
UN NUOVO SISTEMA
DI
DISTRIBUZIONE ELETTRICA DELL'ENERGIA
MEDIANTE
CORRENTI ALTERNATIVE

(Pubblicato in collaborazione coll'ing. Riccardo Arnò nel 1896.)

I.

SCOPO DEL SISTEMA.

La distribuzione elettrica dell'energia mediante correnti alternative si può effettuare per mezzo di sistemi monofasi o di sistemi polifasi. Si ricorre ai sistemi monofasi, i quali richiedono semplicemente l'uso di due conduttori, quando l'energia trasmessa deve essere utilizzata principalmente per l'illuminazione; si ricorre invece ai sistemi polifasi, bifasi o trifasi, quantunque questi richiedano l'impiego di almeno tre conduttori, allorquando occorre trasformare la maggior parte dell'energia elettrica in energia meccanica. Infatti i motori elettrici a campo magnetico rotante, che vengono allora adoperati, non solo presentano, per la maggior parte delle applicazioni, tutti i vantaggi dei motori a corrente continua, ma sono anche preferibili a questi per la grande semplicità della costruzione e per l'assoluta sicurezza del funzionamento.

Nel caso intermedio nel quale la quantità di energia distribuita alle lampade e quella distribuita ai motori hanno approssimativamente uguale importanza, entrambi i sistemi presentano inconvenienti. Nel primo infatti, nel monofase, hanno grande importanza le difficoltà che offrono nell'avviamento non solo i motori sincroni, ma anche gli asincroni; nel secondo sistema,

nel polifase, è un grave difetto quello di complicare inutilmente anche la parte dell'impianto destinata alla sola illuminazione.

Il sistema che noi qui descriviamo¹ risolve il problema della distribuzione appunto in questo caso intermedio. Esso inoltre offre un modo pratico per alimentare motori elettrici mediante correnti ricavate da una rete monofase già esistente ed inizialmente destinata alla sola illuminazione.

Nel nuovo sistema la distribuzione generale è fatta per mezzo di una semplice corrente alternativa, che provvede senza altro alla illuminazione; ma nelle regioni ove si debbono azionare motori elettrici si ricavano da questa semplice corrente altre correnti alternative, le quali hanno la voluta tensione e sono convenientemente spostate di fase, in guisa da costituire in tali regioni altrettanti sistemi di distribuzione polifasi.

II.

TRASFORMATORE A SPOSTAMENTO DI FASE.

Il nuovo sistema di distribuzione riposa sull'impiego di *trasformatori a spostamento di fase*. Noi diamo questo nome ad apparecchi, i quali con una data corrente primaria producono una corrente secondaria, la quale, mentre ha il voltaggio e la intensità voluta, presenta una conveniente differenza di fase rispetto a quella che si avrebbe da un trasformatore ordinario. Tali trasformatori a spostamento di fase hanno, come quelli ordinari, spirali primarie e spirali secondarie fisse, ma hanno inoltre una parte intermedia rotante, il cui movimento è mantenuto come quello dell'armatura di un motore asincrono monofase. Possiamo spiegare il principio del loro funzionamento incominciando a considerare ciò che avviene in un motore a campo magnetico rotante, per esempio in un motore bifase.

Si abbia (fig. 1) un motore bifase costituito da due spirali AA' e BB' incrociate ad angolo retto e da un'armatura K chiusa su se stessa. Se si mandano in AA' ed in BB' due correnti alternative aventi l'una rispetto all'altra una differenza

¹ Questo sistema è protetto da brevetti di privativa nelle principali nazioni.

di fase di 90° , l'armatura K prende a girare nel medesimo verso in cui avviene la rotazione del campo magnetico risultante dalla sovrapposizione dei due campi magnetici alternativi prodotti dalle due correnti. Viceversa, noi abbiamo dimostrato che se, mentre passa una corrente alternativa in una delle spirali, per esempio nella AA' , si fa rotare l'armatura K , si producono nelle due spirali AA' e BB' due forze elettromotrici alternative tra le quali esiste una differenza di fase di un quarto di periodo, e per conseguenza, se le resistenze ohmiche delle due spirali sono piccole, si ha una differenza di fase approssimativamente uguale a 90° anche fra le tensioni alle estremità di AA' e BB' . Proporzionando il numero delle spire nella spirale BB' con quello delle spire nella AA' , si può fare che le due forze elettromotrici stiano fra di loro in quel rapporto che si desidera.

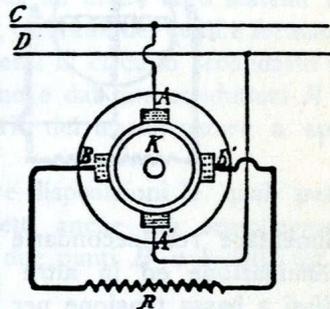


Fig. 1.

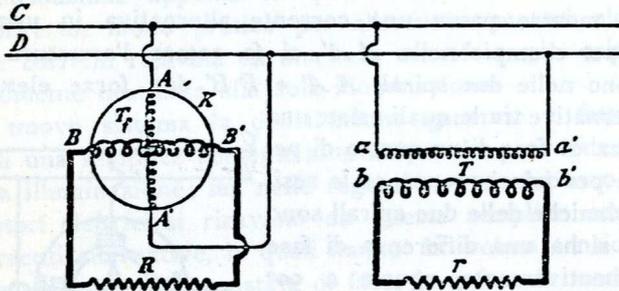
Per tal modo l'apparecchio rappresenta un vero trasformatore del quale la spirale AA' è la primaria e la spirale BB' la secondaria. Tale trasformatore può avere, come un trasformatore ordinario, quel rapporto di trasformazione che si vuole, ma differisce da un trasformatore ordinario per questo, che le fasi della forza elettromotrice, del voltaggio e della corrente nella spirale secondaria differiscono di un quarto di periodo da quelle che si avrebbero, a parità delle altre condizioni, nella spirale secondaria del trasformatore ordinario. Per mantenere nell'armatura la necessaria rotazione non occorre alcun apparecchio accessorio: impressa, infatti, inizialmente una conveniente velocità, questa è mantenuta per effetto della stessa corrente alternativa esistente nella spirale AA' , come negli ordinari motori asincroni monofasi.

Nei casi ordinari il trasformatore a spostamento di fase sarà inserito nei circuiti come un trasformatore ordinario, cioè la spirale primaria AA' sarà inserita fra i conduttori primari CD ad alta tensione, mentre la spirale secondaria BB' è inserita in un circuito secondario R a bassa tensione.

Combinando (fig. 2) il circuito secondario R di un trasformatore a spostamento di fase Tf con quello r di un trasfor-

matore ordinario T , si costituisce, ove occorra, un sistema bifase a bassa tensione.

E per tal modo una medesima rete primaria a semplice corrente alternativa ad alta tensione può in alcune regioni



ig. 2.

alimentare reti secondarie monofasi a bassa tensione per la illuminazione ed in altre regioni alimentare reti secondarie bifasi a bassa tensione per la distribuzione dell'energia a motori elettrici.

III.

ALIMENTAZIONE DI SISTEMI BIFASI.

Siano C e D (fig. 3) i due conduttori primari di una ordinaria rete a corrente alternativa ad alta tensione; T, T, \dots tra-

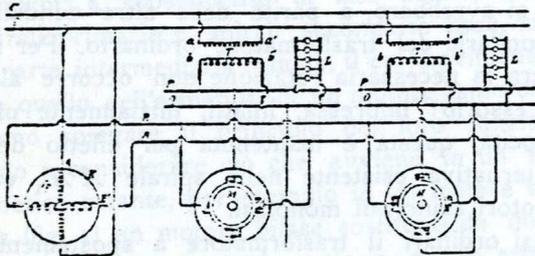


Fig. 3.

sformatori ordinari a corrente alternativa; $P, e Q, P e Q, \dots$ i conduttori secondari destinati alla distribuzione della corrente alternativa a bassa tensione generata in T, T, \dots ; e Tf un trasformatore a spostamento di fase, la spirale primaria AA'

del quale è inserita fra i medesimi conduttori C e D ad alta tensione, fra cui sono inserite le spirali primarie aa' , aa' , dei trasformatori ordinari. Se allora si fanno partire due fili R ed S dalle estremità B e B' della spirale secondaria BB' del trasformatore a spostamento di fase Tf , questo serve a produrre ed i due fili servono a portare una corrente a bassa tensione spostata di fase nelle varie zone ove occorre provvedere, oltre che all'alimentazione di lampade L , anche al funzionamento di motori M . Si costituiscono per tal modo tanti sistemi bifasi a bassa tensione ed a quattro fili, ciascuno dei quali è formato dai due conduttori P e Q appartenenti al circuito secondario di un trasformatore ordinario qualunque e dai due conduttori R ed S appartenenti al circuito secondario del trasformatore a spostamento di fase.

È però possibile immaginare disposizioni le quali permettano di ottenere i medesimi effetti anche più semplicemente; ciò collegando l'uno coll'altro i due punti B' e b della fig. 2 e

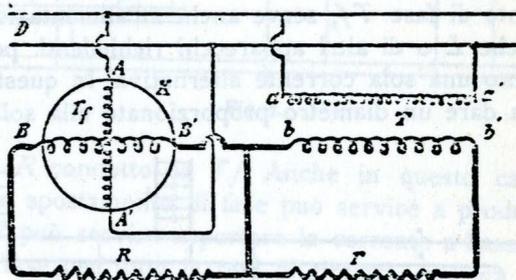


Fig. 4.

riunendo in un solo i due fili che partono dai medesimi, come è indicato nella fig. 4.

Tali disposizioni costituiscono un sistema a tre fili con due forze elettromotrici alternative spostate di fase di 90° , il quale differisce dall'ordinario sistema a tre fili a corrente alternativa soltanto in ciò che le due forze elettromotrici alternative, anziché essere generate nelle spirali secondarie di due trasformatori ordinari, vengono invece rispettivamente generate nelle spirali secondarie BB e bb' di un trasformatore a spostamento di fase Tf e di un trasformatore ordinario T , inseriti con le loro spirali primarie AA' e aa' fra i conduttori C e D ad alta tensione.

La fig. 5 rappresenta il caso in cui il trasformatore ordinario T ed il trasformatore a spostamento di fase Tf sono della medesima potenza e servono, per mezzo dei tre fili P , Q

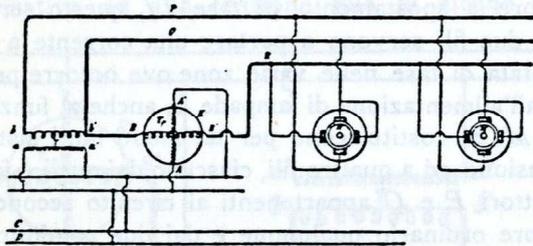


Fig. 5.

ed R , all'alimentazione di motori elettrici M o di altri apparecchi richiedenti, per il loro funzionamento, due correnti spostate di fase di 90° . La fig. 6 rappresenta invece il caso in cui il trasformatore T , di potenza superiore a quella del trasformatore a spostamento di fase Tf , serve anche all'alimentazione di lampade elettriche L o di altri apparecchi richiedenti per il loro funzionamento una sola corrente alternativa. In questo caso al filo R basta dare un diametro proporzionato alla sola corrente

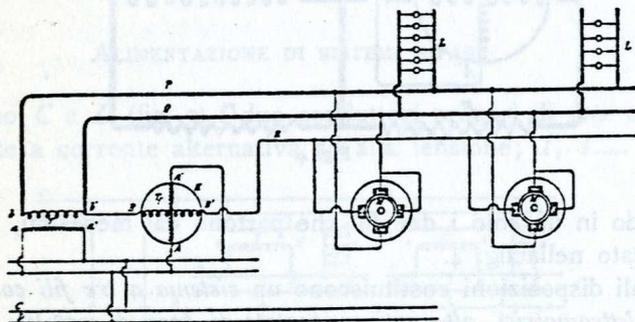


Fig. 6

necessaria per i motori. E se, pur conducendo un solo filo dal trasformatore a spostamento di fase, si vuole ancora che questo serva a produrre e quello a portare la corrente a bassa tensione spostata di fase alle varie stazioni di trasformatori ordinari, situate nella zona da alimentare col sistema bifase, ciò si può ottenere collegando fra di loro, per mezzo di altrettanti

tratti S (fig. 7) di filo avente una sezione uguale a quella del conduttore R , tutti i conduttori P , oppure, come nel caso della figura, tutti i conduttori Q , appartenenti ai singoli circuiti secondari dei vari trasformatori ordinari T , distribuiti nella zona da alimentare col sistema bifase.

Per tal modo i medesimi effetti ottenuti con la disposizione indicata nella figura 3, in cui partono due fili dal trasformatore a spostamento di fase Tf , si possono ancora ottenere mediante

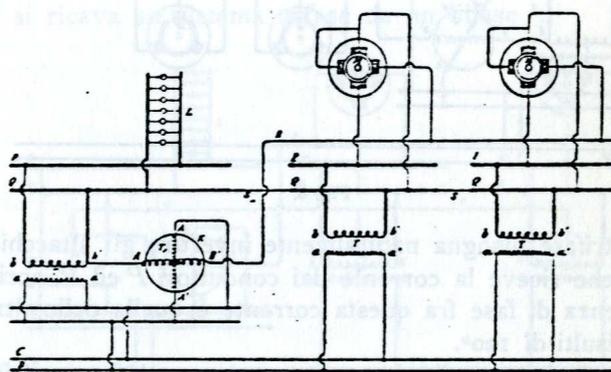


Fig. 7.

un solo filo R condotto da Tf . Anche in questo caso il trasformatore a spostamento di fase può servire a produrre, ed il terzo filo R può servire a portare la corrente a bassa tensione spostata di fase per tutta la rete di circuiti, così da avere, in qualsiasi parte della rete stessa, un sistema bifase a bassa tensione ed a tre fili, costituito da due conduttori appartenenti al circuito secondario di un trasformatore ordinario qualunque e dal conduttore R appartenente al secondario del trasformatore a spostamento di fase.

IV.

ALIMENTAZIONE DI SISTEMI TRIFASI.

Se nella disposizione a tre fili precedentemente descritta si impiega un trasformatore a spostamento di fase, nel quale lo spostamento di fase sia non più di 90 gradi, ma di 120°, risulta

un sistema trifase (fig. 8). In tal caso, infatti, la risultante delle forze elettromotrici nelle spirali secondarie bb' e BB' dei trasformatori T e Tf è uguale alle componenti e spostata di 60° rispetto a ciascuna di esse. Nell'inserzione dei motori in questo

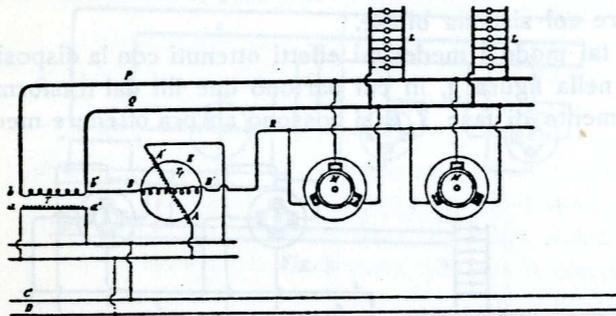


Fig. 8.

sistema trifase bisogna naturalmente invertire gli attacchi della spirale, che riceve la corrente dai conduttori P ed R , acciocchè la differenza di fase fra questa corrente e quella delle altre due spirali risulti di 120° .

