SULLE ELETTRO-CALAMITE; DEL P. FILIPPO CECCHI
DELLE SCUOLE PIE.

La superiorità riscontrata nelle mie *elettro-calamite*, paragonandole con quelle comuni a ferro di cavallo (1), mi ha spinto a tentare dei nuovi esperimenti per vedere di migliorarle ancora; lo che ho potuto fare, variandone in modo notabile specialmente la forma dei poli. Dirò intanto che l'idea delle *elettro-calamite a rocchetto* (che così cominciai a chiamarle fino dal febbrajo del 1852 quando feci costruire le prime due dall'abile artista Lorenzo Turchini) mi fu, a vero dire, suggerita dal fatto, trovato dai celebri fisici Stefano Marianini (2) e Carlo Matteucci (3), cioè, che se una corrente elettrica circola intorno al ferro mediante una spirale più corta di esso, lo magnetizza più fortemente quando la spirale circonda la parte mezzana, che non quando circonda un'altra parte di esso. Or io pensava che nelle comuni calamite temporarie a due rocchetti, dette anche biforcate, nelle quali il filo non circonda la parte mezzana delle sbarre, ma trovasi raccolto verso le estremità, una data corrente con una data lunghezza di filo di rame isolato non avrebbe dato al ferro tutto il magnetismo che avrebbe potuto dargli, qualora il filo fosse stato avvolto in un solo rocchetto, e avesse circondato la parte mezzana delle sbarre. Credei ben fatto allora di lasciare alle calamite temporarie la forma rettilinea: e ricordandomi dei buoni risultati offerti dalle elettro-calamite del Radford e del Roberts, nelle quali il filo di rame isolato si insinuava per appositi canali entro la massa del ferro, per avere un maggior numero di particelle di questo metallo immediatamente sottoposte al-

(1) V. la corrispondenza scientifica di Roma, anno terzo N.º 19 — il Giornale = La Riconoscenza =; Firenze, febbrajo 1854, e l'Ateneo Italiano; Parigi, Aprile 1854.

(2) Memorie della Società Italiana delle Scienze residente in Modena, tomo XXIII. pag. 247. Modena 1844.

(3) Cimento; Giornale di Fisica, Chimica e Storia Naturale. Pisa, Gennaio e febbrajo 1847.

l'azione della corrente; io pensai come ad internare nel ferro il mio rocchetto di filo, per quanto mi era concesso in tal sistema, e però applicai alle due estremità d'una sbarra cilindrica circondata dal suo rocchetto del filo, due pezzi di ferro dolce, che erano di forma parallelepipedica. In seguito io li faceva fare anche cilindrici di un diametro tre o quattro volte maggiore di quello del cilindro interno; e ciò unicamente per la maggior facilità di costruzione, potendosi essi lavorare sul tornio; e poi io li faceva appianare lateralmente per potere applicare ad una superficie non curva ma piana l'ancora, la quale così risultava parallela all'asse della sbarra. Recentemente ho dato a ciascheduna di queste masse polari la forma di un tronco di piramide, del quale una delle facce laterali (quella che rimane in contatto del filo moltiplicatore) è perpendicolare alle due basi del tronco e all'asse del cilindro; e l'ancora si applica alle basi maggiori di questi due tronchi piramidali. Così essendo aumentata l'estensione della superficie piana attraente, l'elettro-calamita spiega una forza maggiore, come l'esperienza ha confermato. Talora a ciascuna delle due estremità del cilindro interno io adatto invece di un tronco di piramide, un cuneo di ferro in modo che le due facce triangolari di questo siano perpendicolari all'asse del cilindro, ed applico l'ancora alle larghe teste dei due cunei: talora vi pongo un cuneo troncato, tagliandolo con un piano parallelo alla *testa*; e allora le facce che risultano perpendicolari all'asse del cilindro di ferro hanno la figura di un trapezio. Talora infine io uso per le masse polari due pezzi di ferro dolce aventi una forma simile a quella dello zoccolo del piede di un cavallo, applicando poi l'ancora alla base del piede stesso. In tutti questi casi l'elettro-calamita non presenta sensibile differenza nel magnetismo che può acquistare per una data corrente elettrica, quando la massa del ferro ai poli rimanga costante, e quando restino egualmente ampie le superficie che si trovano in presenza dell'ancora. Anche la forma del ferro medio, intorno a cui è avvolto il filo, è stata recentemente da me variata; ed esso non è rimasto cilindrico che nel suo mezzo per un certo spazio, oltre il quale va ingros-

