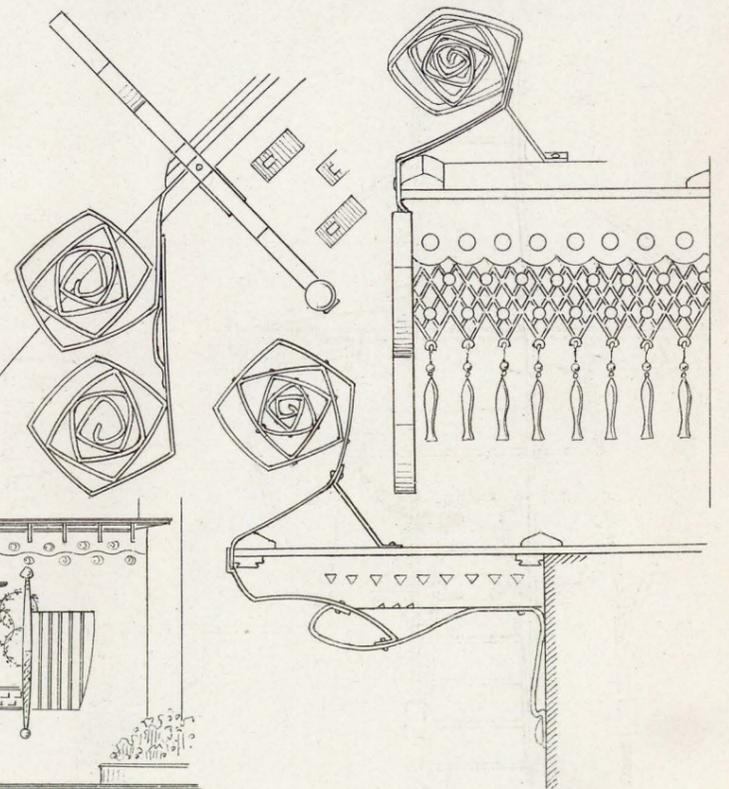


Fig. 6. — Decorazioni metalliche del tetto - 1:25.