Se poi invece di ricavare un sistema bifase o trifase a bassa tensione da un sistema monofase ad alta tensione, ricorrendo al descritto sistema a tre fili con due forze elettromotrici spostate di fase di 90° o di 120° , si vuole in generale ottenere

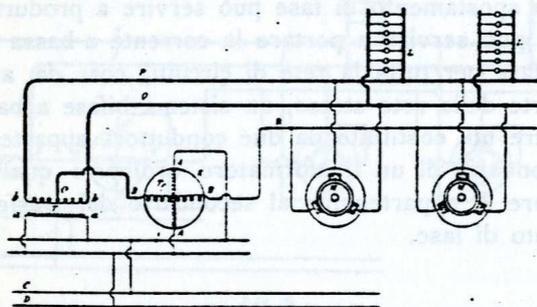


Fig. 9.

un sistema polifase a bassa tensione, non si ha che a generalizzare il metodo esposto ricorrendo ad un sistema a più fili con varie forze elettromotrici convenientemente spostate di fase l'una rispetto all'altra.

Finalmente si può sempre ricavare un sistema trifase (fig. 9) mediante i medesimi trasformatori Tf e T , che nella

già descritta disposizione della figura 6 servivano ad ottenere un sistema bifase. A quest'uopo basta: 1° proporzionare i due trasformatori in modo che la forza elettromotrice nella spirale secondaria BB' di Tf sia uguale a quella nella spirale secondaria bb' di T moltiplicata per $\frac{\sqrt{3}}{2}$; 2° collegare l'estremità B di BB' col punto neutro O di bb' . In tal modo i circuiti secondari risultano collegati come nel sistema di Scott, col quale si ricava un sistema trifase da un bifase ¹.

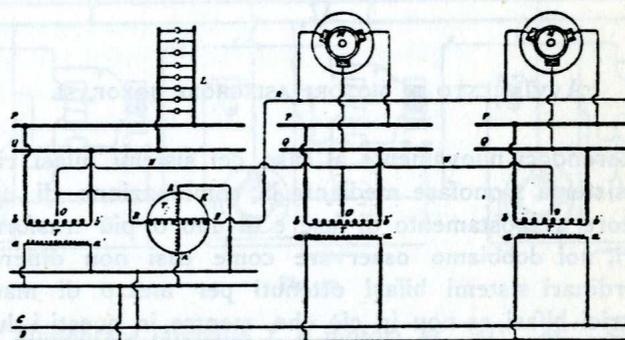


Fig. 10.

Se (fig. 10) si collegano fra di loro, per mezzo di un conduttore NN , che non ha bisogno di essere isolato dalla terra, tutti i punti neutri O delle spirali secondarie dei trasformatori ordinari T , distribuiti nelle varie zone da alimentare con sistemi trifasi, ciascuno di questi sistemi risulta costituito dal filo R , che parte dal trasformatore a spostamento di fase, e dai due fili P e Q , costituenti il circuito secondario di un trasformatore ordinario qualunque.

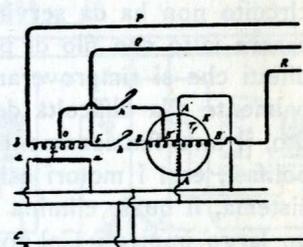


Fig. 11.

Si possono anche riunire in un solo i due sistemi rappresentati nelle figure 6 e 9. A quest'uopo basta (fig. 11) proporzionare i due trasformatori in modo che la forza elettromotrice di BB' sia uguale a quella di bb' , prendere su BB' un punto B'' tale che la forza elettromotrice in $B'B''$ sia uguale alla forza elettromotrice in bb' multi-

¹ Polyphase transmission. — *The Electrical World*; 24 marzo 1894, p. 393

plicata per $\frac{\sqrt{3}}{2}$ e collegare i due trasformatori coll'intermediario di due interruttori h e h' . Se si chiude h , si ha in PQR un sistema bifase; se si chiude h' , si ha un sistema trifase. È questa una disposizione che può tornare utile nelle fabbriche o in generale nei laboratori ove occorra sperimentare ora su apparecchi bifasi ed ora su trifasi.

V.

AVVIAMENTO DI MOTORI ASINCRONI MONOFASI.

Riferendoci nuovamente al caso dei sistemi bifasi ricavati da un sistema monofase mediante la combinazione di un trasformatore a spostamento di fase e di uno o più trasformatori ordinari, noi dobbiamo osservare come essi non differiscano dagli ordinari sistemi bifasi ottenuti per mezzo di macchine generatrici bifasi, se non in ciò che, mentre in questi i due circuiti servono simultaneamente per l'alimentazione di lampade e per il funzionamento di motori, quelli sono invece costituiti da due circuiti, dei quali l'uno è destinato tanto all'illuminazione, quanto alla distribuzione elettrica dell'energia meccanica, e l'altro è destinato esclusivamente a quest'ultima.

Se poi i motori sono del tipo asincrono monofase, il secondo circuito non ha da servire ad altro che all'avviamento e può essere fatto con filo di piccola sezione. E siccome i principali difetti che si rimproverano a tali motori si riferiscono principalmente alla difficoltà dell'avviamento, mentre, a regime stabilito, il loro funzionamento è poco diverso da quello dei motori polifasi, così i motori asincroni monofasi potranno col nostro sistema, il quale elimina le difficoltà dell'avviamento, ricevere un largo impiego. Col nostro sistema infatti l'avviamento è ottenuto esattamente come pei motori polifasi, e si può effettuare in un tempo brevissimo e sotto carico.

Un solo trasformatore a spostamento di fase può servire all'avviamento di numerosi motori asincroni monofasi, anche quando alcuni di questi si trovino a grande distanza. In questo caso si presenta il problema di fare sì che il trasformatore a spostamento di fase non abbia a produrre ed il suo circuito

secondario non abbia a trasmettere una corrente di intensità superiore a quella necessaria per l'avviamento del più grande dei motori. Questo problema si può risolvere nei due modi seguenti:

Primo modo. — Piano *P* e *Q* (fig. 12 e 13) due conduttori appartenenti ad un'ordinaria rete a corrente alternativa e desti-

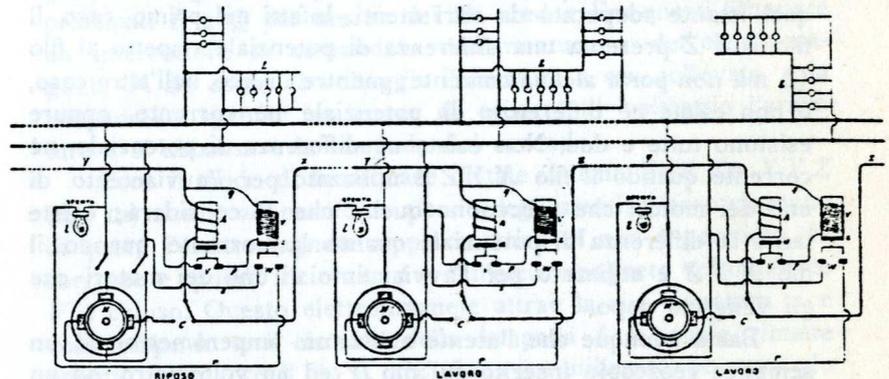


Fig. 12.

nati ad alimentare lampade *L* e motori *M*, *M*', *M*'' sincroni od asincroni monofasi, e sia *X Y Z* un terzo conduttore destinato a portare la corrente spostata di fase necessaria per l'avviamento dei motori.

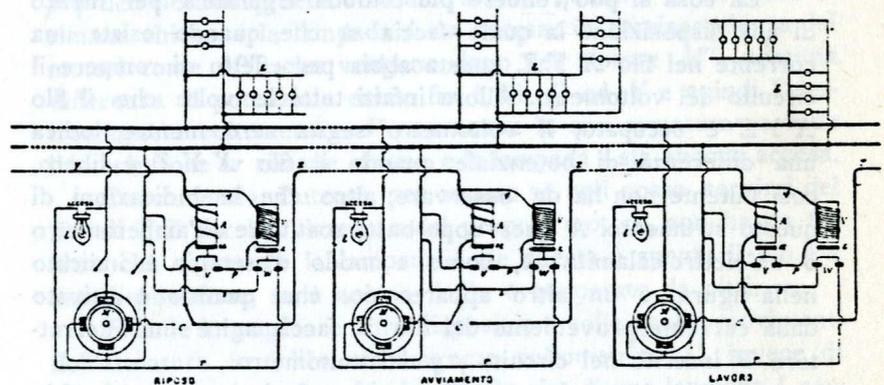


Fig. 13.

Presso ciascun utente è collocato un commutatore a due vie *C* il quale serve a mettere il tratto *Y* del filo *X Y Z*, proveniente dal trasformatore a spostamento di fase, in comunicazione o col motore che si vuole avviare o col tratto *Z* che va

agli utenti successivi; per modo che un utente non possa avviare il proprio motore senza interrompere la comunicazione dei motori successivi col trasformatore a spostamento di fase. Per tal modo un utente qualunque può in ogni istante riconoscere se nell'istante medesimo egli può servirsi del filo $X Y Z$ per l'avviamento del proprio motore, oppure se tale filo è in quell'istante adoperato da altri utenti. Infatti nel primo caso il filo $X Y Z$ presenta una differenza di potenziale rispetto al filo Q , ma non porta alcuna corrente; mentre invece, nell'altro caso, o non esiste nè differenza di potenziale nè corrente, oppure esistono tutte e due. Non esiste nè differenza di potenziale nè corrente quando il filo $X Y Z$ è utilizzato per l'avviamento di uno dei motori che precedono quello che si considera; esiste tanto la differenza di potenziale quanto la corrente quando il filo $X Y Z$ è utilizzato per l'avviamento di uno dei motori che gli vengono dopo.

Basta adunque che l'utente abbia un amperometro od un semplice reoscopio inserito sul filo Y ed un voltmetro od un semplice voltscopio applicato fra i fili Y e Q . Egli può servirsi del filo $X Y Z$ quando il voltmetro indica l'esistenza di una differenza di potenziale, mentre l'amperometro segna zero; non può invece servirsi di esso quando o il voltmetro segna zero oppure l'amperometro dimostra l'esistenza di una corrente.

La cosa si può rendere più comoda e pratica per mezzo di una disposizione la quale faccia sì che, quando esiste una corrente nel filo $X Y Z$, questa abbia per effetto di rompere il circuito del voltmetro. Allora infatti tutte le volte che il filo $X Y Z$ è occupato, il voltmetro segna zero, mentre indica una differenza di potenziale quando il filo $X Y Z$ è libero, così l'utente non ha da osservare altro che le indicazioni di questo strumento. A quest'uopo basta sostituire all'amperometro o un'elettro-calamita A , come a modo d'esempio è indicato nella figura, o un altro apparecchio, che, quando è attivato dalla corrente proveniente dal filo Y , faccia agire un interruttore V inserito nel circuito $p q$ del voltmetro.

Al voltmetro si può utilmente sostituire un apparecchio qualunque inserito in derivazione tra i fili Q ed Y , il quale, direttamente o indirettamente, indichi con un segno visibile o altrimenti sensibile l'esistenza del voltaggio. Un tale apparecchio può, per esempio, essere costituito da un'elettro-calamita V , nel qual caso il segno visibile od altrimenti sensibile si po-

trebbe ottenere dai movimenti della sua armatura. E fra i segni visibili che si possono ottenere in questo modo, uno molto conveniente consiste nell'accendimento o nello spegnimento di una lampada elettrica.

Un modo di ottenere questo effetto è indicato nelle figure 12 e 13. La lampada elettrica l è inserita fra i conduttori principali P e Q per mezzo dei fili r ed s . Fra questi fili esiste un interruttore w comandato dall'armatura z dell'elettromagnete V . Se esiste il voltaggio l'armatura z sta sollevata e la lampada l è spenta; se cessa di esistere il voltaggio l'armatura z si abbassa e la lampada l si accende.

Ecco il modo di funzionare di tale sistema. Se il filo XYZ (fig. 12) non è adoperato da alcuno degli utenti, presso ciascuno di questi l'elettromagnete amperometrico A non è percorso da corrente e quindi il circuito $p q$ dell'elettromagnete voltometrico V è chiuso. Questo elettromagnete attrae la sua armatura z e così rompe in w il circuito della lampada l , la quale rimane spenta. Se invece il filo XYZ (fig. 13) è utilizzato, per esempio per l'avviamento del motore M'' , allora la lampada l sta accesa presso tutti gli utenti. Infatti, in corrispondenza dei motori come M' , collocati fra il trasformatore a spostamento di fase ed il motore M'' , l'elettromagnete A si trova percorso da una corrente, attrae la sua armatura u , l'interruttore v rompe il circuito $p q$ dell'elettromagnete voltometrico V : quindi l'interruttore w rimane chiuso e la lampada l sta accesa; in corrispondenza dei motori come M''' , che vengono dopo del motore M'' , nessuna differenza di potenziale esiste fra i fili Q ed Y e quindi l'elettromagnete voltometrico V non attrae la sua armatura z ; onde l'interruttore w rimane chiuso e la lampada l sta ancora accesa.

Concludendo, l'utente, per sapere se egli possa servirsi del filo XYZ per l'avviamento del proprio motore, non ha da far altro che osservare la lampada l . Se questa è spenta il filo è a sua disposizione, se è accesa il filo è adoperato da altri.

È facile immaginare altre disposizioni colle quali i movimenti dell'armatura w dell'elettromagnete voltometrico V , invece di servire ad aprire od a chiudere il circuito di una lampada l , servano invece a far funzionare un organo meccanico, il quale permetta od impedisca di agire sul commutatore C .

Secondo modo. — Si utilizza il fatto che nella spirale secondaria del trasformatore a spostamento di fase, quando questo genera una corrente, si produce una caduta di potenziale, la

quale va aumentando col crescere dell'intensità della corrente generata. Per cui, non appena il circuito secondario del trasformatore a spostamento di fase viene utilizzato per l'avviamento di uno o di più motori, tosto si produce su tutto il circuito una diminuzione della differenza di potenziale, tanto più notevole quanto più grande è il numero e la potenza dei motori che si stanno mettendo in marcia. Onde in tal caso l'apparecchio segnalatore può essere ridotto ad un semplice voltmetro o voltoscopio od elettromagnete voltometrico agente sul circuito di una lampada o produttore comunque un segno visibile od altrimenti sensibile.

Questo secondo modo di operare, mentre è semplicissimo, ha ancora il vantaggio di far sì che si possano avviare nel medesimo istante molti motori di piccola potenza, alla sola condizione che la corrente totale spostata di fase a ciò necessaria non superi quella per cui è costruito il trasformatore a spostamento di fase. E ciò è appunto quanto conviene nella pratica, poichè all'avviamento di motori di grande potenza non si deve provvedere che poche volte al giorno ed a determinate ore, e non è quindi assolutamente un inconveniente il dover attendere alcuni istanti per effettuare l'avviamento medesimo se un altro motore sta ponendosi in marcia; mentre l'avviamento dei motori di piccola potenza, che può aversi ad effettuare molte volte al giorno, può invece compiersi contemporaneamente per molti di essi, e quindi sempre, od almeno quasi sempre senza alcun indugio.