sandosi verso le estremità a guisa del padiglione di un clarinetto, fino a che non si congiunge colle masse di ferro polari sopra descritte. Fatte costruire varie di queste sbarre, col cilindro interno di egual diametro in tutte, ma con masse polari diverse, era d'uopo non solo di misurarne la forza magnetica rispettiva; ma di confrontarla ancora colla forza di quelle comuni a ferro di cavallo, servendosi di un' eguale lunghezza di filo moltiplicatore, distribuito per metà in ciascuno dei due rocchetti di queste, e di una medesima corrente elettrica. Feci perciò costruire anche alcune di queste elettro-calamite a due cilindri di ferro riuniti da una traversa, i quali avevano un diametro eguale a quello interno delle elettro-calamite a rocchetto. Ma siccome una di queste ultime, secondo la grandezza delle sue masse polari, veniva ad avere talvolta un peso assai maggiore di una di quelle, ora io faceva più grossa in quelle a due rocchetti la traversa di ferro, che porta i due cilindri, ed ora io faceva lavorare le due branche polari in modo che ciascuna di queste fosse composta di due cilindri di diametro molto diverso, situati uno al di sopra dell'altro, e coi loro assi sulla medesima linea retta; le quali branche si congiungevano al solito alla traversa ora per la parte del cilindro più grosso, ora per quella del cilindro più piccolo: e a quest'ultimo soltanto, il quale aveva sempre un diametro eguale a quello del cilindro interno delle sbarre a rocchetto, si avvolgeva il filo moltiplicatore. Passando poi a sperimentare tutte queste specie d'elettro-calamite, io ne misurava la forza attrattiva, primieramente con una bilancia elettro-magnetica, tanto nel caso dell'ancora a contatto dei poli delle sbarre, quanto a breve distanza: in secondo luogo con una buona bilancia di torsione, ove la leva orizzontale portava ad uno dei suoi estremi una lastretta di ferro dolce, la quale era trattenuta alla distanza di alcuni centimetri dai poli della calamita temporaria per mezzo di un apposito ostacolo, mentre poi ne veniva maggiormente allontanata dalla forza di torsione del filo, quando si girava l'indice del micrometro in senso opposto all'attrazione della elettro-calamita. Finalmente avendo fatto avvolgere a tutte le sbarre due fili

invece di uno, io misurava in un galvanometro le correnti d'induzione. I quali esperimenti venivano più volte di seguito ripetuti con correnti sempre costanti per essere viepiù certi della esattezza dei risultati.

Or se non posso, attesa la brevità concessami, dilungarmi a riferire varie serie dei molti risultati numerici da me ottenuti; dirò che da questi in termine medio apparisce che le *elettro-calamite a rocchetto* aventi un egual cilindro interno, quando vengono magnetizzate con una medesima corrente, che percorre un medesimo rocchetto di filo moltiplicatore, spiegano una forza tanto maggiore, quanto più grande è, dentro certi limiti, la massa del ferro accumulata ai due poli diametralmente opposti. Ho provato infatti ad applicare alle due estremità del cilindro interno delle varie masse di ferro della stessa forma, e poi di forme diverse; e per le masse maggiori si ottenevano maggiori gli effetti. Se non che vi sono dei limiti che non è bene oltrepassare perchè (come giustamente osserva il Sig. Niklès per le sue elettro-calamite circolari, delle quali parlerò fra poco) i poli *si localizzano*, e si trovano ripartiti sopra una superficie troppo estesa, che non può tutta spiegare la sua attrazione sull'ancora. E quantunque io non sia giunto ad applicare alle estremità del cilindro interno delle masse di ferro eccessivamente grandi, in confronto della grossezza del cilindro stesso; dirò che i migliori effetti gli ho ottenuti da una elettro-calamita, nella quale la massa di ciascun polo era equivalente a quella di un cilindro che fosse lungo quanto la metà circa di quello interno, ossia quanto la metà della lunghezza del rocchetto di filo; o, in altri termini, fosse lungo quanto la quarta parte della intera lunghezza della sbarra, ed avesse un diametro da tre a quattro volte maggiore di quello del cilindro medesimo. Talvolta ho provato ancora a praticare un foro più o meno largo e profondo in ciascuna di quelle masse polari, e allora la forza magnetica diminuiva in ragione della quantità del ferro tolta: e richiuso poi il foro con un grosso turacciolo di ferro postovi a vite, la forza magnetica tornava di nuovo ad aumentare.

