allorchè lo stato igrometrico era 0,54: e tuttavia nel primo caso s'impiegavano soli 0,315 chilogrammetri al secondo, mentre nel secondo fu necessario il lavoro di 0,380 chilogrammetri.

Si trova inoltre che ai gradi di umidità relativa 0,36 ; 0,49; 0,54; 0,69, corrispondono i valori 0,0164; 0,0180; 0,0164; 0,0143 del rapporto $\frac{L}{i}$ tra il lavoro e l'intensità. Laonde ri-

sulta questo fatto singolare, che la macchina di Holtz è più economica nelle giornate umide che nelle asciutte.

Nella prossima adunanza darò la spiegazione di questo fenomeno, e dimostrerò che le correnti delle macchine elettriche seguono la legge di Ohm, come tutte le altre correnti elettriche.

SOPRA UN NUOVO INTERRUETTORE E SUL SUO USO IN ALCUNE ESPERIENZE DI INDUZIONE; PER R. FELICI.

1. Nel corso di alcuni miei studi, sulle azioni elettriche manifestate da un coibente soggetto all'azione a distanza di un corpo elettrizzato, pensai che mi potevano essere utili, e forse anche indispensabili, alcune esperienze sulla variabile intensità delle correnti indotte dal magnetismo di una massa di ferro dolce, durante il piccol tempo che essa impiega ad acquistare od a perdere il magnetismo indotto da una forza esteriore, che subitamente comincia o cessa di agire; e fino dall'anno scorso feci alcune prove con un interruttore atto ad aprire od a chiudere dei circuiti ad intervalli brevissimi di tempo. Avevo una spirale voltaica per magnetizzare un cilindro di ferro dolce; il quale poi magnetizzandosi, e smagnetizzandosi, induceva una corrente in un'altra spirale separata dalla prima.

Andai modificando la forma di quel mio interruttore, a misura che le esperienze me ne accennavano i difetti; ed ora che mi pare semplice, esatto e di un uso facile, lo descrivo.

Apparecchi dello stesso genere furono già ideati e adoperati, dall'Helmholtz per lo studio dell'extracorrente in un circuito voltaico (1), dal Blaserna per lo stato variabile delle correnti di induzione (2), e finalmente in questi ultimi giorni dal Cazin per lo stesso scopo (3).

L'interruttore dell'Helmholtz si compone di una tavoletta orizzontale sulla quale stanno due piccole leve, ciascuna delle quali è mobile in un piano verticale e attorno ad un pernio che passa per il suo mezzo, all'incirca. Quando sono orizzontali, quelle leve stanno vicine fra loro, e lungo la stessa linea retta. Una terza leva, un poco più grande, e pure in simil modo imperniata sulla stessa tavoletta è mobile in un piano verticale, normale a quello nel quale si possono muovere le prime due. Questa ultima leva può imprimere un rapido movimento alle altre due, cadendo a un tratto sulle loro estremità vicine. Tutte e tre le leve portano dei fili conduttori, le di cui estremità emergendo od immergendosi entro vaschette piene di mercurio, in ogni urto dato dalla leva maggiore, chiudono od aprono dei circuiti ad intervalli brevissimi di tempo, che sono misurati dalle deviazioni di un galvanometro.

L'interruttore del Blaserna è formato da un cilindro, che può ruotare con velocità costante e più o meno grande attorno al suo asse. La superficie del cilindro è in parte conduttrice e in parte isolante, come nei comuni interruttori, ma con assai miglior disposizione. Delle molle posano su quella superficie, e quando il cilindro ruota e vi striscia sotto, esse chiudono ed aprono periodicamente i circuiti, ad intervalli di tempo uguali e calcolabili conoscendo la velocità e le grandezze degli intervalli, alternativamente conduttori ed isolanti, del cilindro.

Nell'apparecchio del Cazin la caduta di un peso serve a chiudere e ad aprire i circuiti facendo urtare una molla contro delle parti metalliche, od immergendo entro un vaso pieno di mercurio un'asta portata verticalmente da quel peso medesimo.

(1) *Ann. di Pogg.* 1851 pag. 515. *Die Lehre von Galv. und Elektromagn.* von G. Wiedemann, zweiter Band. 1865 pag. 741,

(2) *Archives* 1870.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.* 1874.

Con gli apparecchi dell'Helmholtz e del Cazin, per ogni caduta della leva o del peso, si osserva nel galvanometro una deviazione impulsiva dovuta ad una quantità di elettricità sviluppata dopo un dato tempo, decorso dall'istante della chiusura o della apertura del circuito voltaico, e durante un dato intervallo di tempo. Con l'apparecchio del Blaserna si osserva nel galvanometro una deviazione fissa, dovuta a quella quantità riprodotta periodicamente un noto numero di volte al minuto secondo; perchè la rotazione continua del cilindro ripete periodicamente le chiusure e le aperture dei circuiti. Il mio interruttore sarebbe del genere di quello dell'Helmholtz, da cui però differisce moltissimo.

Dobbiamo altresì ricordare che l'Helmholtz in alcune sue più recenti esperienze adoperò un pendolo, il quale cadendo per eseguire una oscillazione incontrava con dei piccoli cunei fissati orizzontalmente lungo la sua asta due leve molto leggere, che servivano a chiudere o ad aprire dei circuiti col mezzo consueto delle vaschette di mercurio (1).

2. La figura 1. (*Tav. III*) rappresenta in prospettiva il mio interruttore, e la figura 2. ne dà la proiezione orizzontale. *ab* è una grossa lastra di ferro fuso, larga 0^m,20, lunga 0^m,47. Ha nel suo mezzo una fenditura *ff* larga 0^m,03, lunga 0^m,23, che passa fra due pilastrini *SS* di ferro stati fusi con la lastra. Questa parte, che è la base dell'apparecchio, è di ferro fuso, e non di ottone per una sola ragione di economia.

ll è una grossa sbarra di ottone lunga 0^m,28. Essa è una specie di leva a braccia uguali, girevole intorno all'asse orizzontale *OO*, e posa sui cuscinetti che stanno sui pezzi *SS*.

M, M, sono sostegni di ottone alti 0^m,16 di grosse pareti, e di un sol pezzo a squadra. Di tali sostegni se ne possono aver quattro almeno; due da un lato, e due dall'altro lato della fenditura. Son tenuti al posto con viti; e delle guide permettono di collocarli a distanze convenienti dal centro dell'apparecchio, muovendoli parallelamente alla fenditura, e al piano verticale in

(1) *Monatsberichte* . . . Maggio 1871.

cui è girevole la sbarra ll . Nella figura 1. due di quei sostegni compariscono tronchi nella base, per lasciar vedere gli altri due, dall'altra parte della fenditura. È necessario aver presente che essi sono da lastre di ebanite isolati fra loro e dalla base dell'apparecchio.