VI.

APPLICAZIONE ALLA TRAZIONE ELETTRICA.

Il sistema di trasmissione e di distribuzione elettrica dell'energia, di cui abbiamo detto, può ancora ricevere una importante applicazione nel caso della trazione elettrica per mezzo di semplice corrente alternativa monofase. I motori *M* (fig. 14), del tipo asincrono monofase, saranno allora azionati, nel loro periodo normale di funzionamento, dalla corrente a bassa tensione generata da vari trasformatori ordinari *T* inseriti sui conduttori primari *C D* ad alta tensione; e si provvederà all'avviamento

dei motori stessi mediante un'altra corrente a bassa tensione generata da un trasformatore a spostamento di fase Tf inserito sui medesimi conduttori $C D$ ad alta tensione. Risulta allora evidente come dei tre conduttori P, Q, R necessari alla tra-

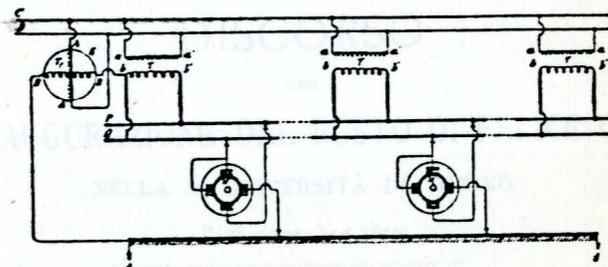


Fig. 14.

missione delle due correnti in questione, quello R destinato a portare esclusivamente la corrente spostata di fase per l'avviamento dei motori, possa molto opportunamente essere rappresentato da un conduttore nudo immerso nel suolo in comunicazione con le rotaie tt , od anche da queste ultime esclusivamente.

che si di amorevole maestro o compagno, una di queste feste, cioè ad un tempo ci sono balsamo all'anima e ci stupiamo dagli occhi le lagrime. Allora Felice. Ciò sorgeva fra noi meno di fuoco, e rapito da quell'entusiasmo, che ne signoreggiò tutta la vita, per quale di fronte alle opere dell'ingegno ogli altri sentimenti cedeva in lui il posto all'ammirazione, esclamava: "Ovviamente, o Signori, i nostri scienziati. Moltiplichiamo le città di queste nostre parti. Da esse parla un muto, che accende i nostri petti dell'amore del vero, del buono, del bello, e di tutto questo la grande e felice civiltà".

Non obbidiamo oggi, ah! troppo presto, a questa sua esortazione. Anche di lui non ci resta che una effigie, per noi...

Il 13 novembre 1870 si inaugurò nell'Università il busto a Giovanni Felice, e il Chiò si levò, commosso fino alle lagrime, in ardite discorse. I due busti, quello del Piana e quello del Chiò, furono collocati a lato uno dell'altro. Sotto questi busti si legge la seguente epigrafe:

FELICE CHIÒ
 INGENGERE
 ACCADEMICO DI SCIENZE LETTERE E BELLE LETTERE
 PROFESSORE NELLA UNIVERSITÀ DI TORINO
 DEPUTATO TRE VOLTE ALLE
 CAMERE DEI DEPUTATI
 MEMBRO DELLA SOCIETÀ REALE DI SCIENZE TORINESE
 MORÌ IL 21 MARZO 1871

DISCORSO

PER

L'INAUGURAZIONE DEL BUSTO DI FELICE CHIÒ

NELLA R. UNIVERSITÀ DI TORINO

il 28 novembre 1872.

Or son due anni, il 15 novembre del 1870, in questo luogo s'adunava, come ora, una schiera di eletti cittadini, per celebrare una di queste feste, che per noi sono ad un tempo un dovere verso chi coll'eletto ingegno e colla virtù illustrò col nostro Ateneo il nostro paese, ed un bisogno del cuore verso chi ci fu amorevole maestro o compagno, una di queste feste, che ad un tempo ci sono balsamo all'anima e ci strappano dagli occhi le lagrime¹. Allora FELICE CHIÒ sorgeva fra noi pieno di fuoco, e rapito da quell'entusiasmo, che ne signoreggiò tutta la vita, pel quale di fronte alle opere dell'ingegno ogni altro sentimento cedeva in lui il posto all'ammirazione, esclamava: " Onoriamo, o Signori, i nostri scienziati. Moltiplichiamo le effigie di queste nostre glorie. Da esse parla un nume, che accende i nostri petti dell'amore del vero, del buono, del bello, e di tutto quanto fa grande e felice un popolo libero e civile „.

Noi ubbidiamo oggi, ah! troppo presto, a questa sua esortazione. Anche di Lui non ci resta che una effigie², per cer-

¹ Il 15 novembre 1870 si inaugurò nell'Università il busto a GIOVANNI PLANA, ed il Chiò vi lesse, commosso fino alle lagrime, un erudito discorso.

² I due busti, quello del Plana e quello del Chiò, furono collocati a lato uno dell'altro. Sotto questo ultimo si legge la seguente epigrafe:

FELICE CHIÒ

DA CRESCENTINO

INSEGNÒ FISICA MATEMATICA ED ANALISI SUPERIORE

SAGACE E PROFONDO NELLA SCIENZA DEL CALCOLO

PERFEZIONÒ ASTRUSE TEORIE

DEPUTATO SEI VOLTE ELETTO

TENNE FEDE ALLA LIBERTÀ IN TEMPI DIFFICILI

MORÌ DI 58 ANNI A' 28 DI MAGGIO DEL 1871

carvi un conforto restituendovi la vita colla immaginazione, per mostrarla con orgoglio qual saggio dei figli che la nostra Università seppe educare e dei sommi che in essa bandirono la scienza, perchè accenda dell'amore del vero i nostri petti e ricordi agli studiosi un modello di virtù da tenersi scolpito nel cuore e da imitarsi.

Delineare il quadro di quelle virtù preziose e rare, ma che difficilmente si appalesano a chi non potè con lunga dimestichezza vederle in atto, e che per loro natura raramente si traducono in fatti pubblici rimarchevoli, mostrare come quelle virtù, guida unica della modesta e tranquilla vita del dotto, tutta ne informassero l'ardua carriera, è l'incarico che mi si affida. Se indegno di tanto onore, se del tutto inetto all'assunto, io seppi deliberarmi ad accettarlo, Signori, non attribuite ciò unicamente a leggerezza. — Io che provai nella scuola il fascino della sua parola piena di ardore e di austera dolcezza, io che lo ascoltai più che come maestro come un padre amoroso, non mai sazio di largirmi i più preziosi consigli, io potei sperare, che questa nobile adunanza, perdonando l'audacia, non avrebbe negato alla mia ammirazione, alla mia riconoscenza questa soddisfazione.

I.

Felice Chiò nacque il 29 aprile 1813 in Crescentino¹. Giovanissimo egli dovette sentire di non dovere sperar nulla che da se stesso. Privato, ancor fanciullo, del padre e della madre, ei dovette supplire a questa guida benefica con un senno singolarmente precoce; gracile per natura, egli dovette supplire collo stimolo incessante di uno spirito vivace alla forza fisica di un organismo, che non poteva mantenersi atto alla fatica se non a costo di un reggime esemplare. Ma egli sapeva fortemente volere, e gli studi giovanili furono per lui una serie di trionfi². Nel 1835 egli li coronò conseguendo in questa Università la laurea in filosofia positiva.

Tre anni dopo, giovane di 25 anni, era chiamato a professare le matematiche nell'Accademia militare, ove gli studi

¹ Piccola città del Piemonte posta al confluente della Dora Baltea nel Po.

² Fece gli studi secondari in Vercelli, riportandovi costantemente i primi premi.

erano diretti dall'illustre Giovanni Plana ¹. L'aver avuto a maestro questo sommo matematico, l'aver imparato da lui coi principii della scienza il modo di studiarla, l'aver potuto, già fin sedendo ai banchi della scuola, dare a diderere a tanto maestro di possedere con una rara attitudine alla scienza la virtù necessaria per coltivarla, onde averlo per guida nei primi passi della sua carriera, fu pel Chiò ventura invidiabile, ma fu la sola. Nel resto egli deve tutto a sè, ed i brillanti risultati de' suoi studi, e gli onori e le cariche ottenute solo in seguito a lunghe prove e ad ardui esami, e la gloria stessa di unire il suo nome ad importanti trovati scientifici contrastatagli in mille modi nel proprio paese.

Vittorioso in un difficile esame, il Chiò veniva nel 1839 aggregato al collegio di filosofia, che comprendeva allora la facoltà matematica ². Cominciò da quel giorno il periodo più attivo della sua vita. Egli è in quel tempo, che non impedito nè dalle lezioni dell'Accademia militare, nè dal dovere spesso supplire al Plana in quell'Accademia ed all'Avogadro nell'Università, concepì ed ordinò nella sua mente lavori destinati a riscuotere il plauso di uno dei più illustri consessi scientifici. Quando nel 1854 lo si innalzava al grado di professore ordinario di fisica-matematica, egli erasi reso già altamente benemerito dell'Università con quindici anni di lavoro indefesso, e della scienza colla pubblicazione delle più importanti delle opere che dovevano illustrarlo.

Nel 1865 gli venne affidato l'insegnamento dell'analisi e della geometria superiore, ed a questo, che per qualche tempo alternò con quello della fisica-matematica, poté infine dedicarsi esclusivamente. Era gran ventura per lui, era desiderio da gran tempo nutrito ³. Poter consacrare tutta la sua attività a diffondere la scienza sua prediletta, alla quale si riferivano pressochè tutti i suoi lavori, e quel ch'è più, aver agio a completare, non più distratto, in un colle sue opere il lustro del suo nome, doveva essere per lui il più ambito premio delle lunghe fatiche. Ristorata la mente dalle affettuose cure di una consorte degna

¹ Tenne quest'ufficio per ben 25 anni.

² Nel concorso di aggregazione il Chiò sostenne tesi osservabili, specialmente per contenere la teoria elettro-dinamica di Ampère.

³ Felice Chiò mostrò sempre predilezione per l'analisi pura. Questa tendenza marcatissima verso la parte astratta della scienza si faceva spesso notare anche dagli allievi.

di lui ¹ e di una famiglia esemplare, nè più conturbato il cuore dalle vicende del paese oramai libero ed uno, alle sorti del quale non egli avrebbe saputo serbarsi indifferente, il suo lavoro sarebbe riuscito dolce, continuo, fecondo. Ma un tanto bene non era riserbato a lui. Ei non doveva gustare a lungo questa pace laboriosa, oggetto delle aspirazioni di quanti consacrano la vita al culto della scienza. Una morte prematura ² doveva troncargli nel suo apogeo una bella carriera dovuta tutta a tali doti di mente e di cuore che vogliono essere ben comprese e ricordate.

E queste doti noi dobbiamo sforzarci a dipingerci nella mente rimirandole nell'autore, nel professore, nel cittadino.

II.

Chi conobbe il professore Chiò sa come egli amasse rivolgere spesso la sua attenzione sopra qualche punto speciale di tale o di tal'altra teoria, e fissarvela a lungo con impegno, con ostinazione, e come egli sapesse dal soggetto, in apparenza, il più limitato ed il più arido trarre con arte mirabile argomenti per discussioni estese, belle e piene di interesse. La stessa tendenza e la stessa arte ne caratterizzano le opere. Come in tutte le altre lingue, così nell'algebra lo stile è l'uomo.

Nei suoi scritti il Chiò non s'avventura, per lo più, in campi inesplorati, ma riandando le opere dei più grandi geometri, scortato da un ingegno sottile e profondo e da una perseveranza a tutta prova, sa penetrare sin nel fondo delle più astruse teorie; con quella facoltà, privilegio di pochi, per cui si sente il vero prima di saperlo dimostrare, scopre in quelle teorie i punti che han duopo di discussioni, di sviluppi, di correzioni. E quivi s'arresta, matura il soggetto, se lo fa suo. Nello scritto elaborato, che conterrà il risultato di questi studi, l'ordine inappuntabile e la dicitura chiara e precisa veleranno l'estrema complicazione dei raziocinii condotti mirabilmente fra una selva di proposizioni secondarie e di lunghe discussioni: nè del punto donde l'autore è partito e dell'ordine con cui quelle teorie sono andate formandosi nella sua mente trapelerà più di quel tanto

¹ La nobildonna Camilla Rodini.

² Mori di 58 anni per violenta artrite.

che basta per mostrare quanta sagacia e quanta tenacità di proposito quel lavoro abbia costato. Chi leggerà quello scritto difficilmente saprà sentenziare quale delle due cose vi sia più ammirabile: o la perspicacia che intravide cose sfuggite già ai sommi o la potenza della mente che seppe abbracciare sotto un solo punto di vista tanta copia di idee, ed ordinarla ad un unico intento.

Egli non abbandona mai un soggetto prima di averlo approfondito appieno, e chiarito in modo da soddisfare le esigenze degli ingegni più incontentabili. Non sazio mai di precisione, egli ha posto a sua guida la sentenza che aveva improntato già le opere del principe dei matematici tedeschi, del Gauss: *Pauca sed matura*.

Perciò i suoi lavori non sono nè numerosissimi nè voluminosi, ma ve n'ha fra essi di quelli, nei quali si riconosce, al solo leggerli, il frutto di una meditazione paziente e protratta per una lunga serie di anni. I lavori che io debbo nominarvi pei primi sono tra questi.

Nel 1768 Lagrange aveva pubblicato una formula onde svolgere in serie una delle radici di un'equazione qualunque od una funzione qualunque della medesima¹. Fra tutte le formule, che servono al medesimo scopo, è questa la più conosciuta e la più importante: basti dire, che essa serve di base a molte delle teorie che sono esposte nella meccanica celeste del Laplace.

Ma per ben usare di questa formula, e per trarne tutti i servigi ch'essa poteva prestare, erano necessarie due cose: possedere una regola onde riconoscere in ogni caso se la serie fosse convergente, senza del che essa non avrebbe rappresentato cosa alcuna, e saper distinguere fra tutte le radici, che l'equazione può avere, quella che sola era rappresentata dalla serie.

Della convergenza si era occupato Lagrange stesso dapprima, che pubblicando la serie l'aveva accompagnata con una regola per determinarne il modulo², poi il Cauchy, che, rivolta su quell'argomento la sua analisi onnipossente, scortato dai nuovi principii che il suo genio aveva poc'anzi svelato, era arrivato

¹ *Nouvelle méthode pour résoudre les équations littérales par le moyen des séries*. (Mémoires de l'Académie Royale des sciences et belles lettres. Classe de philosophie expérimentale.) — Berlin, 1768, pag. 251.

² Memoria citata, § IV, pag. 314.

a risultati semplici ad un tempo e decisivi¹. Del carattere distintivo della radice data dalla serie, Lagrange s'era occupato in una nota del suo libro sulla risoluzione delle equazioni numeriche², ove prendendo a considerare unicamente il caso di equazioni algebriche intere, egli fu condotto ad affermare che la radice, il cui valore è dato dalla sua serie, è fra tutte quelle reali, che ammette l'equazione, la più piccola in valore assoluto.