Questo fatto da me constatato si lega molto bene coll'al-

tro già trovato dagli egregi Professori P. Santi Linari delle Scuole Pie e Luigi Palmieri, nelle loro belle esperienze della induzione tellurica. Essi infatti riconobbero che la forza di ciascun elemento della loro batteria magneto-elettro-tellurica cresceva alquanto, introducendo una maniera di turacciolo di ferro a ciascun dei capi, che entrasse per un quinto della lunghezza dei tubi di ferro, ossia che occupasse tutta la parte dei medesimi, che non era occupata dal filo della spirale. E mi sembra manifesto che quei turaccioli venendo ad aumentare la massa del ferro ai poli di quei tubi, doveano anche aumentare gli effetti. Anzi anche l'altro fatto dai due medesimi fisici ritrovato, cioè, che per avere col loro apparecchio il maggiore effetto, non tutta la lunghezza dei tubi dovea essere occupata dalle spirali, ma che da ciascun estremo dei medesimi era mestieri che rimanesse scoperto un quinto della intera lunghezza, è un fatto non solo strettamente legato con quello che ho rammentato dei sopra lodati Professori Marianini e Matteucci, ma ancora intimamente connesso col principio delle mie elettro-calamite a rocchetto. Nè ometterò di rammentare che Kupfer trovò che acuminando sempre più uno dei poli di una sbarra d'acciaio magnetizzata, la forza di questo polo andava diminuendo a misura che il polo veniva ad acuminarsi (1).

Nei confronti poi istituiti fra le forze delle calamite a due rocchetti, paragonandole fra loro, ho riscontrato che applicando anche ai poli di queste dei cilindri di ferro assai più grossi del cilindretto coperto dal filo, si aveva pure un aumento di forza, ma assai minore, a condizioni eguali, dell'aumento che riscontrasi nelle elettro-calamite a rocchetto; e la distanza che separava un polo dall'altro era la medesima di sei centimetri tanto per l'una che per l'altra specie di calamite.

Ma se la massa del ferro influisce sull'aumento della forza magnetica, quando è accumulata ai poli, non è così quando questa massa venga ad accumularsi verso il mezzo. Una elettro-

(1) Becquerel; *Traité d'Électricité et de Magnetisme*. Tom. II. pag. 328. Paris 1854.

calamita delle comuni a due cilindri, riuniti da una traversa assai sottile, spiegava la medesima forza, quando nel mezzo della traversa stessa era praticato un amplissimo foro, cosicchè le due parti di essa restavano unite pei soli orli molto sottili di esso foro, e quando il foro stesso era chiuso fortemente a vite con un turacciolo di ferro. Una simile elettro-calamita mostrava un magnetismo sensibilmente eguale non solo a quello di un'altra che riuniva due eguali cilindri mediante una traversa di ferro più grossa; ma ancora a quello di una terza elettro-calamita, nella quale ciascuno dei due eguali cilindri, muniti di egual filo, era congiunto con un altro cilindro tre volte più grosso e applicato a vite ad una traversa grossissima; dimodochè il peso totale ne era circa sette volte maggiore di quello della prima elettro-calamita. Queste però furono sperimentate colla sola bilancia elettro-magnetica.