Ogouno dei sostegni M , porta un pezzo che insieme col suo sostegno M è disegnato a parte nella figura 3. In questa figura A è una lastra di ottone alta $0^m,08$, larga $0^m,05$. LL è un'asta di acciaio, o leva, lunga $0^m,08$, girevole in un piano verticale attorno al pernio o fisso nella lastra. m, n , è un pezzo di ottone entro il quale passa a forte pressione l'asta o leva LL , la di cui estremità p termina a bietta, con una parte un poco curva. Quel pezzo m, n è saldato e serrato alla sbarretta LL con viti; perchè preme molto che quel pezzo e la sua leva LL facciano un tutto ben solido, onde non vi sian ritardi sensibili nella propagazione di un movimento dall'uno all'altra. Il pezzo m, n ha un serrafil n , e può posare sulla superficie piana ss del pezzo che gli sta di fronte.

g , è una lastra di ebanite fissa alla lastra A . Essa sostiene un pezzo di ottone P , il quale ha un foro vt che lo attraversa verticalmente. Il pezzo q, t è formato da una testa q cilindrica, la quale nella direzione del suo asse ha per appendice un gambo, o cilindretto più sottile v, t che passa a pressione nell'anzidetto foro del pezzo P . Il gambo vt termina a modo di vite, per stringerlo al pezzo P col dado d . Vi è pure un serrafil r , unito al pezzo metallico P . La testa q ha un piccolo foro, entro il quale si può introdurre e serrare con una vite un filo conduttore.

La molla z preme l'asta LL , e perciò preme la parte piana del pezzo m, n sulla superficie piana ss del pezzo q , quando l'asta non è sostenuta dal gancio c , come si vede nella figura. La lastra verticale A è fermata con viti sopra di un pezzo che scorre a *coulisse* lungo la parte verticale del suo sostegno M .

Tutti i quattro sostegni M sono, coi pezzi che abbiamo descritti, perfettamente uguali fra loro. Eccetto che i due pezzi M che sono alla dritta, nella figura 1. hanno il pezzo A collocato come si vede nella figura 3. nella quale la leva oL si muove

con la sua estremità p dall'alto al basso per interrompere il suo contatto in s, s con la parte metallica P sostenuta dall'ebanite; mentre che alla sinistra della figura 1. i due sostegni M hanno il pezzo A collocato in modo, che per interrompere quello stesso contatto la leva $o L$ deve muoversi dal basso all'alto.

y, y sono ghiera che scorrono a pressione lungo le braccia della leva l, l e possono starvi solidamente fermate con viti a pressione. Ciascuna di esse porta lateralmente due piccoli cilindretti di avorio e con l'asse di acciaio.

Girando la leva l, l attorno al suo asse $O O$, nel verso della freccia, quei cilindretti incontrano le estremità p delle leve $o L$, e tolgono rapidamente le comunicazioni conduttrici fra quelle leve e le parti metalliche dei pezzi sostenuti dall'ebanite.

Per rimettere la leva l, l nella sua prima posizione, gli si fa compiere un intero giro; il che è permesso dalla fenditura f, f . Si può anche, mercè una facile avvertenza, far retrocedere la leva l, l senza fargli descrivere un giro intero.

Quella fenditura f, f ha pure lo scopo di dar passaggio all'asta di un pendolo che si potrebbe avvitare perpendicolarmente alla leva l, l e nel mezzo di questa. Con questo pendolo si potrebbe imprimere alla leva l, l una velocità ed una forza costante, dipendente dall'altezza da cui cadrebbe il pendolo. Allora sotto all'apparecchio dovrebbe esservi un congegno atto ad impedire la ricaduta del pendolo. Io non ne ho mai fatto uso per ora, ma potrà essere utile in vari casi.

Noi dunque abbiamo un modo per aprire dei circuiti, i di cui fili conduttori comunichino coi serrafili r ed n , oppure r ed h dei sostegni M . h è un serrafili che sta nella base del sostegno, e che perciò comunica sempre con la leva $o L$, e con tutta la parte metallica che non è sostenuta dall'ebanite g . Noi potremo aprir quei circuiti tutti nello stesso istante, o ad intervalli di tempo misurabili nel modo che or ora diremo.

Per assicurare bene il contatto metallico, vi è la molla z , che deve esser forte assai; però non tanto da generar troppa resistenza all'urto della leva $l l$. Ma questa leva è molto solida; e siccome porta seco e il grave cilindro Q e un contrappeso centrato verso l'altro estremo delle asse $O O$, basta dar con la

mano al sistema poca velocità di rotazione, per alzare quelle leve senza provare alcuna reazione sensibile nell'istante dell'urto contro le leve $o L$, e senza che vi sia ritardo sensibile, o, per meglio dire, discontinuità di moto.

Per imprimere quella velocità si afferra con la mano la parte centrale del cilindro Q , vicina all'asse, inserendo le dita fra i raggi di quel cilindro che si veggono nella figura 1. Senza abbandonar con la mano il cilindro, si gira come se fosse una chiave, o un manubrio qualunque; e basterà poca forza. Si può variare la velocità della leva, ma moderatamente. Per variare efficacemente l'intervallo di tempo fra le interruzioni dei circuiti, conviene alzare le leve $o L$, coi loro pezzi A , sui sostegni M .

Perchè il combaciamento fra le superficie di contatto sia il più perfetto possibile, si allenta il dado d , e si gira intorno al suo asse il cilindretto q , in modo che la sua parte piana s , si confrichi, con del finissimo smeriglio e una goccia di acqua, contro la superficie piana del pezzo m unito all'ebanite. Poi con un pennello o con una pelle nuova di guanto, si ripuliscono quelle superficie. L'Helmholtz fece mettere delle lastrine di oro in alcuni pezzi che urtandosi fra di loro stabilivano le comunicazioni dei circuiti, e credo che abbia fatto benissimo, ma nelle mie esperienze per ora mi è bastato quell'anzidetto artificio per assicurare i contatti.

Prima di descrivere come si possono stabilire istantaneamente le chiusure dei circuiti, diciamo del modo per misurare i tempi.