A questo punto era la teoria della serie di Lagrange quando il Chiò prese a studiarla. Dal dì che essa aveva vista la luce era allora trascorso più di mezzo secolo; i Lexell, gli Arbogast, i Laplace, i Jacobi, i Cauchy, i matematici più eminenti avevano fissato su quella la loro attenzione, e nessuno mai aveva osato porre in dubbio le proposizioni dell'immortale geometra di Torino. Lo osò Felice Chiò. Una lunga meditazione lo aveva indotto a sospettare che il teorema sulla minima radice non fosse sempre vero, e che inesatto fosse il teorema Lagrangiano sulla convergenza; esempi trovati quasi divinando ne lo avevano convinto, ed il fecondo principio che fa dipendere la convergenza delle serie unicamente dalla continuità delle funzioni, delle quali esse sono lo sviluppo, del quale pochi anni prima il Cauchy aveva arricchito l'analisi, gli permise di appoggiare le sue idee sopra prove inconfutabili.

Queste idee e queste prove furono presentate alla nostra Accademia delle scienze; e questa le respinse³.

Nella vita del dotto, che oggi onoriamo, non è questo, o Signori, il solo triste episodio, a cui l'accennare sia per noi più che una dura necessità un sentito dovere. L'immagine di Felice Chiò non mai ci apparisce sì maestosa come quando noi la miriamo fra lotte ostinate, fra inciampi d'ogni maniera battere im-

¹ *Considérations nouvelles sur la théorie des suites et sur les lois de leur convergence* (Exercices d'analyse et de physique mathématique; tome I, p. 271).

Mémoire sur divers points d'analyse (Mémoires de l'Académie des sciences; tome VIII).

Résumé d'un mémoire sur la mécanique céleste et sur un nouveau calcul appelé calcul des limites (Exercices d'analyse et de physique mathématique; tome II, pag. 41). Le stesse proposizioni figuravano in una memoria letta dal Cauchy all'Accademia di Torino l'11 ottobre 1831.

² *Traité de la résolution des équations numériques*. (Nota XI, pag. 227 dell'edizione del 1802).

³ Il Chiò presentava la sua prima memoria sulla serie di Lagrange all'Accademia delle scienze di Torino il 15 giugno 1842, e le faceva seguire parecchie note. Udita la relazione d'una Commissione (Giulio Menabrea, relatore) l'Accademia pronunziava il suo giudizio nel 2 luglio 1843.

perturbata la diritta via, a cui è fine la verità e sponda la fede nel trionfo di essa.

Rifuso il suo lavoro, egli ne fece l'oggetto di due estese memorie, e queste, col titolo di *Récherches sur la série de Lagrange*, inviò l'una dopo l'altra all'Accademia delle scienze di Parigi. Approvate, esse comparvero poco dopo nel *Récueil des savants étrangers*¹. Le relazioni della commissione a ciò eletta dall'Accademia, dietro le quali quel dottissimo consesso giudicava i lavori del Chiò degni di quel raro onore, se non valsero a troncar tosto le disgustose polemiche che quelle idee ardite avevano sollevato nel nostro paese², furono per lui adeguato compenso alle lunghe fatiche ed ai dolorosi contrasti. « La perspicacia di cui egli aveva dato prova trattando con successo questioni importanti e delicate » vi era riconosciuta e dichiarata degna di nota da uno de' più grandi degli analisti che mai abbiano illustrato la Francia, da Agostino Cauchy³.

¹ Le ricerche del Chiò furono presentate all'Accademia di Parigi nelle adunanze 16 settembre 1844, 8 giugno 1846 e 14 giugno 1847; furono approvate in quelle del 7 settembre 1846 e del 1° marzo 1852 sopra relazioni di due commissari, Giacomo Filippo Maria Binet ed Agostino Cauchy, relatore.

Le due memorie furono stampate nel volume XII (anno 1854) della raccolta intitolata: *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences*, ecc., pag. 340 e pag. 423.

² Avendo il Chiò annunziato la prima deliberazione dell'Accademia di Parigi al Congresso degli scienziati italiani allora adunato in Genova, il relatore dell'Accademia torinese volle insistere nell'opposizione ristampando nell'*Antologia Italiana* di Torino (1847) la sua *relazione*, con alcune aggiunte, e presentando all'Accademia di Torino due memorie sullo stesso argomento, che furono stampate nei volumi VIII e X (2ª serie) delle memorie accademiche. Alla relazione ristampata nell'*Antologia*, il Chiò rispose nel *Messaggiere Torinese* (20 marzo 1847).

³ La prima relazione presentata all'Accademia il 7 settembre 1846 (*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*; tome XXIII, pag. 490), finisce con queste parole: « Ce que nous avons dit suffit pour montrer tout l'intérêt qui s'attache aux recherches de M. Félix Chiò sur la série de Lagrange. La sagacité dont l'auteur a fait preuve en traitant avec succès des questions importantes et délicates, mérite d'être remarquée. Nous pensons que son Mémoire est très-digne d'être approuvé par l'Académie, et inséré dans le *Recueil des savants étrangers* ».

La seconda relazione, presentata all'Accademia il 1° marzo 1852, (*Comptes rendus*, ecc.; tome XXXIV, pag. 304), finisce con queste parole: « En résumé, les commissaires sont d'avis que le Mémoire soumis à leur examen fournit de nouvelles preuves de la sagacité avec laquelle M. Félix Chiò sait traiter des questions importantes et délicates. Ils pensent que ce Mémoire mérite, comme le précédent, d'être approuvé par l'Académie, et inséré dans le *Recueil des savants étrangers* ».

La prima delle due memorie, delle quali io vi parlo, era destinata essenzialmente alla ricerca dei caratteri distintivi della radice data dalla serie. L'unica ipotesi che la serie sia convergente serve di base a questa ricerca; e da questa unica ipotesi, per mezzo dell'unico teorema del Cauchy, che già ho nominato, il Chiò deduce una serie di proprietà rimarchevoli della radice considerata, e come risultante di queste, il teorema che ne stabilisce il carattere distintivo¹. Esso è, dice il Cauchy, "una proposizione nuova, che merita di esser notata,"². Con questo teorema non s'accorda, in generale, quello di Lagrange sulla minima radice; epperò questo non è generalmente vero. Lo stesso Cauchy ci dice se fossero rigorosi i ragionamenti che condussero a questo risultato, che pur fu combattuto con tanta ostinazione fra noi³. "L'autorità di Lagrange," egli scrive, "è di un tal peso in analisi, che non si saprebbero prendere troppe precauzioni, onde premunirsi contro ogni errore, prima di adottare un'opinione contraria a quella dell'illustre geometra. Devesi adunque lodare Felice Chiò per la cura colla quale egli ha, nella sua memoria, approfondito il soggetto che noi abbiamo nominato"⁴.

Non contento d'aver dimostrato l'inesattezza del teorema Lagrangiano sostituendovene uno più vero, egli ha cercato e spiegato le circostanze, che rendono insufficiente la dimostra-

¹ *Recherches sur la série de Lagrange, premier mémoire, § II.*

² "Il avait ainsi reconnu l'inexactitude d'une proposition énoncée dans la nota xi de la *Résolution des équations numériques* (édition de 1802, pag. 227), "savoir, que la racine dont il s'agit est la plus petite, abstraction faite du signe, et il avait substitué à cette assertion de Lagrange une proposition nouvelle, qui mérite d'être remarquée." (Seconda relazione, *Comptes rendus*, ecc.; tome XXXIV, pag. 305).

³ In una ristampa della prima relazione del Cauchy, fatta per cura del Chiò (Torino, stamperia Sociale, 1846), si legge a pag. 3, ove si parla del teorema sulla minima radice, questa nota: "C'est ce point fondamental du Mémoire qui a été le plus vivement combattu à Turin. Mais, pour rendre un juste hommage à la vérité, l'auteur doit déclarer ici que l'illustre Plana n'a jamais partagé l'avis des opposants. Tout au contraire. M. Plana, dès l'an 1843, après l'examen attentif d'un exemple numérique que M. Chiò lui avait communiqué, reconnut l'inexactitude du théorème de Lagrange, et en témoigna sa parfaite conviction en plusieurs occasions, et notamment dans une de ses conversations avec M. Jacobi lorsque ce célèbre géomètre de l'Allemagne, de retour d'un voyage en Italie, séjourna quelques jours à Turin."

⁴ *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences de Paris*; tome XXIII (luglio-dicembre 1846), pag. 492.

zione che Lagrange ne aveva dato ¹. " Il profondo rispetto „ egli dice „, che noi portiamo al nome del grande matematico italiano, ci ha imposto il dovere di esaminare sotto tutte le sue faccie la dimostrazione del teorema del quale si tratta ² „.

V'ha di più. Nella sua prima memoria Lagrange aveva cercato di indicare come l'equazione proposta si potesse in più modi ridurre a quella forma tipica da cui devesi partire per applicare la sua formula, e come scegliendo a dovere questo modo di riduzione, fosse possibile svolgere in serie successivamente tutte quante le radici reali dell'equazione. Ma come in quella prima memoria non era indicato un carattere adatto e sufficiente per distinguere ciascuna radice da tutte le altre, allorchè l'equazione proposta ha tutti i suoi coefficienti determinati, così non vi era indicato in qual maniera convenisse ridurre l'equazione alla forma tipica per ottenere, svolta in serie, quella delle radici che desiderasse. Felice Chiò colmò la lacuna, e mostrò come, trasformando a dovere l'equazione data, sia possibile, in ogni caso, raggiungere questo duplice intento, che la serie sia convergente, e che la radice, di cui essa è lo sviluppo, sia, fra tutte le radici reali ammesse dall'equazione, quella che si sarà prestabilito ³.

Segnalando, o Signori, un errore per lo innanzi inosservato dai principi della scienza, Felice Chiò aveva dato prova di perspicacia; ma cercando e trovando e la causa dell'errore ed il teorema vero da sostituirsi a quello trovato difettoso, spingendo sino al fine le conseguenze di questa osservazione, rendendosi padrone di un soggetto così delicato senza restringerne menomamente la generalità, annettendovi finalmente tante conseguenze remote ed imprevedute, egli prendeva posto, non per anco trentenne, fra i geometri inventori.

¹ *Recherches sur la série de Lagrange, premier mémoire, § III.*

² *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences de l'Institut impérial de France, ecc.; Sciences mathématiques et physiques; tome XII (1854), pag. 343.*

³ *Recherches sur la série de Lagrange, premier mémoire, § III.*

Considerando anzi questo come il punto più essenziale della questione, egli fece precedere ad ogni cosa (§ 1) un'analisi, che il Cauchy dice *luminosa* (premier rapport, *Comptes rendus*; tome XXIII, pag. 491), nella quale si mostra come esistano certi sistemi di valori del parametro, che figura nell'equazione tipica, pei quali la serie è certamente convergente, e destinò buona parte dello scritto ad indicare due modi per ordinare a questo scopo le radici dell'equazione. Il primo modo è fondato sulla considerazione delle radici reali della prima derivata (§ III); il secondo modo è fondato sul teorema di Fourier (§ IV).

La seconda memoria si riferisce più specialmente alla convergenza della serie. Il caso che vi si considera è quello che unico era stato considerato già dal Lagrange nelle memorie di Berlino del 1768, ed al quale si riferisce la regola di convergenza enunciata da questo grande matematico, quello cioè in cui il primo membro dell'equazione proposta è una somma di potenze qualunque dell'incognita con coefficienti qualunque. In questo caso il termine generale della serie si scompone in parecchie parti, fra le quali una ve n'ha che supera tutte le altre in valore assoluto. Presa a considerare la serie semplice, della quale questa parte massima è il termine generale, e ragionando su di essa, Lagrange era arrivato alla sua regola di convergenza, ammettendo come evidente e vero in generale, che codesta serie e la serie totale, esprimente una radice dell'equazione data, fossero sempre contemporaneamente convergenti o divergenti.

Ma ciò è errore. Acciocchè dalla convergenza o dalla divergenza dell'una serie si possa senz'altro concludere sulla convergenza o sulla divergenza dell'altra, è necessario che l'equazione data soddisfaccia a certe condizioni. Il Chiò fu primo a notare questa inavvertenza dell'autore della meccanica analitica; fu primo a determinare queste condizioni ¹. I teoremi nuovi sopra le serie semplici e multiple, dai quali egli prende le mosse per risolvere il problema ², sono, a detta di Cauchy, degni di essere segnalati ³.

Ma scoperta la possibilità che il teorema di Lagrange sia in difetto, indicato il modo di distinguere i casi nei quali il teorema si può, da quelli nei quali non si può applicare, la mente indagatrice del Chiò non è ancora soddisfatta. Ella presente, che quella regola assai complessa, quando è valida, dev'essere anche suscettibile di un enunciato più semplice; e lo ricerca, e lo trova ⁴. Ancora: la nuova regola così trovata, la quale dipende dal minimo di una funzione di una sola variabile, è paragonabile ad un'altra data già dal Cauchy; ed egli intraprende questo confronto, e dimostra come le due regole s'accordino tra loro ⁵. Poi ritorna al teorema di Lagrange sul carattere distintivo della

¹ *Recherches sur la série de Lagrange, second mémoire, §§ II e III.*

² *Ivi, § I.*

³ Seconda relazione all'Accademia (*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, tome XXXIV, pag. 395*).

⁴ *Recherches, ecc., second mémoire, § IV.*

⁵ *Ivi.*

radice data dalla serie; sospetta in un teorema analogo dato da Eulero un analogo errore, s'accinge a provarlo e vi riesce ¹. Mirabile processo di un intelletto acuto e vivace.

Insaziabile di chiarezza, egli verifica spesso sopra esempi i risultati della sua analisi. Fra questi esempi io non ricorderò che quello, con cui egli volle mettere in evidenza l'utilità dei nuovi teoremi sulle serie multiple, ai quali io ho accennato ². Egli scelse a questo scopo lo sviluppo in serie del raggio vettore condotto dal Sole ad un pianeta moventesi tutto solo attorno a quest'astro, sviluppo ordinato secondo le potenze ascendenti dell'eccentricità dell'orbita, e mostrò come si possa, nel caso in cui l'anomalia media si riduca ad un angolo retto, dedurre dai suoi teoremi una dimostrazione rigorosa della regola di convergenza, che già aveva dato il Laplace ³.

L'importanza dei trovati del Chiò non isfuggì al Cauchy. L'immortale relatore dell'Istituto, questo genio, che con ogni nuovo vero intuiva d'un tratto tutte le sue conseguenze, che in ogni nuovo principio vedeva tutta una nuova teoria, riconobbe nelle *Ricerche sulla serie di Lagrange*, argomenti degni della sua attenzione. Le sue relazioni all'Accademia su questi lavori comparvero accompagnate da parecchie note ⁴, nelle quali non solo i risultati di quelle memorie sono confrontati con quelli da lui stesso già ottenuti, ma alcuni dei nuovi teoremi sono dilucidati e generalizzati. Ove non si aveva riguardo che alle radici reali, si prendono ivi ad esame anche le radici immaginarie, alcune restrizioni sono tolte, e la stessa equazione tipica di Lagrange non è più che un caso particolare di una equazione più generale. Altri geometri diedero taluni dei teoremi del Chiò sotto altre forme, e dalle formole dell'inesausta fecondità del

¹ Ivi, § V.

² Ivi, § I.

³ *Connaissance des temps pour l'année 1828*.

⁴ La prima relazione è seguita da una nota intitolata: *Note de M. Cauchy, rapporteur, sur les caractères à l'aide desquels on peut distinguer, entre les diverses racines d'une équation algébrique ou transcendante, celle qui se développe en série convergente par la série de Lagrange* (Comptes rendus; tome XXIII, pag. 493).