Paragonando finalmente le forze magnetiche della calamita temporaria a due cilindri con quella a *rocchetto* trovai che quest'ultima, quando aveva intorno a se una lunghezza di filo eguale a quello che era distribuito per metà in ciascuno dei due rocchetti dell'altra a due cilindri, spiegava una forza attrattiva doppia di questa; e quando aveva una lunghezza di filo eguale a quella di un solo dei rocchetti dell'altra, e quindi la metà del filo intero di questa, spiegava una forza presso a poco eguale.

Ciò per altro si avvera quando le correnti impiegate siano di una mediocre intensità. Che se le correnti fossero eccessivamente deboli, allora, a lunghezza eguale di filo, la sbarra a *rocchetto* offre meno del doppio di forza: ma a misura che si aumenta l'intensità della corrente questa sbarra riprende la prevalenza, per cui talora supera d'assai il doppio, e può giungere anche al triplo. Dirò per altro che non sono poi giunto ad usare delle correnti di una straordinaria energia, poichè le calamite temporarie da me sperimentate, erano in generale di dimensioni piuttosto piccole. Una delle *sbarre a rocchetto* più grosse da me usate aveva il cilindro interno lungo sei centimetri, e del diametro di tre centimetri, mentre la sbarra pesava $4^k,358$, ma le parti polari

rimanevano un poco scarse di massa: ed aveva il suo rocchetto formato di 56 metri di filo di rame isolato, e grosso un millimetro. Un' altra a ferro di cavallo e di un peso eguale, aveva i cilindri di ferro parimente del diametro di tre centimetri, e ciascuno di questi cilindri portava pure avvolti 56 metri di egual filo di rame, dimodochè in tutto ne avea una lunghezza doppia della prima sbarra. Or quando la forza magnetica era molto debole, per cui la sbarra a rocchetto sosteneva un peso di circa un chilogrammo, l'altra si mostrava alquanto superiore; ma quando si usarono due, benchè piccole pile alla Bunsen, sì l'una che l'altra sbarra sosteneva il medesimo peso di 67 chilogrammi in circa. L'elettrocalamita a rocchetto, quale sopra l'ho descritta, può rimanere, attese le sue masse polari, un poco più pesante di quella correlativa a ferro di cavallo: ma però non è a credere che per questo essa richieda per completamente magnetizzarsi nell'atto del passaggio della corrente, o per perdere il magnetismo nell'atto dell'interruzione della medesima, un tempo finito più lungo di quello che richiede l'altra elettrocalamita; almeno io non ho riscontrata differenza veruna nel numero delle oscillazioni prodotte in una piccola ancora di ferro dolce di un telegrafo a quadrante, quando si faceva un giro di manipolatore in un secondo, ed anche in meno d'un secondo, essendo stata messa in azione nell'apparecchio telegrafico ora l'una ora l'altra calamita elettrica. Il piccolo apparecchio di Froment, che produce dei suoni, mediante l'ancora che rapidamente oscilla, potrà molto meglio servire per questo confronto.

Peraltro io penso che probabilmente la elettrocalamita a rocchetto perderà il magnetismo assai più presto dell'altra a due rocchetti; poichè essa, a eguali condizioni, ha una lunghezza circa tre volte minore della lunghezza totale della seconda. E sappiamo d'altronde che le calamite temporarie a ferro di cavallo, che hanno le branche lunghe, perdono molto meno facilmente e meno presto il loro magnetismo, che quelle che hanno le branche corte, di dieci centimetri, per esempio, quando s'interrompe la corrente (1).

(1) De La Rive; *Traité de l'Électricité* etc. Tom. I. p. 287. Paris 1854.

Per amore di verità non debbo omettere di fare qualche parola delle *elettro-calamite circolari* dell'egregio Signor Nicklès, attualmente Professore di Chimica (se io son bene informato) a Nancy.