3.^o Nella figura 4. si vede la sirena di Froment, già troppo nota perchè io sia qui obbligato a descriverla. Quella sirena non fu disegnata nella figura 1. per non complicar troppo questa figura, e per lasciar vedere le altre parti dell'apparecchio. Nella figura si vede come è sostenuta la sirena e il modo di regolar la sua posizione relativamente al cilindro. All'ancora della sirena è saldata una sottile, elastica e non troppo stretta lamina T , che termina in punta ed è curva. Quella punta T può toccare leggermente la superficie levigatissima ed allumi-

cata del cilindro. Quando la sirena suona, la lamina *T* vibra con l'ancora in un piano parallelo al cilindro, e nel senso della sua larghezza, senza avere alcuna vibrazione sua propria. La scelta delle dimensioni, della tempra e della curvatura della lamina si fa presto, mediante un poco di pratica dell'apparecchio. Nella mia sirena, le elettro-calamite sono lunghe 0^m,035. L'ancora sopravanza di alcuni millimetri col suo estremo superiore le due elettro-calamite; e il suono che può rendere dipende quasi intieramente dalle sue dimensioni. Essa è posta in azione da tre o quattro coppie alla Bunsen; perchè bisogna che la lamina vibri con forza, e non sia troppo piccola l'ampiezza della sua vibrazione. La mia sirena dava ordinariamente il *do*₃ di 512 vibrazioni semplici; oppure il *do*₄, mutando l'ancora. Il cilindro ha un raggio di 0^m,09, ed è lungo 0^m,03.

Il pezzo *W* (*fig. 4.*) sostiene la sirena, e può avvicinarla convenientemente al cilindro. In questa figura si vede una vite che posa con la sua estremità ben rotonda sopra un piano metallico orizzontale, ben levigato e fisso. Quest'ultimo può anche essere fatto con una lastra di vetro, e serve con quella vite per condurre la punta *T* a toccare leggermente la superficie affumicata del cilindro. *K* è una specie di gancio che serve a reggere la sirena quando non si vuol che la punta *T* tocchi il cilindro, e quando si è già regolata l'anzidetta vite. La sirena è mobile intorno l'asse fisso *XX*, (*fig. 4.*), e può scorrere lungo quell'asse, parallelo al cilindro. Regolando la forza della pila, ed alcune viti della sirena si riesce ad ottenere un suono puro e costante. Un piccolo cangiamento nella forza della pila non influisce su quel suono.

Si determina quel suono con un sonometro, o con un altro strumento qualunque, e poi liberando la sirena dal gancio *K*, si fa che la punta *T* tocchi il cilindro. Quando la sirena tace, essa scorrendo lungo l'asse *XX* disegna sulla superficie del cilindro una linea retta, che con un poco di attenzione si può render sottilissima e lucida. A quest'ultimo oggetto vuolsi che il sostegno *W* possa aggiustarsi facilmente e mantener l'asse *XX* parallelo al cilindro. Si fa poi agire la sirena, e si ascolta se il suono varia quando la punta tocca o no il cilindro. Tal

variazione può essere insensibile, ma non è mai superiore ad un mezzo tono. Finalmente si fa girare il cilindro; e se tutto è ben disposto, non vi è sensibile variazione di tuono.

4. Le leve *oL* possono collocarsi, come già lo avvertimmo, a diverse altezze sui sostegni *M*. Quelle sui sostegni *M* a dritta nella figura 1. e che sono urtate nel moto discendente della leva *ll*, possono alzarsi fino a che il loro pernio *o* sia a livello dell'asse *OO*, ma non sarebbe conveniente di alzarle maggiormente; posson però abbassarsi. Le leve *oL* alla sinistra in quella figura possono abbassarsi, fino al livello pure di quell'asse, ma possono alzarsi.

Dalla velocità della leva *ll*, e specialmente dalla posizione delle leve *oL*, dipende l'intervallo di tempo fra le interruzioni dei circuiti.

Supponiamo che sian due soli i circuiti da interrompersi. Allora i due capi di un circuito si fermano l'uno al serrafili *r*, e l'altro al serrafili *n* o al serrafili che è nella base del sostegno (*fig. 3.*). La stessa cosa si fa coi capi dell'altro circuito e con un altro sostegno *M*. Quindi si opera nel modo seguente:

1.° Si pone la leva *ll* con uno de' suoi cilindretti di avorio *c* a contatto della parte curva *p* di una delle *oL*. Il sistema è piuttosto grave e ben equilibrato, talmentechè la leva *ll* rimane in quella posizione da sè.

2.° Si abbassa la sirena senza farla suonare, e avendola già ben preparata con la punta della sua lamina *T*, facendola scorrere lungo l'asse *XX*, le si fa tracciare una linea retta sul cilindro affumicato.

3.° Si rialza la sirena, che prende da sè il gancio *K*. Poi si mette la leva *ll* con uno de' suoi cilindretti di avorio a contatto similmente con l'altra leva *oL*, dall'altra parte dell'apparecchio; ed abbassando di nuovo la sirena le si fa tracciare sul cilindro un'altra linea retta.

4.° Si rialza la sirena, e movendola lungo l'asse *XX* si sceglie il luogo ove la sua punta vibrando dovrà tracciare sul cilindro in movimento la sua curva sinuosa, come in certe esperienze di acustica. Via via spostando la sirena, nel corso delle

esperienze se ne potranno tracciar molte di quelle curve sul cilindro; e facendo girare di 90, o di 180 gradi questo cilindro, intorno l'asse OO , indipendentemente dalla leva ll , si potrà mutare la parte della superficie affumicata che riman sotto a quella punta T . E si potrà dopo un certo numero di esperienze levare il cilindro per ripulirlo ed affumicarlo di nuovo.

5.° Si dispone la leva ll a una certa distanza angolare dalla estremità p della prima delle leve oL che deve esser colpita. Si riabbassa la sirena e si fa suonare; e poi girando la leva ll intorno al suo asse OO , si aprono i due circuiti, rialzando successivamente le leve oL . Non avendolo abbandonato con la mano, il sistema si ferma poco dopo aver interrotto il secondo circuito.

6.° Si fa tacere la sirena, e si rialza. Il gancio K la prende da sè, senza che l'esperimentatore se ne dia pensiero, e gli impedisce di ricadere. Dopo si contano sul cilindro, osservando le sinuosità tracciate dalla sirena che sono comprese fra le anzidette linee rette, le vibrazioni e le frazioni di vibrazione, ossia il tempo decorso fra le due interruzioni dei circuiti.

Prima di fare le esperienze sarà bene di far passare una corrente per il circuito della spirale secondaria e della bussola ed osservare se cangia la indicazione della bussola premendo con forza contro il piano s, s la leva oL . Si potrà in ciò far uso della stessa corrente di induzione, ora premendo ora no quella leva. Se in quel modo si scoprisse che il contatto in s, s non fosse perfetto converrebbe ripulire bene le superficie di contatto, e, se fosse necessario, aumentar la forza della leva z ; ma sarà sempre molto utile di confricar il pezzo q contro la parte piana del pezzo che gli sta di contro anche senza adoperare smeriglio, come dianzi dicemmo.

Convieni anche avvertire che può per avventura temersi un cangiamento temporario nelle resistenze dei circuiti nel tempo in cui la leva oL si muove; perchè la corrente, sia quella della pila o quella di induzione, passa per il pernio intorno al quale gira quella leva. È vero che la detta leva comunica con la parte metallica del sostegno M anche per mezzo della molla z , ma questa molla in quel tempo striscia sulla leva; e per non

aver dubbi io feci saldare un corto filo conduttore, piegato in spirale, con una sua estremità in un punto di quella leva, e con l'altra estremità in un punto della lastra A sulla quale sta la leva.