La seconda relazione è seguita da tre note del Cauchy, intitolate, la prima: *Sur la série de Lagrange et sur la règle de convergence que Lagrange a énoncé dans les Mémoires de Berlin de 1768* (Comptes rendus; tome XXXIV, pag. 309); la seconda *Sur le module principal du rapport $\frac{f(k+s)}{s}$* , ecc. (Ivi, pag. 316); e la terza: *Sur les équations trinomes*. (Ivi, pag. 345)

Cauchy seminate nei rendiconti dell'Istituto e negli *Esercizi d'analisi e di fisica matematica* dedussero enunciati di eleganti teoremi¹; le proposizioni delle *Ricerche* trovarono posto in libri didattici; ma la priorità del nostro professore di fisica-matematica fu riconosciuta da scrittori di peso².

Nè questi stette inerte spettatore di codesto lavoro, ma lo seguì: e rivolgendosi ora sulle proposizioni del Cauchy quella sottile analisi scrutatrice, che aveva esercitato già su quelle del Lagrange, riconobbe necessarie a quelle parecchie restrizioni. Una stessa memoria³, doveva raccogliere con queste osservazioni alcune considerazioni su cose dette già nel suo primo lavoro. Essa non vide la luce; ma se ne ha un breve sunto, pubblicato dopo la sua morte, ove all'enumerazione delle cose trattate nella memoria va unita una ricca serie di esempi numerici, comprovanti la necessità dello studio, che ne forma lo scopo⁴.

¹ S'occuparono del carattere distintivo della radice data dalla serie il signor Brassine (*Nouvelles Annales de mathématiques*, par M. Terquem et M. Gêrono; tome IX, pag. 223) con metodi non rigorosissimi; ed il signor Geronimo Frontera (*Thèses d'analyse et de mécanique présentées à la Faculté des sciences de Paris* (1851); imprimerie de Bachelier).

Il signor Eugène Rouché diede una dimostrazione semplice della serie di Lagrange, stabilendo ad un tempo un carattere per riconoscere e la convergenza e la radice rappresentata. (*Recueil des savants étrangers*; tome XVIII (1868); *Journal de l'École polytechnique*, 39^e cahier, e Bertrand, *Traité de calcul différentiel et de calcul intégral*, pag. 525). Nella sostanza però le proposizioni del Rouché sono comprese in quelle del Cauchy esposte nelle note sopracitate.

² *Sur les séries qui expriment une racine réelle d'une équation algébrique*, par M. Brassine, professeur à l'école d'artillerie de Toulouse (*Nouvelles Annales de mathématiques*, par Terquem et Gêrono; tome IX, pag. 224).

Si riconosce pure la priorità del Chiò in una nota apposta ad un articolo del signor Prouhet negli stessi *Annali* di Terquem e Gêrono (tome XI, pag. 78).

³ *Mémoire sur les caractères qui entre les diverses racines d'une équation algébrique ou transcendante distinguent celle qui se développe en série convergente par la série de Lagrange*.

⁴ *Troisième mémoire sur la série de Lagrange*, résumé fait par l'auteur (*Atti della R. Accademia di Torino*, vol. VII (1871-72), pag. 647). Questo sunto era stato presentato alla Società Filomatica di Parigi nel 1868; una copia di esso fu presentata dopo la morte del Chiò all'Accademia di Torino dal prof. Genocchi (seduta 14 aprile 1872). Le proposizioni del Cauchy che vi si esaminano sono: 1° La proposizione data nel *résumé d'un mémoire sur la mécanique céleste*, citato alla nota 12 (*Exercices d'analyse, etc.*; tome II, pag. 41), proposizione analoga a quella data poi dal Rouché; 2° La regola di convergenza fondata sulla considerazione del modulo principale, esposta nella memoria pure citata a pag. 336, nota 1 (*Mémoires de l'Académie des sciences*, tome VIII; 3° La

La serie di Lagrange fu l'argomento prediletto, al quale la mente di Felice Chiò amò tenersi rivolta sempre. Ma se ciò giustifica, come spero, l'essermi io fermato sì a lungo, su cose, delle quali ben sapeva, che non sarei riuscito a darvi qui un'idea adeguata, non varrebbe tuttavia a scusarmi, se tacessi affatto degli altri suoi lavori. — egli diresse i suoi studi sopra argomenti svariati, ed ovunque ebbe di quelle venture, che non capitano che a certi ingegni, ai quali capitano sempre.

Nella sua *Aritmetica universale* Newton aveva dato, come al solito, senza dimostrazione, una regola per estrarre la radice di un ordine qualunque dei binomii irrazionali, senza che fosse necessario ricorrere ad equazioni complesse, ma col mezzo di sole operazioni aritmetiche. Ma quella regola era spesso ambigua, e talora fallace. Eulero lo aveva posto in evidenza, ma non solo non aveva cercato di rettificarla, ma s'era pure astenuto dall'indagare le cause delle imperfezioni rilevate. Lo aveva tentato il Plana a due riprese, lasciando la quistione nello stato, in cui l'aveva trovata. Accintosi alla stessa impresa il Chiò riuscì a togliere ogni difficoltà, dando con metodo esatto, e fra parecchie altre, una regola che, oltre ad enunciarsi in termini precisi, ed a fondarsi sopra operazioni non ambigue, mette in luce il difetto della regola di Newton, indicando in quali casi questa non sia erronea, mostrando quale modificazione basti per renderla generalmente vera. Questi studi formarono l'oggetto di una memoria¹, della quale uno dei professori, dei quali più si onora il nostro Ateneo, ebbe a dire in una dotta biografia: "Le dimostrazioni sono chiare e rigorosissime, ed ogni parte della memoria è condotta con tal diligenza ed accuratezza, che questo si presenta per avventura come un lavoro perfetto"².

regola di convergenza fondata sulla considerazione delle radici uguali (*Exercices d'analyse, etc.*; tome I, pag. 271).

Venendo poi al carattere distintivo della radice data dalla serie di Lagrange, si prova che quando la funzione che figura nel primo membro dell'equazione è intera, quella radice è la più vicina al parametro che figura nell'equazione stessa ed è perciò inutile dividere le radici in due classi come nel caso generale. Questa proposizione, che il Chiò aveva creduto non sussistere perchè trovata in difetto per un esempio numerico, (nel quale la serie è divergente (*Recherches, ecc.*, pag. 28 e *Recueil des savants étrangers*, tome XII, pag. 451) gli era stata indicata poi dal prof. Genocchi.

¹ *Memoria sopra una questione d'algebra*. Torino, 1852.

² *Notizie intorno alla vita ed agli scritti di Felice Chiò*, raccolte da Angelo Genocchi, pag. 9 e *Bollettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*; settembre 1871, pag. 370.

Una succinta, ma succosa memoria, sopra le funzioni conosciute col nome di *determinanti* è pure degna di essere ricordata ¹. Essa contiene una bella serie di teoremi esposti con metodo uniforme e con linguaggio preciso e stringato, e fra questi teoremi uno principalmente è notevole, il quale comprende come caso particolare una rimarchevole proposizione dimostrata già dal Cauchy ².

I volumi della nostra Accademia, le raccolte scientifiche, gli Atti dei Congressi degli scienziati ci provano quanto varie questioni la mente del Chiò sapesse studiare con successo. Basterà che io ricordi le Note *sull'eliminazione* ³, *sulle curve a doppia curvatura* ⁴, *sopra la somma della progressione armonica* ⁵, ed una breve memoria ove si cerca di dimostrare come ad alcuni teoremi relativi agli integrali definiti corrispondano teoremi analoghi nel calcolo delle differenze finite ⁶.

E con questi ben altri lavori avrebbero compito la bella schiera, se le disgraziate circostanze, che ad ogni piè sospinto sempre gli sbarravano la via, non avessero concorso colla troppo scrupolosa osservanza della massima di Gauss a differirne per sempre la pubblicazione. Così rimasero inedite Memorie sulla integrazione delle equazioni differenziali lineari, sull'ottica geometrica, sulla teoria elettro-dinamica, ed altre, fra le quali una soprattutto vuol essere ricordata. È uno dei primi saggi, che quella mente vigorosa dava del suo valore, entrando appena nell'ardua palestra; ma non perciò è il meno splendido. Ha per

¹ *Mémoire sur les fonctions connues sous le nom de résultantes ou de déterminantes*. Turin, 1853.

² *Exercices d'analyse et de physique mathématique*; tome II, pag. 167.

³ *Raccolta di lettere ed altri scritti intorno alla fisica ed alle matematiche*, compilata dal dott. Palomba, anno terzo, Roma, 1847, pag. 209.

⁴ Nota sopra due proposizioni di Navier intorno alla curvatura delle curve a doppia curvatura (*Annali di matematica pura ed applicata*, pubblicati da Barnaba Tortolini, tomo III. Roma, 1860, pag. 353).

⁵ *Atti della R. Accademia delle scienze di Torino*; vol. V (1869-70), pag. 753.

⁶ *Théorème relatif à la différentiation d'une intégrale définie par rapport à une variable comprise dans la fonction sous le signe \int et dans les limites de l'intégrale, étendu au calcul aux différences, et suivi de quelques applications* (Atti dell'Accademia delle scienze di Torino; vol. VI, pag. 194). Relativamente a questo scritto leggesi nel *Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques*, rédigé par MM. G. Darboux et J. Houël, tome III, mars 1872, pag. 69:

« Le travail que nous analysons ajoute aux regrets que doit inspirer à tous les géomètres la perte de cet estimable savant ».

oggetto alcune nuove riflessioni sopra le serie periodiche¹, e contiene, fra gli altri, un notevole teorema, al quale il Malmstén, che lo trovò dal canto suo e lo pubblicò tre anni dopo, unì il suo nome. Felice Chiò era giovane di 28 anni quando la presentava alla Accademia delle scienze torinese², e sperava di vederla inserita ne' suoi volumi. — Sperava invano. Una svista di pochi relegava fra i ricordi di una famiglia uno scritto, che doveva prendere posto fra i più bei titoli d'onore di lui e dell'Università, che lo ebbe allievo ed insegnante. Parea che la sorte, inceppandolo ai primi passi del faticoso cammino, lo volesse avvertire, che s'ei mirava ad una mèta gloriosa, non vi sarebbe giunto che fra inciampi d'ogni sorta ed a costo di molta perseveranza e di molta abnegazione.

III.

Gli scritti elaborati ci muovono a reverenza, ma ancora non ci mostrano qual uomo fosse Felice Chiò. Non una mente, ma un'anima ben fatta albergava in lui.

Io vorrei, o Signori, potervi trasportare colla vostra immaginazione nella sua scuola, e mostrarvelo là, assorto nella spozione dei veri suoi, dominare dalla cattedra il cuore come la mente dei suoi uditori.

Quelli che, come me, ebbero la ventura di ascoltarlo, mi capiranno. Come me, essi amano richiamarselo nella mente e rimirarlo in mezzo ai suoi discepoli, ch'egli amava come figli.

È nel cuore di una lezione; coll'affabilità del padre e colla calma del dotto egli segue una rigorosa serie di raziocinii, cauto, diligente, paziente. Ma ecco che dai ragionamenti suoi sgorga una conseguenza inaspettata, bella, feconda: e il suo viso si anima, il suo discorso si rialza, si fa stringente, incalzante, poetico. La foga del dire lo trascina, lo esalta, lo accende, e quell'ardore non si calma più che a stento, quando, suo malgrado, ei deve lasciare i suoi uditori. Occorre un metodo, un artificio, un teorema di qualche grande geometra? Siatene certi, egli non si accontenterà di nominarvi quel grande; ei vuole che l'ammi-

¹ *Réflexions nouvelles sur les séries périodiques.*

² 5 febbraio 1841 (Vedi Genocchi: *Notizie intorno alla vita ed agli scritti di Felice Chiò*, pag. 3).

razione sua si trasfonda in chi l'ascolta, ed un ritratto di lui, uno squarcio, talora, della sua biografia s'innesterà nel discorso. E così il professore riesce non solamente una guida per chi si accinge allo studio di una disciplina, ma ancora un amico, che facendolo partecipe dei godimenti che egli trova nel culto della scienza, lo stimola ad affrontare con coraggio ed a sopportare con pazienza le fatiche ed i sacrifici che quel culto impone. Quando, come spesso, minuzioso, sottile, incontentabile, un tale maestro discenderà a particolari, ad inezie, e le discuterà, nè mai si sazierà di rivoltarle, di confrontarle, di combinarle, egli è certo che quell'uditorio che si sarà abituato a seguirlo sempre, nei moti del cuore, come, nei processi della ragione, lo seguirà senza stento e senza noia, chè avvezzatosi, senza avvedersene, a sentire in ogni cosa come lui, avrà imparato ad essere come lui, quando occorra, prudente, scrupoloso, instancabile.

Egli è con quest'arte tutta sua, che Felice Chiò professò nella nostra Università prima la fisica matematica e poi l'analisi superiore.

Quando egli fu assunto alla cattedra di fisica-matematica, che, coi nomi di *fisica sublime* dapprima, e poi di *fisica superiore*, era stata illustrata già da Amedeo Avogadro e dal sommo analista, che spesso già ci occorre di nominare, da Agostino Cauchy¹, quest'insegnamento era diretto essenzialmente a quegli studenti, che aspiravano al grado di professore di fisica e di geometria. Esso era anzi per questi il principale degli insegnamenti; occupava i tre ultimi dei quattro anni di corso, ed abbracciava, oltre alle principali parti della fisica anche la meccanica razionale. Le materie di studio per codesti studenti erano allora così scelte e così distribuite, che oltre alla geometria, all'algebra, alla trigonometria ed alla geometria analitica, non più che le nozioni le più elementari dell'analisi infinitesimale formavano il corredo di cognizioni matematiche, col quale essi s'accingevano allo studio della *fisica superiore*². A tali uditori esporre i principii della meccanica, della teoria elettrodinamica, della termodinamica, della teoria matematica delle corde vibranti e della

¹ La cattedra di fisica sublime fu istituita in Torino dal Re Vittorio Emanuele I e conferita al conte Amedeo Avogadro, che la tenne dal 1820 al 1823. Ripristinata dal Re Carlo Alberto nel 1832, fu occupata dal Cauchy e poscia nuovamente dall'Avogadro.

² Vedi il regolamento provvisorio per la facoltà delle scienze fisiche e matematiche nella Università di Torino, 4 novembre 1851, n° 1284.

propagazione delle ondulazioni sonore nei fluidi elastici? Se a tanto riusciva il professore di fisica superiore, se non solo riusciva, ma il suo corso, mentre era piano, chiaro, ordinatissimo, innalzavasi spesso al disopra delle teorie elementari e degli studi superficiali, egli è, o Signori, che sull'animo di quei giovani quel professore tanto poteva, che incapaci di resistere alla sua insistenza, avidi di quelle cognizioni, delle quali egli riusciva a far loro sentire tutta la bellezza, da se stessi, con mirabile buon volere, si addestravano in quelle discipline, coll'aiuto delle quali soltanto egli l'avrebbero potuto seguire.