Ciascuna di queste elettro-calamite, già notissime per essere state descritte in più giornali scientifici, si compone di due dischi di ferro, o due ruote riunite da un mozzo pure di ferro, intorno al quale si avvolge il filo metallico isolato, per cui passa la corrente. Queste hanno evidentemente una certa analogia colle mie elettro-calamite a rocchetto: ma se ben si osserva, sono però cose assai differenti. E in primo luogo differiscono dalle mie per la forma dei poli notabilissimamente; e in secondo luogo sono essenzialmente diverse non solo per il loro modo d'azione, ma anche per lo scopo a cui sono destinate. Il dotto Fisico francese infatti dà ai suoi pezzi di ferro polari la forma di un disco, ossia di un cilindro di un' altezza molto piccola in paragone del diametro, o, se si vuole, la forma di una puleggia, o insomma la forma circolare, tale cioè che permetta alla elettro-calamita di rotare sul proprio asse continuamente, e produrre l'aderenza magnetica quando essa è in azione. Ed appunto per questo, per quanto mi sembra, le ha anche chiamate *électro-aimants circulaires*. Le elettro-calamite a rocchetto, invece, mostrano ai loro poli una figura tutt' altro che circolare, e quindi tale da non potere affatto prestarsi alla rotazione per l'aderenza magnetica come quelle: alla quale rotazione io, a vero dire, non ho mai pensato, ed è scoperta propria del Sig. Nicklès. Egli fa uso talora di tre cerchi di ferro, invece di due, infilzati sul medesimo mozzo rettilineo, d'onde nasce una specie di puleggia a due gole, e vi pone allora due rocchetti di filo; e così dà luogo alle sue elettro-calamite circolari a punto conseguente, a punto neutro e a punto attivo.

Io non ho mai proposte con tali modificazioni le mie sbarre a rocchetto, che pure ne sono suscettibili, benchè ne avessi avuta l'idea, e ne avessi anche parlato coll'artista Lorenzo Turchini: idea, che era ben facile a presentarsi alla mente di chi aveva immaginata la sbarra a rocchetto.

Quanto alla forma adunque, è chiaro che *le elettro-calamite circolari* del Sig. Nicklès, come il nome stesso, che egli ha dato loro, le distingue, sono diverse dalle mie quanto un circolo è diverso da un poligono, anzi da una figura qualunque rettilinea, o misti-linea. Il lodato Professore non parla giammai dei vantaggi prodotti dalle masse del ferro accumulate ai poli; anzi dice espressamente, in una sua lettera indirizzata ai Signori Direttori del Giornale l'Ateneo Italiano (1), che *la potenza assoluta delle elettro-calamite circolari aumenta colla sezione del mozzo, ed in ragione inversa del diametro dei cerchi polari*. Che la potenza debba aumentare colla sezione del mozzo, è cosa di per se manifesta; ma che la potenza sia assolutamente in ragione inversa del diametro dei cerchi polari, non si può averare se non dentro certi limiti, che chiaramente appariscono da ciò che ho detto di sopra sui vantaggi dell'accumulamento della massa ai poli.

Imperocchè il principio fisico, su cui sono fondate le sue elettro-calamite e le mie, è manifestamente il medesimo. Vedeva egli pure, l'egregio Fisico, l'analogia che vi è fra le due specie di calamite elettriche; e di più si era anche accorto che le mie sbarre, per la loro indole propria, erano in miglior condizione delle sue, potendo io estendere a piacere la superficie piana attraente, perchè nulla mi obbligava a terminare le estremità del cilindro interno con dei cerchi perfetti (lo che, a dir vero, io non ho fatto giammai); e gentilmente nella sopra citata lettera proponeva che io applicassi alle estremità del cilindro interno due segmenti di cerchio, o anche due cilindretti perpendicolari all'asse del medesimo.

Del qual consiglio gli sono ben grato, benchè io non abbia potuto seguire la sua proposta quale ei l'ha fatta. Altra cosa poi di molto grande rilievo si è, che l'abile Professore di Nancy non ha mai istituito esperimenti comparativi fra la forza delle sue elettro-calamite circolari e quelle a ferro di cavallo; lo che forma invece la parte principale

(1) Ateneo Italiano; Parigi, Giugno 1854 pag. 199.

dei miei lavori: ed egli medesimo apertamente confessa che non gli appartiene per niente nè il metodo che io ho seguito, nè l'idea che mi ha dettato le mie ricerche (1).