Per valutare le frazioni di vibrazione si può osservare ad occhio nudo, o con una lente semplice, come io son costretto a far sempre, perchè son presbite, e si può far uso di un piccolo regolo diviso almeno in mezzi millimetri. Si può infine adottare il modo che torna più comodo all'esperimentatore, ed a seconda del grado di esattezza che si vuol raggiungere. Ma quelle frazioni di vibrazione si valutan sempre con esattezza con un piccolo microscopio, consistente in un solo tubo munito di un obbiettivo di poco ingrandimento, e di un oculare con micrometro. Questo tubo va montato di faccia alla sirena dall'altra parte del cilindro, in guisa da poter esser disposto normalmente al cilindro, e da poter muoversi parallelamente all'asse OO. Tutto ciò non fu indicato nelle figure.

Finalmente si può aspettare a far con tutto l'agio quella misura, dopo aver terminata una serie di esperienze, e tracciata una serie di quelle curve. Così si diminuirà l'errore possibile per una variazione della pila.

Il cilindro Q è fatto con una grossa lamina perchè non si alteri sensibilmente quando è riscaldato per affumicarlo. Conviene che si infili sull'asse OO e si unisca al sistema solidamente, onde non possa menomamente ruotare indipendentemente dall'asse e dalla leva ll. Perciò egli ha un disco D centrale che porta, parallelamente all'asse OO, quattro piuoli grossi e corti, che entrano in quattro fori di un altro disco centrato e unito con quel medesimo asse; e quei due dischi combaciano esattamente fra loro, stretti da un dado a vite dalla parte opposta, cioè dalla parte che sta di fronte all'esperimentatore. È utile che sia fatto con una grossa lamina, anche per poterlo ritoccare al tornio quando per un lungo uso avesse sofferto qualche variazione di forma.

5. Nei primi tempi di queste mie prove, il mio interruttore era pur composto da una leva ll, da un cilindro Q e da

una sirena, ma il rimanente era d'altra forma. Sulle ghiere y dalla parte ove ora stanno quei cilindretti di avorio, erano allora fissate delle lamine di ottone, parallele al piano di rotazione della leva ll . Questa non urtava contro la estremità p della leva oL , ma con le sue estremità l ed l urtava contro i ganci c , che tenevano alzata la leva oL , onde questa ricadeva e chiudeva un circuito, col suo contatto sul piano $s\ s$. Ometto di descrivere completamente come tutte le altre parti dell'apparecchio eran disposte. Dirò solo che nella estremità p di ciascuna leva oL , vi era una piccola molla, o indice, che nella esperienza strisciava con la sua punta sulla lamina fissa sulla ghiera y , e che era affumicata. La linea così tracciata su quella lamina da quell'indice, dovea comporsi di due porzioni di circoli i di cui raggi erano disuguali, ma col loro centro comune sull'asse di rotazione OO . Una di quelle porzioni era tracciata prima che la leva ll incontrasse il gancio c , e l'altra dopo la caduta della leva oL a partire dal primo istante dell'urto. Quelle due parti di circoli eran riunite da una terza curva, composta da due movimenti circolari e contemporanei.

Volevo vedere se mi riusciva di precisare con quelle curve l'istante in cui si stabilivano realmente i contatti. Ma vidi che l'artificio non era buono; e fra le altre cose mi accorsi che la curva tracciata sulla anzidetta lamina dall'indice collocato in p , sulla leva oL , era una curva sinuosa, e non un arco di circolo, come avrebbe dovuto essere se la leva oL non si fosse posta a vibrare dopo l'urto, aprendo così e chiudendo per diverse volte rapidissimamente lo stesso circuito.

Non mi riuscì d'impedire quel moto vibratorio, ma forse ci perdei troppo presto la speranza e la pazienza. Fra le altre prove, misi sotto il piano s, s della gomma elastica, delle piccole molle, oppure del piombo, e posi anche, tanto per vederne l'effetto su quel moto, della pasta e della cera molle sullo stesso piano s, s ; ma non riescii a nulla, e la leva vibrava sempre. Vero è che quelle vibrazioni diminuivano di ampiezza, e tanto più quanto più debole era l'urto.

Feci altre prove con una molla la quale era fissa sopra un sostegno analogo ai sostegni M , e chiudeva od apriva il circuit-

to strisciando sopra la lamina di cui ho già parlato dianzi, e che era fissata sul pezzo y . Così potea essere determinabile l'istante in cui quella molla incontrava la lamina, e l'istante in cui la lasciava. Non saprei asserire se quella molla si ponesse o no a vibrare dopo aver incontrata la lamina; dirò soltanto che ne abbandonai l'uso, perchè i risultati numerici delle esperienze dipendevano sensibilmente dalla velocità con cui si operavano i contatti.

Disperando di poter far costruire il mio apparecchio, in modo così esatto da superare le difficoltà di quelle cause di errore, volli escludere quelle cause con la disposizione seguente.

6. Il circuito della pila, (*fig. 3.*), ha un capo nel serrafile r e l'altro nel serrafile h della base del sostegno. Così fino a che la leva oL posa sul piano s, s il circuito della pila è chiuso. Abbiassi ora la spirale che si vuol fare istantaneamente invadere dalla corrente della pila, e mettiamo un capo del suo filo nel serrafile n , e l'altro stretto nel foro del pezzo q del pezzo metallico P , retto dall'ebanite.

Se il contatto in s, s è bene stabilito, non circolerà nella spirale che una corrente affatto insensibile, a meno che non si tratti di molte coppie alla Bunsen; e quando si vorrà chiudere il circuito, non si farà che *aprire* il contatto in s, s colpendo la estremità p della leva oL . Quando però si tratta di una forte corrente, la derivazione nella spirale può esser sensibile; ma ci si rimedia prendendo due di quei sostegni M , e con lo stesso artificio. Allora si uniscono i serrafile n e q ai serrafile n e q di un altro sostegno M , per mezzo di due fili conduttori: e invece di porre i due capi della spirale ai serrafile n e q del primo sostegno (nel quale sono i capi della pila) si pongono ai serrafile h ed r del secondo sostegno. Egli è evidente che se torna meglio, si posson porre i capi del circuito della pila dove ora son quelli della spirale secondaria e viceversa. Così avviene che se vi ha una derivazione un poco troppo forte della corrente della pila, essa circola fra i due sostegni, e non ne passa una parte sensibile nella spirale. Le leve oL dei due sostegni devono esser colpite nello stesso istante della leva lL .