Ristretto poi ad un solo anno il corso di fisica matematica dal nuovo ordinamento degli studi, e corredati di più estese cognizioni di fisica generale gli studiosi che lo dovevano frequentare, quello dovette ridursi ad una semplice monografia. Il professore Chiò prescelse l'ottica, e fece oggetto delle sue lezioni particolarmente la fotometria, la catottrica e la diottrica comprendente la teorica degli strumenti. Certamente non è questo il ramo di fisica matematica il più interessante, nè pel fisico, che a scopo delle sue fatiche ha posto la ricerca delle cause intime dei fenomeni, nè pell'analista, che nelle leggi fisiche, che discute, brama vedere delle applicazioni delle più attraenti proprietà ch'egli riconosce nelle funzioni in generale, e dei più ingegnosi metodi che l'analisi insegna; ma e le stupende discussioni delle linee complicate, delle quali i caratteri salienti male erano stati determinati dai geometri più eminenti¹, e la chiara esposizione delle formule le più eleganti della diottrica, atta più che mai a mostrare quanto possa, anche in quelle aride regioni, l'occhio pratico dell'analista accurato, supplivano a ciò largamente, soprattutto agli occhi di chi, come lui, vedesse nell'esercizio delle trasformazioni delle espressioni algebriche la più proficua ginnastica per chi fa i primi passi nello studio delle nostre scienze.

La teorica delle funzioni, che formava l'oggetto delle sue meditazioni negli ultimi anni di sua vita, formava pure la parte essenziale del suo corso d'analisi. Le teorie del Cauchy, che gli aveano ispirati i più importanti suoi lavori, formavano il nucleo del corso, e la teorica della serie di Lagrange, non quale i suoi scritti l'avevano lasciata, ma quale, mercè i suoi studii, era stata completata dai teoremi del Cauchy, ne formava la

¹ Era notevole soprattutto la discussione delle catacaustiche del circolo.

principale applicazione. Uguale sempre a se stesso ei voleva non solo insegnare ciò che credea più utile, ma voleva, che il suo discepolo vedesse ciò che v'era di più attraente nella scienza.

E veramente io non so, se, ritornando da quelle lezioni, noi ci sentivamo più convinti o più innamorati dei veri, che ne avevano formato l'oggetto; se più soddisfatti delle cose apprese o più avidi di vederne il seguito; se più innamorati della scienza o del professore, che ci guidava nello studio; se più colpiti dal suo scrupoloso ingegno e dalla precisione sua nel porgere, o dallo zelo puntuale e dal fuoco, che un puro entusiasmo accendeva nel suo gesto e nella sua parola.

Nessuno, che l'abbia ascoltato nell'ultima lezione, dimenticherà mai la lotta, che nel dire interrotto, nel concitarsi del gesto, nell'infiammarsi del viso, si appalesava fra la febbre che prostrava le forze e la devozione inalterabile alla scienza ed al dovere.

Sì, inalterabile. L'ultimo suo pensiero fu dedicato alla scuola, l'ultimo sentimento a venir meno in lui fu quello del proprio dovere¹. Lo zelante sacerdote della scienza le aveva consacrata intiera la sua esistenza, con abnegazione, con slancio, con orgoglio, come chi, conscio delle proprie facoltà, sente di non potere meglio di così servire il proprio paese, e di doverlo servire così.

IV.

Ma nei momenti supremi pella nazione, nei giorni solenni, nei quali il lento e regolare progresso delle idee e degli ordinamenti cede il posto a repentini rivolgimenti e pella patria traluce d'un tratto un'era nuova, insperata di libertà e di grandezza, questo calmo cooperare al bene comune può non bastare ad un cuore ardente pella patria di un amore fervido e sincero.

Di tali momenti solenni furono pell'Italia, ed una tale vaghezza d'aver parte attiva nell'opera del suo risorgimento dovette accendere anche l'animo gentile di Felice Chiò.

Nel 1848 era spuntata per l'Italia l'alba desiderata della libertà; era apparso il pratico, il vero, in ciò che prima riputavasi

¹ Il giorno prima della morte il prof. Chiò ripeteva che al domani avrebbe ripreso le sue lezioni.

fantasma di menti giovanili; ciò che prima non potevasi propugnare che a porte chiuse, ed a rischio di tutto, potè predicarsi all'aperto; il popolo ebbe parte nel governo. Nella nostra città erasi aperto un Parlamento ove i rappresentanti eletti della nazione si apparecchiavano a tener vivo il pensiero italiano ed a preparargli la strada del trionfo.

Felice Chiò amò lasciare che la stima dei suoi concittadini lo portasse a sedere fra quei rappresentanti.

Dal 1849 al 1860, per sei legislature consecutive, egli rappresentò al Parlamento il suo collegio nativo di Crescentino. Compreso da un retto sentimento della dignità della carica, alla quale egli era chiamato, vi salì portando seco, come nella scuola, un cuore ardente e generoso, ed un animo disposto ad adempiere scrupolosamente e con abnegazione il proprio dovere.

Portò un cuore ardente e generoso. Nel 1849, dopo il disastro di Novara, fra le sfrenate tendenze e gli inconsulti moti che la sfiducia in tutto ed in tutti consigliava agli uni, ed il desiderio del passato, che lo scoraggiamento e lo sgomento suscitava negli altri, fra l'imponenza del compito, che il paese si era assunto, la quale tutta si faceva sentire allora, e l'esito infelice delle prime prove, una piccola schiera di deputati, salda nella fede, nel trionfo della causa nazionale, seppe ottenere che il paese, rafforzando quella fede, si impegnasse a seguire con costanza nella via intrapresa, dando con legge ospitalità alla emigrazione italiana. Fra gli iniziatori ed i propugnatori di quella legge generosa noi troviamo il deputato Chiò.

Portò un'animo disposto ad adempiere scrupolosamente e con abnegazione il proprio dovere. Svaniti i ricordi delle sventure, calmati gli animi, rifattasi la luce, le speranze erano ricomparse. Una vastissima mente si era posta al timone, ed alla nave smarrita riappariva il faro desiderato. Sicuro nel trionfo della causa nazionale, il deputato coscienzioso doveva appianare la strada rivolgendo le sue cure principalmente alle cose interne; ed in quel tempo, dal 1853 al 1859, noi troviamo il deputato Chiò assiduo, diligente, sagace, franco, coraggioso consigliere e relatore per leggi riguardanti la pubblica finanza¹.

Così fu laborioso deputato, come laborioso professore fin-

¹ Sono notevoli due relazioni del deputato Chiò, l'una del 1857 sulle operazioni del catasto stabile, l'altra del 1858 sull'acquisto fatto dal Governo delle acque dell'Elvo e del Cervo.

chè, non la scemata fiducia dei concittadini, ma la sorte volle, che questo duplice uffizio gli fosse vietato ¹.

Senza rimorsi ed orgoglioso, come chi è convinto, che " nelle libere società non manca anche al privato cittadino una palestra, in cui egli, con nobile gara de' suoi concittadini, può rivolgere le sue facoltà al bene di tutti „, egli ritornava " a quella vita modesta e tranquilla, nella quale, da uomo innamorato della scienza, avrebbe continuato a coltivarla con amore, e per solo amore della medesima „ ². A questa vita intima egli ritornava colla gioia di chi, avendo trovato in essa ogni suo bene, e non essendone uscito che pel bisogno del cuore di compiere un dovere, poteva finalmente abbandonarvisi di nuovo colla soddisfazione di aver adempito a quel dovere.

A questa vita divina del cuore, le cui dolcezze valevano per lui più d'ogni grandezza, egli si dedicò da quel giorno, tutto e per sempre. È in essa, che noi dobbiamo contemprarlo, se vogliamo conoscere Felice Chiò.

Comunque male io fossi riuscito a porre in luce la potenza del suo ingegno ed i meriti degli scritti suoi poco m'importerebbe, se voi con me aveste cercato di porvi dinanzi agli occhi il professore zelante, il padre amoroso, e se con me voi vedeste quanta nobiltà di carattere e quanta gentilezza di cuore accompagnassero in lui quella rara intelligenza.

Sì, o Signori, se noi fossimo qui convenuti coll'unico scopo di riandare ed ammirare i frutti delle sue elucubrazioni, avremmo con ciò procacciato al nostro orgoglio una soddisfazione, una giusta soddisfazione, ma non avremmo fatto nulla per lui. Se noi avessimo posto qui questa effigie non ad altro che a ricordare la potenza di intelletto e la copia di dottrina, che si racchiudevano sotto quelle sembianze, noi avremmo dato alla nostra Università un ornamento di più, un ornamento del quale essa dovrà andare superba, ma non avremmo dato a lui quanto egli può pretendere da noi. Imperocchè alla sua dottrina è monumento ben più saldo del marmo l'impronta indelebile, ch'essa ha lasciato nella scienza.

Ma in Felice Chiò si accordavano in modo mirabile intel-

¹ Cessò di essere deputato per estrazione a sorte, essendosi trovato superiore a quello che permetteva la legge il numero dei professori deputati (1860).

² Parole di commiato rivolte dal Chiò agli elettori nel giugno del 1860 (Vedi Genocchi, opera citata, pag. 10).

ligenza e affetto, mente e cuore. Protrarre la memoria delle doti di questo, mostrare altrui quant'orma egli lasciasse ne' nostri petti, tramandare l'eredità d'affetti, ch'egli ci ha lasciato: questo è il debito nostro.

Dipenderà da noi il fare sì che quest'effigie operi su chi verrà il fascino ch'essa opera su noi, che lo vedemmo.

Additando questo marmo a chi, più giovane di noi, non conoscerà di Felice Chiò altro che il nome, ci ingegneremo, ispirandoci da esso, di dargli un'idea del potere, che su noi aveva una sua parola, un suo sguardo, un cenno di quel viso, agli atteggiamenti del quale presiedevano, combinati con armonia divina, l'indole altera e franca, ed il sentire pronto e delicato.

C'ingegneremo di mostrargli con quale affetto i suoi discepoli si riunissero intorno a lui, con quale avidità l'ascoltassero, con quale diletto e con quale ardore lo ricordassero ne' loro discorsi.

E forse avverrà, che chi ci avrà ascoltato abbia a sentire in se ciò che certamente sentirà ogni allievo di lui: che se tanti monumenti di uomini illustri, onde è adorno questo Ateneo attireranno il suo sguardo colmandolo di quella soddisfazione, che nasce da ammirazione e da orgoglio, quello di Felice Chiò lo attirerà di preferenza e susciterà in lui qualche cosa di più, susciterà un sentimento misto di ammirazione e di tenerezza. Sarà tenerezza ispiratrice di grandi cose; sarà lo stimolo benefico che esercita nella famiglia l'effigie del tenero congiunto che la onorò e seppe farvisi amare. Per molte età quella effigie inculcherà ai discendenti il dovere sacro di venerarlo e di imitarlo.

della carriera. Prima ancora che io sapessi di essere da lui
rispettato, il suo grande cuore palpitava con quello da me più
caro; e la prima volta che a me giovanetto egli strinse la mano,
la sua parola sporgante calma e serena da un'anima profonda-
mente assorbita scendeva nell'anima mia indimenticabile e
in una grande angoscia.

Giuseppe Bassi nacque il 2 settembre 1812 in Civitanova
veneta ed agli artigiani. Suo padre esercitava il mestiere del
sarto, e nel modesto laboratorio di lui lavorava tutta la piccola
famiglia. Il piccolo Giuseppe, cresciuto fra le pareti del modesto
sarto officio, partecipava, naturalmente, al lavoro comune, de-
dicando ad apprendere il maneggio dell'ago tutto il tempo e nel
concesso dalla scuola. Ma nella scuola il suo profitto era
dedicato, e fin dai primi anni egli emergeva su tutti i suoi con-

COMMEMORAZIONE

DI

GIUSEPPE BASSO

(Letta nella seduta del 17 novembre 1895 della Accademia Reale delle scienze di Torino e pubblicata negli Atti dell'Accademia, Vol. XXXI).

COLLEGHI,

L'onesta e cara figura di Giuseppe Basso sta in questo momento davanti alla mente e nel cuore di tutti noi; e nessuno di noi saprebbe in questo giorno accingersi al consueto lavoro, se prima non sia stato rivolto un pensiero al collega, che per la prima volta manca alla nostra seduta, e che non rivedremo mai più. Ebbene, io vi domando che a me sia concesso di prendere la parola per dire ciò che ognuno ha nel cuore, per parlare di lui. Questo privilegio io vi chiedo perchè a me egli, assai prima di essere collega, fu amico affettuoso e consigliere ne' primi passi della carriera. Prima ancora che io sapessi di essere da lui conosciuto, il suo grande cuore palpitava con quello de' miei più cari; e la prima volta che a me giovanetto egli strinse la mano, la sua parola sgorgante calma e serena da un'anima profondamente amorosa scendeva nell'anima mia indimenticabile balsamo in una grande angoscia.

Giuseppe Basso nacque il 9 novembre 1842 in Chivasso da onesti ed umili artigiani. Suo padre esercitava il mestiere del sarto, e nel modesto laboratorio di lui lavorava tutta la povera famiglia. Il piccolo Giuseppe, cresciuto fra le pareti del domestico opificio, partecipava, naturalmente, al lavoro comune, dedicando ad apprendere il maneggio dell'ago tutto il tempo a lui concesso dalla scuola. Ma nella scuola il suo profitto era straordinario, e fin dai primi anni egli emergeva su tutti i suoi com-

pagni. La tenacia del suo volere e l'affetto de'suoi maestri indussero i genitori ad affrontare i sacrifici necessari ed a lasciare ch'egli seguisse la via, a cui lo chiamava il grande amore dello studio. Compiuti con straordinaria distinzione i corsi ginnasiali nel collegio della nativa Chivasso, venne a Torino, e qui, superando con vero e proprio eroismo strettezze incredibili, compì gli studi liceali. Finalmente nel 1857, all'età di quindici anni, vinse il concorso per un posto nel Collegio Carlo Alberto per gli studenti delle provincie, e così fu in porto: con quel posto egli ebbe il mezzo d'intraprendere i corsi universitari. Però solo per due anni potè godere il beneficio del convitto. Questo infatti fu chiuso nell'estate del 1859, ed agli allievi fu assegnata, in luogo dell'alloggio e del vitto, l'attuale pensione mensile. Come con questa pensione, senz'altro sussidio, egli riuscisse non solo a campare, ma a soccorrere parenti ed amici, come l'arte appresa nell'opificio paterno lo aiutasse a diminuire qualcuna delle sue piccole spese, come a quell'arte egli ritornasse a sollievo del padre, durante le vacanze ch'egli passava in Chivasso, egli, ancora nei suoi ultimi giorni, amava talvolta narrare con schietta compiacenza e non senza un legittimo orgoglio. Seguì nella nostra Università i corsi della facoltà di Scienze, riportando, fra le molte distinzioni, una lode speciale nella fisica matematica, e conseguì la laurea di Dottore in fisica nel luglio del 1862, prima di aver compiuto i venti anni. La dissertazione " Sulla luce polarizzata circolarmente e sulle sue applicazioni „, castigata nella forma, bene ordinata, nettamente inquadrata e chiarissima, preludeva mirabilmente alla direzione ed all'indole della attività scientifica e didattica del giovane dottore.