Che poi le elettro-calamite circolari abbiano un modo di azione ed uno scopo tutto affatto diverso dalle mie, è cosa che può facilmente dimostrarsi agli occhi di tutti. Quelle debbono necessariamente rotare sul proprio asse durante la loro azione; queste debbono adoperarsi precisamente come si adoperano le calamite temporarie a ferro di cavallo: quelle furono destinate dall'Autore ad agire per *aderenza magnetica*; le mie debbono agire a distanza o sopra altre calamite, o sopra ancore di ferro dolce: quelle vengono generalmente tenute magnetizzate con una corrente continua per tutto il tempo della loro azione; queste richiedono delle correnti sempre interrotte, o anche di direzione alternativa, come si usa nei motori elettro-magnetici. Con quelle non può agevolmente essere applicato nei motori il *Repartitore* del Signor Robert Houdin, che fu fatto conoscere recentissimamente dall'inventore all'Accademia delle Scienze di Parigi; colle mie può essere applicato con tutti i vantaggi che esso presenta.

Finalmente, per mostrare un'altra linea di distinzione, citerò la macchina a rotazione continua del Signor Mariè Davy (1), nella quale le elettro-calamite circolari potranno essere impiegate molto utilmente invece delle piccole ruote interne, munite delle rispettive corone di elettro-magneti ordinarie, o munite del cerchio di ferro, facente l'ufficio d'armatura; ma non potranno facilmente essere usate per formarne la corona esterna, portata dalla ruota grande; mentre le mie possono con molta utilità esservi impiegate per questo secondo ufficio, e non punto per il primo. Anzi sarà bello il vedere la macchina del Sig. Mariè messa in movimento per l'azione combinata e delle elettro-magneti circolari del Sig. Nicklès e delle mie elettro-calamite a rochetto, operanti sì le une che le altre in una maniera affatto

(1) Ateneo Ital. ibid.

(2) Comptes Rendus; 15 Mai 1854.

differente, secondo la loro propria indole essenzialmente diversa.

Dopo tutto questo non vi sarà, io credo, alcuno di sì grossolano intelletto, che possa confondere l'una coll'altra due cose così differenti: e per conseguenza resta esclusa ogni questione di priorità fra il Sig. Nicklès e me.

Qualora però io avessi qualche particolar motivo di richiamare la veracità della istoria, sarei pronto a mostrare che il primo documento autentico ed ufficiale, in cui è fatto parola dei miei primi esperimenti sulle elettro-calamite a rocchetto, e della superiorità riscontrata nella forza di queste, confrontate con quelle a ferro di cavallo, rimonta al mese di Maggio dell'anno 1852. Aggiungerò in fine che io non conobbi la descrizione delle elettro-calamite circolari del Sig. Nicklès, se non per mezzo del giornale - *L'Institut* - del dì primo di Marzo 1854, e per mezzo dei *Comptes Rendus*, dietro le memorie che l'Autore stesso lesse all'Accademia delle Scienze a Parigi, esponendo le sue ricerche sull'*aderenza magnetica*, nella seduta del dì 27 Febbraio dello stesso anno decorso.

SCHEMA DI UN TELEGRAFO ELETTRO-MAGNETICO A SEGNALI INTELLIGIBILI SOLTANTO ALLE STAZIONI CHE SI CORRISPONDONO — DI G. BOTTO PROFESSORE DI FISICA NELL'UNIVERSITA' DI TORINO.

Or sono parecchi anni dacchè pubblicavo una breve notizia sopra un nuovo sistema di telegrafi a circuito chiuso, fondati sul principio di compensazione fra correnti contrarie emanate da pile di egual tensione (V. T. XI. S.º II. *Mem. della R. Accademia delle Scienze di Torino*).

Varie circostanze e la mia salute in ispecie non mi consentirono di dar seguito a quel lavoro. Tuttavia talune delle combinazioni di cui quel sistema è suscettivo furono da me a modo di esperimento realizzate nel Gabinetto Fisico della Regia Università, e fra queste quella di cui son per dare un brevissimo cenno.