Con la precedente disposizione, non avevo alcuna corrente sensibile nella spirale della pila, fino a che le leve oL non erano spostate dalla leva ll ; anche quando avevo otto coppie alla Bunsen, ed una bussola di Weber, di gran modello, costruita dal Ruhmkorff.

La figura 5. rappresenta con dei semplici tratti come sono in quella disposizione il circuito della pila, quello della spirale in cui deve passar la corrente della pila stessa, le leve oL sui loro pezzi P , e i fili anzidetti che uniscono fra loro i due sostegni. Nella stessa figura è anche rappresentato il circuito di una seconda spirale concentrica alla prima, ma isolata da essa. Questa seconda spirale ha i capi del suo filo, uniti ai serrafili di un altro sostegno, al quale vanno pure i capi del filo della bussola destinata a misurare la corrente indotta dalla spirale voltaica. Se la leva oL di questo sostegno non tocca il piano s, s del suo pezzo P , tale corrente non può circolare nella bussola: così il circuito della bussola è aperto a partire dall'istante in cui la leva L, l colpisce la leva oL di quel circuito.

Spero di aver fatta una descrizione sufficientemente chiara del mio interruttore: ed ora non mi resta che a descrivere alcune esperienze, al solo oggetto di far vedere il grado di esattezza che può esser raggiunto con quell'apparecchio, e quanto ne sia l'uso facile e pronto.

7. Per verificare se l'interruttore è esatto volli adoperarlo per verificare la nota legge di Pouillet sulla proporzionalità fra le deviazioni impulsive dell'ago, e le durate del passaggio della corrente nella bussola, quando quelle durate sono piccolissime di fronte al tempo impiegato dall'ago a spostarsi sensibilmente dalla sua posizione di quiete, e gli angoli corrispondenti a quelle deviazioni sono pur piccolissimi. Quella legge è d'altronde quasi di per se stessa evidente.

Disposi il circuito della pila come già lo indicammo nella figura 5., fuorchè in quella figura sono indicati due circuiti distinti e delle spirali, mentre nel presente caso non vi sono spirali e vi è un sol circuito.

La esperienza comincia quando le leve oL posano tutte e

due sui loro piani *s, s*. La leva *ll* chiude il circuito, cioè manda la corrente della pila nella bussola abbassando contemporaneamente le leve *oL* che sono disegnate alla sinistra nella figura 5, e lo apre urtando la leva *oL* disegnata alla dritta nella figura stessa.

Avevo due pile alla Bunsen per la bussola di Weber, e tre per la sirena. Questa mi dava il *la* di 480 vibrazioni semplici. Avevo due soli giri di filo per la corrente nella bussola. Era filo coperto di gomma, che avevo passato intorno alla bussola per non adoperare il filo proprio di questo strumento. Variavo i tempi operando come già ho avvertito.

Mi assicuravo di tempo in tempo della costanza della corrente, inducendo con essa una corrente in una spirale che era unita al filo proprio della bussola, e che era vicina ad un'altra spirale che facevo percorrere dalla corrente, staccando per alcuni istanti i capi del filo della pila dai serrafili dell'interruttore. Non posso aver giudicato esattamente dei tempi fino al decimo di una vibrazione, perchè non feci uso del microscopio che descrissi, ma per chi è pratico di questo genere di esperienze basterà la tavoletta seguente.

Lo specchio della bussola era a 2^m,20 dall'obbiettivo e dal cannocchiale della bussola.

	Bussola	Vibrazioni	Rapporti
	^m		
1	0,90	1,50	1,67
2	1,10	1,80	1,64
3	1,85	3,10	1,67
4	2,30	3,80	1,65
5	3,00	5,00	1,67
6	4,10	6,70	1,63
7	5,80	9,50	1,64
8	6,40	10,50	1,64
9	7,60	12,60	1,66
10	7,85	13,10	1,67
11	9,20	14,90	1,62
12	9,20	15,00	1,63
13	13,20	21,50	1,63
14	13,60	22,40	1,65

La 4. colonna mostra i rapporti fra i numeri della 2. e della 3. Tali rapporti sono costanti, almeno con tutta l'approssimazione permessa, non potendo garantire la esattezza della seconda decimale in quelle colonne; e d'altronde non è possibile valutar la seconda decimale nella lettura della bussola. A tutto rigore quei numeri rappresenterebbero le coordinate di una linea retta che passa a piccolissima distanza dall'origine; e quella distanza sarebbe minore di 0,01, ma non potrebbe per le ragioni anzidette valutarsi esattamente. Il valore di quella distanza rappresenterebbe quello dell'extracorrente del circuito del galvanometro al chiudere del circuito.

L' Helmholtz, nel suo citato lavoro, avvertì per il primo che, generalmente parlando, conviene fare alle deviazioni della bussola, o del galvanometro, la correzione per la influenza di quella extracorrente, quando si vuole servirsene per la determinazione di tempi piccolissimi; e diede una formula per fare quella correzione. Ma nella nostra precedente esperienza pare che quella correzione sia trascurabile.

In ogni caso si vede che il nostro interruttore può servire a determinare sperimentalmente il valore di quella extracorrente. Per quest'ultimo scopo l' Helmholtz consiglia di adoperare un galvanometro la di cui resistenza sia grande, rispetto a quella della pila e del resto del circuito; e consiglia di fare in modo che nell'atto dell'apertura del circuito della pila si chiuda un circuito, composto del galvanometro e di un filo di resistenza uguale a quella della pila.

Qui aggiungo un'altra tavola coi risultati di un'altra esperienza simile alla precedente, e fatta dal mio amico Dott. L. Donati. Si aveva un solo elemento alla Daniell.

	Bussola	Sirena
1	1,30	2,60
2	1,00	2,00
3	0,50	1,16
4	0,25	0,52
5	0,40	0,89
6	0,80	1,70
7	2,80	5,60
8	1,60	3,00
9	2,85	5,70
10	4,70	9,20
11	14,20	28,50
12	9,50	19,00

In questa ultima esperienza furono valutate molto meglio che nella prima le frazioni di vibrazione. È manifesta la proporzione costante fra le indicazioni della bussola, e quelle della sirena, e par sempre che, nelle accennate condizioni, sia trascurabile la influenza dell'extracorrente.

Col mio interruttore si elude la difficoltà di chiudere un circuito senza incontrare le cause di errore di cui parlammo. Ciò potrà essere utile nella generalità dei casi, ma non sarà possibile a farsi quando converrà che il circuito sia non solo non percorso dalla corrente, ma sia anche realmente aperto. Quest'ultimo caso mi si presentò studiando come varia la intensità della corrente indotta da un cilindro di ferro dolce, al cessare o al cominciare dell'azione della spirale voltaica. Ma prima di passare a quel caso è conveniente il vedere con un altro esempio quanta regolarità si può ottenere nelle indicazioni del nostro interruttore, quando per chiudere un circuito si può far uso dell'artificio sopra descritto.