Egli cominciava bene. La riputazione che si era conquistata fra gli studenti, l'alta stima e l'affetto che gli portavano i suoi professori, alcuni dei quali avevano insegnato, od insegnavano ancora nella Accademia militare, gli valsero a trovar subito la cosa per lui più agognata ed urgente: un posto per cominciare a guadagnarsi la vita. Poche settimane dopo del giorno della laurea egli veniva infatti nominato professore aggiunto nella R. Accademia Militare. Bastare a sè stesso e prepararsi a ricompensare i parenti de'sacrifici per lui sopportati era il supremo obiettivo. Quindi egli accettò e cumulò col modesto impiego, che ho nominato, l'incarico di insegnare in vari istituti privati d'istruzione secondaria. La non comune attitudine didattica rese ben presto ricercatissima l'opera sua; ed egli ne approfittò così,

che in breve tempo ei divenne uno dei più laboriosi insegnanti della nostra città. La sua resistenza alla fatica dell'insegnamento era, a ragione, oggetto di ammirazione. Perché importa notare che in quel tempo la sua complessione non era quella, in apparenza così florida, colla quale noi da parecchi anni ci eravamo abituati a vederlo. Al contrario, egli era gracilissimo, ed a volte aveva sofferenze, le quali davano luogo alle più serie apprensioni. Tuttavia le numerose lezioni quotidiane non assorbivano tutta la sua attività: nel 1864, due anni dopo la laurea, trascorso appena il tempo legale, egli si presentava a quello, che qui allora si soleva ancora da molti considerare come il battesimo necessario per avere accesso alla carriera dell'insegnamento superiore, al concorso per l'Aggregazione. Vinceva la prova con uno splendido esame. La sua dissertazione era " Sul lavoro interno prodotto dal calore nei corpi „, verteva adunque sulla scienza che qui appunto in quei giorni, quando il Matteucci ne discorreva nelle sue memorabili lezioni popolari, ed il Saint Robert si accingeva a consegnare alle stampe la prima edizione dei *Principi di Termodinamica*, attraeva a sé la massima attenzione degli studiosi.

Coll'aggregazione cominciava pel Basso veramente la carriera scientifica. Entrato infatti nella Facoltà, egli ebbe presto l'occasione di provarsi nello insegnamento universitario, supplendo a più riprese nella scuola di fisica sperimentale il professore Gilberto Govi. E maggiore ventura ebbe nella amicizia affettuosa di quel coltissimo scienziato, mercè la quale poté essere ammesso a frequentare il gabinetto di fisica della Università, ed avere così, per alcuni anni, qualche mezzo per tentare alcune modeste ricerche sperimentali. Laboratorio propriamente non c'era in quel tempo, nè il professore Govi si occupava in quei giorni di ricerche quantitative, od aveva i mezzi per istradare altrui nella tecnica delle medesime; ma almeno v'erano strumenti, e v'era un autorevole amico che poteva dare qualche consiglio.

E intanto, proprio in quei giorni, nel 1866, un decreto del Ministro della Guerra poneva il giovane professore aggiunto dell'Accademia Militare in aspettativa per riduzione d'impiego. Questi ebbesi così, per qualche mese, maggior agio per valersi dei mezzi, che erano messi a sua disposizione, e offrire un primo saggio dei suoi studi pubblicando nei volumi della nostra Accademia una " Nota intorno alla determinazione di temperature molto elevate mediante un procedimento calorimetrico analogo

a quello seguito da Byström „ In tale nota erano esposti i risultati di alcuni esperimenti diretti a determinare col metodo calorimetrico la temperatura nelle varie parti di una fiamma ad alcool a doppia corrente, e quella dell'acqua nello stato sferoidale.

Ma il benefico alleggerimento di lavoro didattico prodotto dalla aspettativa nell'Accademia Militare veniva tosto eliso da un incarico, che per alcuni anni occupò in misura assai maggiore il tempo e la forza del giovane professore. Egli veniva incaricato dell'insegnamento della fisica matematica nell'Università. Quell'insegnamento, che fino allora era stato dato dal Professore Felice Chiò, presentava in quel momento, pel nuovo incaricato, una difficoltà affatto speciale, quella di conciliare il vecchio col nuovo. Il Chiò, occupando nel 1854 l'antica cattedra dell'Avogadro, aveva da principio conservato al suo corso di fisica matematica il programma ed il carattere che al medesimo era stato dato da quell'illustre professore. Quel corso non comprendeva le materie che oggi si sogliono comprendere nel nome di fisica matematica; era più propriamente fisica, era un corso elementare, ma generale, di fisica teoretica come quello classico del Mossotti. Quel corso formava per gli studenti di fisica il complemento necessario di quello, allora molto modesto, di fisica sperimentale. Ma negli ultimi anni il tempo assegnato a quell'insegnamento, e quindi anche il programma e l'importanza del medesimo, erano stati notevolmente ridotti. Dal 1865 il Chiò era stato nominato professore di Analisi e di Geometria superiore, ed alternava l'insegnamento di queste scienze con quello della fisica matematica. Quest'ultimo non comprendeva ormai più che qualche brano di ottica geometrica.

Il Basso, assumendo l'incarico di tale insegnamento, non poteva, per deferenza al suo vecchio Maestro, tutto mutare d'un tratto; ma voleva nel tempo stesso introdurre qualche cosa di più vivo, ed iniziare una graduale trasformazione, per la quale il corso a lui affidato potesse col tempo contribuire più efficacemente alla coltura necessaria ai giovani studiosi delle scienze fisiche. E siccome egli, per la natura del suo ingegno e de' suoi studi prediletti, e per la tradizione della cattedra, perseverava nello intento di completare col suo corso l'insegnamento della Fisica, così concretava il programma della progettata trasformazione col sostituire gradatamente alla esposizione dell'ottica geometrica, di sua natura arida e rinchiusa, quella più

feconda e più larga dell'ottica fisica. D'accanto a questa, che doveva formare il nucleo principale del corso ed essere insegnata tutti gli anni, egli introduceva poi man mano varie monografie su altri rami della fisica, le quali si alternavano di anno in anno.

Non è qui il luogo di discutere se l'aver cercato di colmare con un corso di fisica complementare una lacuna, che nelle nostre scuole di fisica generale, per la strettezza del tempo, è inevitabile, potesse compensare il danno derivante dalla esclusione di quelle discipline per le quali propriamente è istituito l'insegnamento della fisica matematica. Certo è però che il lavoro per la preparazione del nuovo insegnamento deve aver distolto per qualche tempo il giovane professore dal frequentare coll'antica assiduità il gabinetto di fisica e dal tentare ricerche.

E ciò spiega come nel corso di alcuni anni le sue pubblicazioni si sieno limitate a tre brevissime note. La prima di queste: "Sulla deviazione massima dell'ago calamitato sotto l'azione della corrente elettrica", pubblicata tra le memorie della nostra Accademia nel 1870, e la terza: "Nuova bussola reometrica", pubblicata nel 1871, danno la teoria di un semplice apparecchio di misura per le correnti elettriche, sul quale il Basso ritornava poi più tardi con una speciale predilezione. La seconda: "Determinazione della velocità del suono nell'aria per mezzo di una eco polifona, inserita nel 1870 nei nostri "Atti", contiene la descrizione di alcune esperienze eseguite sull'eco polifona del Ponte Mosca con un procedimento suggerito dal Govi e non privo di eleganza.

Nel 1871 moriva il professore Chiò, ed alla fine dell'anno successivo Giuseppe Basso veniva elevato al grado di professore straordinario di fisica matematica. Ma intanto, appunto nel 1872, il Govi era stato nominato membro della commissione internazionale dei pesi e delle misure, e dovendo per tale carica risiedere quasi di continuo a Parigi, cessava, pur conservando il titolo dell'uffizio, di dare lezioni nella nostra università. La supplenza veniva allora affidata al professore Basso, il quale per tale modo ebbe a dare per una serie di anni, d'accanto all'insegnamento della fisica matematica, anche quello della fisica generale. L'incarico della supplenza, rinnovato di anno in anno, gli era mantenuto anche quando nel 1876 Gilberto Govi abbandonava definitivamente la nostra città per passare alla direzione della biblioteca Vittorio Emanuele in Roma. Esso non cessava

se non alla fine dell'anno scolastico 1877-78, quando l'università torinese faceva l'invidiato acquisto del chiaro professore attuale, del nostro collega Naccari.

Gli ultimi due anni della cennata supplenza furono pel Basso quelli della massima attività didattica. Imperocchè nel 1876 egli era stato richiamato in servizio nell'Accademia militare e frattanto continuava e raggiungeva il suo colmo il lavoro dell'insegnamento privato. E tuttavia, appunto in quel tempo, si iniziava anche il periodo della massima sua attività scientifica. Ciò derivava principalmente dal fatto che durante la vacanza della cattedra di fisica sperimentale egli aveva avuto più libero l'uso del gabinetto. Veramente i mezzi dei quali egli disponeva erano di parecchio inferiori a quelli che sarebbero occorsi per intraprendere lavori sperimentali di qualche importanza; perchè, come ho già detto, vero laboratorio allora non c'era, nè il Basso, come semplice supplente, poteva avere completa libertà d'azione, o aiuto di assistenti. Quindi era impossibile che egli intraprendesse ricerche di lunga lena, complesse e coordinate, o lavori pei quali fossero necessari appositi impianti, od anche solo adattamenti speciali di apparecchi richiedenti l'opera od il sussidio di meccanici o di coadiutori. Erano adunque solamente brevi lavori isolati quelli che egli poteva tentare, nei quali la maggiore difficoltà consisteva il più delle volte nel trovare disposizioni acconcie per far servire a misure apparecchi fatti semplicemente per le esperienze da scuola. Ma questi lavori furono parecchi, e comparvero negli Atti e nei volumi della nostra Accademia nell'intervallo tra il 1877 ed il 1880. Io qui ne ricordo principalmente tre, i quali più particolarmente hanno carattere di ricerca originale.

Il primo è un lavoro "Sull'allungamento dei conduttori filiformi attraversati dalla corrente elettrica". Edlund dapprima e poi Streintz avevano creduto di poter dedurre da alcune loro esperienze questo fatto: che un filo percorso da una corrente elettrica subisce, oltre all'allungamento termico dovuto al calore prodotto per l'effetto di Joule, anche un allungamento "galvanico" dovuto direttamente alla corrente, indipendentemente dal riscaldamento. Exner e Blondlot deducevano invece dalle loro esperienze la inesistenza del fatto. Il lavoro del Basso descrive i risultati di esperienze fatte con metodo diverso, i quali, anche essi, dimostrano essere per lo meno improbabile l'esistenza di una dilatazione puramente galvanica. Gli altri due lavori che

debbo ricordare sono: una nota inserta negli atti dell'Accademia del 1879, col titolo: " Fenomeni che accompagnano l'elettrolisi dei composti metallici „, ed una nota inserta nel volume delle memorie del 1880 col titolo: " Sugli effetti meccanici della elettrolisi „. In questi due lavori il Basso mette in evidenza e studia con due diversi procedimenti il fenomeno, già dimostrato dal signor Mills, dello stringimento elettrico, consistente in questo, che, quando uno strato metallico si va deponendo per via galvanica su di un elettrodo, lo strato manifesta una notevole tensione, per la quale, se esso avviluppa completamente l'elettrodo, si esercita sulla superficie di questo una pressione considerevole. In entrambi questi lavori, e specialmente nel secondo, si rivela l'attitudine dello sperimentatore nell'impiego di quegli artifici ingegnosi di ricerca qualitativa, che erano caratteristici della scuola del Govi.

I lavori dei quali ho parlato, benchè pubblicati soltanto nel 1879 e nel 1880, si riferiscono a ricerche eseguite nel gabinetto di fisica dell'Università negli ultimi anni nei quali il Basso aveva tenuto la supplenza dell'insegnamento della fisica sperimentale. La cessazione di questa segnò l'inizio di un nuovo indirizzo della attività scientifica del nostro compianto collega. Ed io soggiungo subito: essa segnò l'inizio di un periodo migliore, di ricerche più omogenee, meglio coordinate e più feconde. Dedicatosi intieramente, con maggior agio e con maggiore calma, alle discipline formanti la principale materia del suo corso di fisica matematica, il Basso cominciò a dirigere nel campo di esse le sue ricerche; d'allora in poi la maggior parte dei suoi lavori ebbero per oggetto questioni di ottica fisica.

Dopo di avere esordito con una breve " Contribuzione alla teoria dei fenomeni di diffrazione „, egli dava nello stesso anno 1880 al volume delle nostre memorie accademiche una notevole memoria intitolata: " Fenomeni di polarizzazione cromatica in aggregati di corpi birifrangenti „. Questo lavoro teorico e sperimentale ha un carattere pratico che lo rende singolarmente importante. Esso tratta dei fenomeni di polarizzazione cromatica presentati da aggregati regolari di piccoli elementi birifrangenti, e propriamente da una classe speciale di aggregati, ai quali l'autore dà il nome di *sistemi raggiati*. Aggregazioni di tale classe si trovano in natura, e molte si possono ottenere artificialmente. La facoltà posseduta da molte sostanze di assumere, cristallizzando, la forma raggiata fu studiata, ol-

trechè da altri, dallo Scacchi, ed alcuni dei fenomeni ottici caratteristici di tale forma furono notati e nettamente descritti dal nostro A. Cossa in alcune concrezioni da lui avvertite nel suo studio microscopico della diorite di Cossato. Il Basso nel suo lavoro studia dapprima teoricamente i fenomeni di polarizzazione cromatica che si debbono presentare quando una sottile lamina di struttura raggiata è esaminata fra due Nicol con luce parallela, o con luce convergente. Studia questi fenomeni, non nella forma più generale, ma per una serie di numerosi casi particolari più direttamente controllabili coll'esperienza. Descrive poi le esperienze, colle quali egli ha verificato in molti aggregati cristallini le più salienti proprietà ottiche previste colla teoria. Questa era la tendenza costante del suo ingegno, la quale si manifesta in tutti i suoi lavori; questa: di far procedere sempre a lato della ricerca teorica il controllo sperimentale. E questa tendenza, la quale imprime a tutti i suoi lavori un carattere speciale, spiega anche e giustifica la scelta del programma dello insegnamento, della quale ho dianzi tenuto parola.

La memoria che ho esaminato fu a breve intervallo seguita da una nota contenente la "Dimostrazione di una proprietà geometrica (non prima conosciuta) dei raggi rifratti straordinari nei mezzi birifrangenti uniassi", e poi subito da una nuova memoria di considerevole mole intitolata: "Studi sulla riflessione cristallina". Questi "Studi" furono un ardito tentativo: quello di dare una teoria generale della ripartizione della luce fra i raggi rifratti ed il raggio riflesso alla superficie di un cristallo birifrangente, una teoria, la quale, meglio di quelle già tentate da Cauchy, da F. E. Neumann, da Mac-Cullagh e da Cornu, si conciliasse coi principi ammessi da Fresnel nella sua teoria della riflessione sui corpi isotropi. Io non so se l'ipotesi relativa alla densità dell'etere, posta dal Basso a base della sua teoria, si possa accettare senza almeno dare alla medesima una interpretazione fisica diversa da quella corrispondente all'enunciato letterale; ma certo è che le formole, alle quali la teoria conduce, applicate ad alcuni casi speciali accessibili all'esperienza, si accordano approssimativamente colle risultanze sperimentali. Il controllo dell'esperienza è anche qui fatto dal Basso medesimo, che alla descrizione delle esperienze dedica l'ultimo paragrafo della sua memoria. E qui il merito di aver tentato un tale controllo apparisce anche maggiore che nel lavoro di cui ho parlato poc'anzi, se si pensa alle difficoltà che il povero nostro collega

deve aver superato per riuscire a sperimentare in casa, in una materia difficile, con pochissimi mezzi e senza aiuto di sorta.