8. Si tratti per esempio, di osservare come varia la intensità della corrente indotta dal cilindro di ferro dolce che è nell'interno di una spirale voltaica, sopra una seconda spirale concentrica a quella prima, e a partire dall'istante in cui si chiude il circuito della pila. Per la corrente della pila avevo una spi-

rale di 0^m,08 pel diametro esterno, e di 0^m,04 per l'interno, ed alta 0^m,13. Il suo filo, coperto di seta, era grosso 0^m,016. Attorno a questa spirale, per formare la spirale secondaria destinata alla corrente indotta dalla prima, erano avvolti quattro strati di filo grosso 0^m,01 e coperto di gomma; ed ogni strato era di 40 giri. Il tubo su cui era avvolto il filo della spirale primaria, era di rame ma con una fenditura longitudinale, per impedirvi le correnti di induzione. Nella capacità cilindrica e interna di tal coppia di spirali, ponevo un cilindro di ferro dolce, che la riempiva quasi interamente, avvolto da una tela coibente. La spirale interna, cioè la secondaria, era nel circuito della bussola; e con tre coppie alla Bunsen per la spirale primaria ottenevo circa 40 divisioni del regolo della bussola, quando vi era il ferro dolce; e circa cinque divisioni per la corrente indotta dalla sola spirale primaria sulla secondaria. Questa ultima corrente indotta presenta un caso assai più semplice a studiarsi del primo in cui vi è l'azione del ferro, a meno che non sia complicato da disposizioni speciali dei circuiti, da gran numero di giri nelle spirali, e da grandi resistenze. E il nostro interruttore si presta assai bene a tali studi.

È di per sé evidente che la corrente che circola nella bussola durante lo stato variabile del magnetismo, dipende in ogni istante da altre cause oltre che dalla semplice azione del ferro sulla spirale secondaria; giacchè quest'ultima sarà anche soggetta all'azione diretta della spirale primaria, e questa risentirà la reazione del ferro, e della stessa spirale secondaria. Tutte queste reazioni influiranno sulla durata della magnetizzazione e della smagnetizzazione, e sulla legge fra il tempo e la variazione del momento magnetico del ferro.

Feci alcune esperienze per verificare quale influenza sensibile dovea nel mio caso attribuirsi alle correnti indotte nella massa stessa del ferro dolce. Per tale scopo ripetei le esperienze che or ora descriverò, e nelle quali adoprai quel cilindro massiccio di ferro, con un cilindro perfettamente uguale a quello, ma diviso longitudinalmente in quattro spicchi, da due piani ad angolo retto passanti per il suo asse. Talora que' spicchi erano separati fra loro da un sottile strato coibente, e talora

non avean quello strato; anzi, per rendere più sicuro il contatto metallico, erano stretti interponendovi dei fogli ben lisci e stesi di stagnuola.

Misi anche in luogo di quel cilindro, un altro cilindro simile ma fatto con bacchette di ferro separate fra loro di circa due millimetri; e talora facevo la esperienza in quel modo, talora versavo del mercurio per riempire gli intervalli fra quelle bacchette, e renderli conduttori. I risultati che ottenni restarono press' a poco gli stessi; sia che fossero conduttori o no gli intervalli fra le diverse parti della massa del ferro: il che, a dir il vero, mi sorprese alcun poco. Osservai bensì che, come era da prevedersi, la velocità della magnetizzazione o della smagnetizzazione aumentava a misura che la massa del ferro era divisa in maggior numero di parti, distanti fra loro, invece di formare un tutto massiccio; e che quando il circuito della spirale secondaria era aperto, quella velocità fu maggiore di quando era chiuso. È infatti nota la influenza dell'astuccio metallico che si pone nei noti apparecchi ad uso medico, per graduare la intensità di alcuni effetti fisiologici. E tale influenza par debba essere, in parità di circostanze, assai maggiore di quella della spirale secondaria che descrissi; perchè la resistenza dell'astuccio è molto più piccola di quella della spirale.

Però avverto che qui non intendo parlare che incidentalmente di tali incomplete esperienze.

9. Con una disposizione di circuiti uguale a quella dianzi indicata, facendo agire l'interruttore chiudevo il circuito della spirale primaria ossia lo facevo istantaneamente percorrere dalla corrente della pila; e dopo un brevissimo intervallo di tempo aprivo il circuito della spirale secondaria e della bussola. Così ottenevo la somma delle correnti elementari, indotte durante quell'intervallo di tempo; e variando la grandezza di quell'intervallo coi modi che già ho descritti, ottenevo via via dei numeri diversi, dalla sirena e dalla bussola, e potevo con quei numeri costruire una curva, che essendo molto regolare mi assicurava nuovamente della esattezza del mio interruttore.

Ma aprendo il circuito indotto dopo aver chiuso l'inducen-

te avevo la somma delle correnti indotte dal ferro dolce, più la somma delle correnti indotte dalla spirale primaria sulla secondaria; e volendo saper la prima somma mi conveniva saper la seconda. Per tale oggetto, e a fine di aver una prima approssimazione nello studio del fenomeno, ripetevo senza il ferro dolce, e con le sole spirali primaria e secondaria, le esperienze fatte col ferro dolce nelle spirali; così ottenevo un'altra curva che mi dava le correzioni da farsi alle deviazioni della bussola, onde quelle deviazioni rappresentassero, per approssimazione almeno, le somme delle correnti elementari indotte dal solo ferro dolce. Ma ultimamente feci in altro modo che mi ispirò maggior fiducia. La sola esperienza forse non potrà mai dare con assoluta esattezza il valore di quella correzione, ma potrà raggiungere quel valore con molta approssimazione, non trascurando che delle induzioni di induzioni, ossia di un ordine minore di quelle che sono studiate.

Ecco quell'ultimo modo. Presi un'altra coppia di spirali, simile alla prima già descritta, e misi nello stesso circuito della pila le spirali interne ossia le primarie di ogni coppia; e misi similmente le due spirali secondarie nello stesso circuito della bussola, ma in modo che le induzioni delle due coppie di spirali si neutralizzassero perfettamente nella bussola, quando in nessuna delle due era il cilindro di ferro dolce. Avevo quattro coppie alla Bunsen.

Le curve che ottenni si approssimavano molto a quelle rappresentate generalmente dalla formula seguente, eccettuandone però i valori di t minori di 2,00.

$$F = a \left(1 - e^{-bt} \right).$$

F sarebbe proporzionale alla somma delle correnti indotte, nel tempo t , contato dall'istante della chiusura del circuito voltaico; b ed α sono costanti, e per comodità di calcolo presi $\alpha = 10$ nelle riduzioni in numeri. È da osservarsi che quella formula coincide nella forma con quella data dall'Helmholtz per la determinazione della intensità della corrente nel primo istante della chiusura del circuito della pila.

Ecco i risultati numerici di una sola esperienza, avendo scelto per b il valore 0,10. F_c indica i valori di F ottenuti dalla formula, avendo $a = 31,00$.

	t	F	F_c	$F_c - F$
1	2,00	11,00	11,44	+0,44
2	2,50	13,23	13,56	+0,33
3	2,80	14,50	14,72	+0,12
4	2,70	14,65	14,35	-0,30
5	3,70	17,40	17,77	+0,37
6	4,20	19,25	19,21	-0,04
7	5,00	21,43	21,19	-0,24
8	5,10	21,70	21,42	-0,28
9	5,55	22,60	22,36	-0,24
10	6,50	24,90	24,06	-0,74
11	7,10	25,65	24,95	+0,30
12	7,40	25,80	25,36	-0,44

A misura che t diminuisce e per valori minori di 2,00 i valori di F dati dalla esperienza aumentano meno rapidamente di quelli dati dalla formula; ossia, ciò che torna a dir lo stesso, la velocità della magnetizzazione è meno rapida nei primi istanti, che dopo la durata di circa due vibrazioni. E quella tendenza dei valori di F a crescere nei primi tempi della esperienza meno rapidamente che nel seguito, apparisce anche nel quadro precedente. Con un poco più di pazienza della mia si potrà determinare un valore di b pel quale diminuiscano le differenze $F_c - F$, ma credo che non potrà mai sparire quella anzidetta tendenza, relativamente ai valori di F .

Si rifletta però che la velocità della magnetizzazione doveva essere, specialmente nei primi tempi, diminuita dalla azione esercitata sul cilindro di ferro dolce dalla spirale secondaria, ove circolava la corrente indotta.

Per assicurarmi della costanza della pila osservavo di tempo in tempo nella bussola la deviazione α , dovuta alla somma intiera delle correnti indotte, da $t = 0$ a $t = \infty$.

Del resto io credo che si può rappresentare, assai più esattamente, con una formula che contenga due quantità esponenziali, invece di una sola come si vede nella formula precedente, i risultati numerici della precedente esperienza, e per tutti i valori di t . Ma noi qui volemmo soltanto dare al lettore un criterio per giudicare dell'andamento generale del fenomeno, e della regolarità nel modo di funzionare dell'apparecchio.

10. In altra esperienza volli togliere il cilindro di ferro dolce alla influenza e del circuito della pila, e di quello della bussola, aprendo il circuito della pila mentre era aperto quel secondo, cioè quello della spirale secondaria, ma chiudendo quest'ultimo dopo un certo intervallo di tempo. Così avevo le somme delle correnti indotte dalle variazioni di quella quantità di magnetismo, ancora esistente alla fine di quell'intervallo.

Allora non avevo bisogno che di due soli sostegni M , l'uno per aprire il circuito della pila, e l'altro per chiudere il circuito della spirale secondaria. Ma non potendo più chiudere questo circuito con l'artificio che adoperai per chiudere quello della pila, fissai due corte molle di ottone, sufficientemente forti, sul pezzo P sostenuto dall'ebanite (*fig. 3.*), l'una a dritta e l'altra a sinistra della leva oL , e del pezzo m ; in guisa che la leva oL alzandosi per l'urto della grande leva lL , incontrasse le parti superiori di quelle molle. Queste passavano al disopra della leva oL a lievissima distanza, ma senza toccarla, quando quella leva posava orizzontalmente sul pezzo sostenuto dall'ebanite. Tra la superficie metallica s, s e il pezzo m della leva, stava una laminetta di ebanite, onde il circuito non potesse chiudersi che pel contatto della leva con quelle molle. La leva oL alzandosi toccava le due molle ad un tempo, e vi rimaneva stretta. Mi assicurai che l'intervallo che potea rimanere fra la leva e le molle era più che sufficiente per escludere ogni corrente. La figura 7. mostra quest'ultima disposizione, osservata stando con l'occhio nella direzione orizzontale della leva oL , quando questa non tocca le molle. Misi due molle invece di una, per mantenere la leva sempre nello stesso piano verti-

cale, e per la speranza di evitare, almeno in parte, gli errori provenienti dalle vibrazioni delle molle.

I numeri che ottenni dall'interruttore, con questo modo di chiudere un circuito, furon ben lungi dall'essere regolari come quelli delle esperienze precedenti. Per le stesse indicazioni della bussola, cioè pei medesimi valori di F , i valori di t non eran più sensibilmente gli stessi, e le loro differenze arrivavano non di rado alla metà della durata di una vibrazione del la , di 480 vibrazioni semplici.

Le esperienze che descrissi per verificare la proporzionalità fra le deviazioni dell'ago ed i tempi, durante i quali riman chiuso il circuito della pila e della bussola, diedero dei risultati troppo precisi, per poter ora supporre che le irregolarità dei risultati dell'ultima esperienza possano derivare da altra cosa, fuorchè dalla imperfezione del modo ultimamente usato per chiudere il circuito della spirale secondaria. E neppure può credersi che quelle irregolarità dipendano dal genere delle correnti di induzione, perchè coi valori numerici della tavola del paragrafo 9.º si può costruire una curva regolarissima, senza alcuna incertezza troppo sensibile, nei limiti degli errori che avrò commessi valutando le frazioni di vibrazione, o leggendo le indicazioni della bussola. Avvertiamo ancora un'altra causa di errore.

Chiudendo il circuito in quell'ultimo modo narrato, non si possono contare i tempi dall'istante in cui avrebbe realmente luogo il contatto, fra la leva oL e le molle, se questo contatto si stabilisse istantaneamente con tutta la perfezione dovuta. Infatti quando si pongono le leve oL dei pezzi M in modo che la leva ll le incontri tutte e due nello stesso istante (in guisa che le linee rette tracciate dalla sirena, come lo dicemmo già si sovrappongano esattamente) non si ottiene nella ultima esperienza narrata una deviazione dell'ago uguale ad α ; cioè non si ha nella bussola la somma intiera delle correnti elementari indotte da $t = 0$ a $t = \infty$, come quando si apre il circuito della pila, mentre sta continuamente chiuso il circuito della bussola. Per ottenere tutta la deviazione α , conviene disporre le leve oL in modo che il circuito della bussola si chiuda prima

che si apra il circuito della pila, per un intervallo di tempo che nella mia esperienza non poteva essere minore della durata di mezza vibrazione, ossia di circa un millesimo di minuto secondo. Ed è molto probabile che tal *ritardo* dipenda dalla velocità con la quale si urtano le parti metalliche che servono a chiudere il circuito.