Sul problema della riflessione cristallina il Basso ritornò in seguito più volte, e nel 1885 ne tentò la trattazione colla teoria elettromagnetica della luce. In un lavoro pubblicato in quell'anno negli "Atti dell'Accademia", col titolo: "Fenomeni di riflessione cristallina interpretati secondo la teoria elettromagnetica della luce", egli studiò col mezzo della teoria Maxwelliana alcuni dei casi speciali, dei quali si era anteriormente occupato nella memoria del 1881. Il nuovo metodo ha il merito di non richiedere l'uso di alcuna ipotesi della natura di quella sulla densità dell'etere, sulla quale io ho dovuto or ora esprimere delle riserve; perciò il confronto delle sue risultanze con quelle del lavoro precedente presentava uno speciale interesse. Il confronto dimostrò che l'accordo delle dette risultanze non era generale: esso era perfetto in due dei casi trattati, ma non poteva essere altro che approssimativo negli altri casi. Però, tenuto conto dei valori numerici delle costanti de' cristalli effettivi sperimentati, l'accordo approssimativo tra l'esperienza e la teoria constatato nel lavoro del 1881 risultava sufficientemente spiegato.

Colla teoria elettromagnetica della luce, la quale si presta particolarmente bene alla trattazione dei fenomeni che si presentano al passaggio della luce da un mezzo all'altro, il Basso studiò ancora la ripartizione della luce fra i due raggi rifratti nei cristalli birifrangenti, e pubblicò su questo argomento nel 1886 e nel 1887 due note: "Sulla legge di ripartizione dell'intensità luminosa fra i raggi birifratti da lamine cristalline", e "Sulla legge ottica di Malus detta del coseno quadrato". Colla prima di queste egli giustifica in teoria il fatto già affermato da Haidinger e poi trovato sperimentalmente dal Wild e riconfermato dal dottor Simmler, che la legge di Malus sul rapporto tra le intensità dei due raggi rifratti non è esatta in modo assoluto, ma è semplicemente approssimativa. Colla seconda egli tratta più da vicino il caso pratico che si presenta nell'impiego dei prismi polarizzatori di Nicol, e pone in evidenza l'ordine di grandezza delle discrepanze tra i valori delle intensità luminose calcolati colla legge del coseno quadrato e quelli previsti dalla teoria elettromagnetica.

E a questa teoria elettromagnetica, la quale è andata acquistando di giorno in giorno tanta sicurezza e tanta importanza, la mente del Basso rimase costantemente rivolta sino alla fine.

L'ultimo lavoro scientifico da lui pubblicato tratta ancora di quella teoria. Essa è una nota inserita nei nostri "Atti", del 1893, nella quale egli dimostra per mezzo delle formole stabilite nei suoi lavori precedenti "un carattere di reciprocità proprio della luce riflessa dai mezzi cristallini", che il Potier aveva segnalato deducendolo dalla teoria di Mac Cullagh.

La serie dei lavori di ottica fisica, dei quali ho fatto una rapida enumerazione, è quella che definisce ed assegna a Giuseppe Basso il suo vero posto nella schiera dei nostri lavoratori della scienza: un posto, la cui importanza apparirà evidente a chi pensi al deplorabile abbandono nel quale qui come altrove nelle scuole come nei laboratori, è presentemente lasciato il bellissimo ramo della fisica che il Basso prediligeva. Importa tuttavia notare come daccanto a questi lavori, i quali assorbono la parte migliore della sua attività scientifica, egli abbia continuato a produrre anche altre pubblicazioni. Ed io cito fra queste: tre nuove note presentate all'Accademia nel 1882 e nel 1884 intorno alla teoria ed alla costruzione del suo reometro a massima deviazione, un trattato elementare di meccanica ad uso dei licei pubblicato nel 1882, due monografie popolari "Sulla polarizzazione della luce diffusa del cielo", e "Sulle unità di misura delle grandezze elettriche", inserite nell'Annuario meteorologico della Società meteorologica italiana e finalmente una lunga serie di cenni biografici e di commemorazioni.

Frattanto, meno eccessivo che nei primi anni, ma pur sempre intenso e grave, era continuato pel professore Basso il lavoro didattico. Nel 1879, ossia nel primo anno in cui egli si trovava esonerato dalla supplenza alla cattedra universitaria di fisica sperimentale, egli era promosso nell'Accademia militare al grado di professore aggiunto di prima classe: e due anni dopo, nel 1881, vi occupava, come professore titolare di fisica, il posto lasciato dal professore Luvini, nel quale posto, percorsi man mano tutti i gradi, egli rimaneva poi fino alla fine. Nella università, dopo di avere occupato la cattedra di fisica matematica per dieci anni come professore straordinario, veniva promosso professore ordinario nel 1882. E fu allora, solamente allora, che egli poté cominciare a ridurre a più sopportabile misura le sue fatiche, rinunciando gradualmente ai vari insegnamenti privati che prima era stato costretto a cumulare. La sua carriera come professore sarà tutta narrata, se dopo di avere ricordato, come ho fatto, queste poche date e con esse i criteri e gli intendi-

menti che determinarono la scelta dei programmi e l'indole dei suoi insegnamenti, io ricorderò ancora con quale cura onesta ed amorevole egli si adoperasse a rendere chiara ed accessibile a tutti la sua esposizione; con quale arte egli riuscisse ad accoppiare alla chiarezza la castigatezza, e talora anche l'eleganza del discorso; con quale zelo assiduo e scrupoloso egli adempisse il suo ministero.

La bontà dell'animo, l'onestà degli intenti, l'abitudine della più assoluta obbedienza al dovere furono, del resto, gli elementi direttori di tutti gli atti della sua vita. Della quale la maggior parte trascorse fra le fatiche ed i sacrifici, sorretta unicamente dalla coscienza del dovere compiuto.

Soddisfazioni e premi egli ebbe: ne ebbe nella onorata carriera universitaria; ne ebbe nella nostra Accademia, che fin dal 1877 lo iscrisse fra i suoi Soci, che due volte, nel 1888 e nel 1892, lo elevò alla carica di Segretario della nostra classe, che a più riprese lo volle membro della giunta pel premio Bressa e che ultimamente lo annoverava fra i suoi consiglieri di amministrazione. Inoltre nel 1891 egli era stato eletto membro della Società degli Spettroscopisti italiani, e nel 1893 era stato ascritto come Socio nella Reale Accademia di Agricoltura di Torino. Ma il premio direttamente ambito era per lui l'intima compiacenza di chi ha fatto del bene. V'hanno eroismi ignorati fuori delle pareti domestiche, i quali non hanno premio di onori, ma fruttano impareggiabili gaudi dell'anima. E tali gaudi egli aveva conseguito. Cresciuto fra le più dure strettezze, egli era riuscito a restituire ai parenti il frutto dei loro sacrifici; il padre aveva chiuso la vita operosa coll'onesto riposo di una vecchiaia agiata e tranquilla; la madre, contenta nella modesta sufficienza di ogni cosa, lo benediceva; i nipoti riconoscenti progredivano negli studi con mezzi e con comodi che egli giovanetto aveva ignorato.

Col balsamo di questi pensieri nel cuore, poco altro egli sapeva desiderare. A lui bastava il culto della Scienza, alla quale, come alla sua Dea, ricorreva negli intervalli di riposo per ritemperare le forze esauste dalle fatiche del pesante lavoro quotidiano, e la tranquilla e serena gaiezza della consueta passeggiata e del consueto ritrovo, dove fra pochi amici egli portava nei geniali colloqui il contributo della larga e varia sua coltura. E siccome la giornata faticosa gli faceva naturalmente prediligere la forma più tranquilla del riposo, così questa si era fatta uniforme e si alternava con immutabile costanza col lavoro

ugualmente monotono de' suoi uffizi. Quindi la sua vita fu caratteristicamente metodica. Sotto la calma uniformità di quella vita pareva si nascondesse l'effetto di una continua violenza volontaria, di un perseverante proposito di negare a sè stesso i conforti e gli agi non compresi in un angusto programma prestabilito. La calda giovialità della sua anima pareva che egli comprimesse schivando paurosamente i contatti col mondo; all'elevato e puro sentimento del bello, che pure albergava in lui, egli negava i godimenti offerti dai teatri e dalle altre istituzioni artistiche cittadine; al cuore, col quale egli aveva dedicato ai suoi cari la maggior parte dei frutti del suo lavoro, egli negava il conforto della vita in famiglia. Ma violenza non v'era, v'era solo l'abito del sacrificio e la modestia dei desideri. Pago delle pure gioie dell'intelletto e della coscienza, egli trascorse, sempre uguale a sè stesso, sempre calmo e sereno, la vita appartata e modesta.

Sempre uguale a sè stesso, sempre calmo e sereno, la sera del 27 luglio egli stringeva ancora, rincasando, la mano agli amici, e loro diceva il solito: "a rivederci", l'ultimo "a rivederci". Il giorno dopo egli ci aveva lasciati!

Da quel giorno la vecchia madre attende invano il saluto consueto. E noi, ancora attoniti e dubitosi, oh! quante volte sentiamo nel cuore un sussulto e nelle vene un brivido se di sera, alla svolta della strada, ci si presenti nell'ombra una figura che ci ricordi quella che sempre ci aspettiamo di vedere, la figura amica del nostro povero Basso!

BIBLIOGRAFIA

1862. *Dissertazione sulla luce polarizzata circolarmente e sulle sue applicazioni ad alcune questioni di chimica.* — Dissertazione di laurea.
1864. *Sul lavoro interno prodotto dal calore nei corpi.* — Dissertazione pel concorso ad un posto di dottore aggregato alla facoltà di scienze fisiche, matematiche e naturali nell'Università di Torino.
1865. *Sull'uffizio della matematica nelle scienze sperimentali.* — Discorso pel solenne accoglimento nella facoltà, *Rivista italiana delle scienze, lettere ed arti*, anno 6.º, n. 236, 3 aprile.
1867. *Nota intorno alla determinazione di temperature molto elevate mediante un procedimento calorimetrico analogo a quello seguito da Byström*, in *Mem. Acc. Sc. di Torino*, serie II, tom. XXII.
1870. *Sulla deviazione massima dell'ago calamitato sotto l'azione della corrente elettrica*, in *Mem. Acc. Sc. di Torino*, serie II, tom. XXVI.
— *Determinazione della velocità del suono nell'aria per mezzo di un eco polifona*, in *Atti Acc. delle Sc. di Torino*, vol. VI.
1871. *Nuova bussola reometrica*, in *Mem. Acc. delle Sc. di Torino*, serie II, tom. XXVI.
1877. *Fenomeni di magnetismo osservati nel radiometro*, in *Atti dell'Acc. delle Sc. di Torino*, vol. XII.
1878. *Parole di commemorazione di Vittorio Regnault*, in *Atti dell'Acc. delle Sc. di Torino*. Adunanza 27 gennaio 1878.
— *Sulle correnti elettriche d'induzione generate per mezzo di moti oscillatori*, in *Atti dell'Acc. Sc. di Torino*, vol. XIII.
— *Sull'uso delle bussole reometriche per correnti elettriche di breve durata*, in *Atti dell'Acc. delle Sc. di Torino*, vol. XIII.
1879. *Sull'allungamento dei conduttori filiformi attraversati dalla corrente elettrica*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XIV.
— *Fenomeni che accompagnano l'elettrolisi dei composti metallici*, in *Atti Acc. delle Sc. di Torino*, vol. XV.
1880. *Silvestro Gherardi.* — Cenno biografico, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XV.
— *Sugli effetti meccanici della elettrolisi*, in *Memorie dell'Acc. delle Sc. di Torino*, serie II, tom. XXXII.

1880. *Contribuzione alla teoria dei fenomeni di diffrazione*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XV.
- *Fenomeni di polarizzazione cromatica in aggregati di corpi birifrangenti*, in *Memorie Acc. Sc. di Torino*, serie II, tom. XXXIV.
 - *Intorno alla vita ed agli studi di Giambattista Beccaria*. Conferenza tenuta alla Filotecnica, in *Atti della Filotecnica*.
1881. *Dimostrazione di una proprietà geometrica dei raggi rifratti straordinari nei mezzi birifrangenti uniassi*, in *Atti Acc. Sc. Torino*, vol. XVI.
- *Riflessione della luce polarizzata sulla superficie dei corpi birifrangenti*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XVI.
 - *Il Conte Amedeo Avogadro di Quaregna*. Lettura alla Società Filotecnica, 24 aprile 1881, in *Atti della Filotecnica*, anno IV, vol. IV, 121.
 - *Studi sulla rifrazione cristallina*, in *Memorie Acc. Sc. di Torino*, serie II, tom. XXXIV.
1882. *Sopra un caso particolare d'equilibrio per un solenoide soggetto all'azione magnetica terrestre ed a quella d'una corrente elettrica*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XVII.
- *Apparato reometrico a massima deviazione*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XVII.
 - *Nozioni di meccanica ad uso specialmente dei licei*. Paravia, Torino.
1883. *Sopra un caso particolare di riflessione cristallina*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XVIII.
- *Sul fenomeno ottico detto "Nodus Rosi"*. Relazione, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XVIII.
1884. *Sopra un modo di misurare l'intensità delle correnti elettriche*, in *Atti Acc. Sc. Torino*, vol. XIX.
- *Appareil rhéométrique à déviation maximum*. Torino, Stamperia Reale Paravia.
1885. *Fenomeni di riflessione cristallina interpretati secondo la teoria elettromagnetica della luce*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XX.
- *Relazione del Socio Giuseppe Basso, Segretario della Giunta per il IV premio Bressa*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXI.
1886. *Commemorazione di Giulio Jamin*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXI.
- *Sulla legge di ripartizione dell'intensità luminosa fra i raggi birifratti da lamine cristalline*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXI.
1887. *Sulla legge ottica di Malus detta del coseno quadrato*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, XXII.
- *In commemorazione di Gustavo Roberto Kirchhoff*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXIII.

1888. *In commemorazione di Rodolfo Clausius*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXIII.
1889. *Sulla polarizzazione della luce diffusa dal cielo*, in *Annuario meteorologico pubblicato per cura del comitato direttivo della Società meteorologica italiana*, anno IV.
- *In commemorazione del Conte Paolo Ballada di Saint-Robert*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXIV.
- *In commemorazione di Gilberto Govi*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXV.
- *Giacomo Prescott Joule. Parole di commemorazione*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXV.
1890. *Sulle unità di misura delle grandezze elettriche*, in *Annuario meteorologico della Società meteorologica italiana*, anno V.
1891. *In commemorazione di Guglielmo Weber*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXVII.
- *Giuseppe Pisati. Parole commemorative*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXVII.
1892. *Parole in commemorazione di Enrico Betti*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXVIII.
- *Di un carattere di reciprocità proprio della luce riflessa dai mezzi cristallini*, in *Atti Acc. Sc. di Torino*, vol. XXVIII.
1893. *La ricerca delle leggi fisiche*. Discorso letto nella solenne apertura degli studi nella R. Università di Torino.
-