L'Helmholtz avvertì nel suo citato lavoro un ritardo d'altro genere. Era il ritardo cagionato dal tempo necessario per la propagazione del movimento lungo una parte di avorio, delle leve del suo interruttore. Si comprende come un ritardo di quel genere debba a tutto rigore esister sempre, ma non era sensibile nel mio apparecchio, e si sarebbe manifestato nelle esperienze del paragrafo 7.

11. Devo anche avvertire un'altra possibile causa di errore, quando si fa uso del mercurio per aprire un circuito. Facevo delle esperienze, partendo dalla posizione in cui è chiuso e il circuito della pila e quello della spirale secondaria e della bussola. Aprivo prima il circuito della pila, e dopo quello della bussola; e per ciò fare non avevo bisogno che di due sole leve *o L*, ossia di due soli sostegni *M*. Non avendo che ad aprir circuiti, non avevo neppur bisogno di ricorrere ad artifici speciali. Per ottenere la somma α totale, indotta durante il tempo che nelle formule è espresso da $t \rightarrow \infty$, lasciavo stabilmente chiuso il circuito della bussola; e talora aprivo il circuito della pila levando un filo conduttore da una vaschetta di mercurio, e talora o con la leva dell'interruttore o più semplicemente con un dito davo un urto alla leva *o L* che chiudeva quel circuito. Ottenni costantemente una deviazione dell'ago di alcun poco *maggiore* con quell'ultimo modo, che col primo; e maggiore di una quantità piccola relativamente ad α , ma molto sensibile, e forse variabile con la velocità con la quale toglievo dal mercurio quel filo conduttore.

12. Le esperienze fatte aprendo il circuito della pila, e dopo chiudendo quello della spirale secondaria, mostrano che nelle condizioni generali delle mie esperienze (cioè quando il ma-

gnetismo è generato dall'azione di una spirale voltaica entro la quale sta un cilindro di ferro dolce) all'aprirsi del circuito voltaico il ferro perde il suo magnetismo con una velocità maggiore di quella con la quale esso l'acquista, quando si chiude lo stesso circuito: cioè quando la variazione nel magnetismo avviene in presenza di una spirale sempre chiusa, sia la primaria o la secondaria. Quel valore resterebbe sempre finito e di quell'ordine di grandezza che può desumersi dalle nostre esperienze, quando non solamente non vi fossero nel ferro, come non vi erano in una delle nostre esperienze, le correnti indotte da quelle spirali, ma non vi fossero neppure nella massa del ferro le correnti indotte dalla variazione del suo stesso potenziale magnetico, dopo l'apertura del circuito voltaico? Per rispondere a tal domanda forse ancora non possono bastare le esperienze accennate nel paragrafo 8.; e d'altronde sarà sempre impossibile di farle in modo da escludere affatto quelle correnti. Però non è forse fuor di ragione il riflettere che noi possiamo, è vero, considerare i fenomeni del magnetismo indipendentemente da quelli delle correnti indotte, ma non possiamo asserire che in natura le variazioni di magnetismo possano esistere indipendentemente da quelle correnti di induzione nel ferro stesso; e se tale indipendenza non potesse esistere, quella domanda non potrebbe più aver luogo. Nei primi tempi in cui cominciai questo genere di esperienze, vale a dire mentre cercavo la forma migliore per il mio apparecchio, mi pareva che la legge con la quale varia col tempo la corrente indotta dalla sola variazione del magnetismo, al chiudere del circuito voltaico apparisse dover esser sensibilmente diversa dalla legge nel caso dell'aprirsi dello stesso circuito. I risultati numerici della esperienza narrata nel paragrafo 10. non mi confermerebbero in quella opinione.

Qui, lo ripeto, ebbi il solo scopo di far conoscere il mio interruttore, e di dare una idea sufficiente del grado di esattezza a cui esso può condurre. Esso dispensa dall'aver per le misure dei tempi un altro galvanometro, oltre quello che deve misurare le quantità di elettricità; oppure offre un modo pronto ed esatto per determinare la correzione da farsi

nel galvanometro che dovrebbe misurare quei tempi. Riduce nella generalità dei casi la chiusura all'apertura di un circuito, eliminando alcune possibili cause di errori, e perciò diminuendo grandemente il numero delle esperienze necessarie per avere dei valori medii esatti, e confrontarli con le formule. Non ha parte alcuna così delicata che sia facile ad alterarsi con l'uso o col tempo, e che richieda l'abilità di un costruttore speciale. Finalmente si può con quell'interruttore misurare i tempi con un galvanometro, come in quello dell'Helmholtz, invece di adoprare la sirena: ma credo che generalmente si preferirà sempre quest'ultima, quando si abbia sufficiente pratica dell'apparecchio.

Il limite nella delicatezza di misure dell'apparecchio, dipende molto come in tanti altri casi, dalla abilità, dalla pazienza e dalla pratica dell'esperimentatore, ma anche dalle maggiori o minori dimensioni delle diverse parti dell'apparecchio. Con le dimensioni che indicai, e anche quando la sirena dà il *do*, di 1024 vibrazioni semplici, si possono ottenere sul cilindro delle sinuosità assai lunghe e fine per poter valutarne il decimo; con un cilindro di maggior diametro, e adoperando il microscopio si potrà spinger sempre più oltre la delicatezza delle misure.

Quando la bussola è sensibile alle correnti termoelettriche, convien che le leve *o L* siano di ottone interamente: oppure conviene stendere sopra di esse un filo, in modo che escluda quelle correnti dalla bussola. Aggiungendo, come già lo dicemmo, alla leva *ll* un pendolo, e, se ciò fosse necessario, rendendo più agevoli e delicate le molle che premono sulle altre leve, il nostro apparecchio potrà servire come quello dell'Helmholtz descritto nei *Monatsberichte* del 1871. E nulla nell'apparecchio nostro osterebbe per servirsi di quello stesso sistema di leve onde operare con del mercurio le chiusure e le aperture dei circuiti. E si potrebbero aggiungere delle viti di richiamo per regolare le leve e adoperare quel pendolo per la misura dei tempi, quando si fosser rese minime le perdite di forza viva del pendolo, per gli urti sulle leve, imitando così l'apparecchio dell'Helmholtz. La forma generale del nostro interruttore si presta

a tutti quei cangiamenti, che via via renderebbero l'apparecchio capace di valutare in frazioni di secondo sempre più piccole l'intervallo di tempo a decorrere fra gli istanti degli urti sulle leve, per interrompere o chiudere i circuiti. Ma la esattezza delle misure dipende ancora dal modo col quale è possibile, a seconda dei casi, operare le chiusure e le aperture dei circuiti, e da quel modo dipende il limite oltre il quale sarebbe inutile lo spinger più oltre la delicatezza di misura per quell'intervallo di tempo.

L'apparecchio fu costruito in Pisa dal sig. Mariano Pierucci.

**DESCRIZIONE DEL GOMITOLO ELETTROMAGNETICO, E DI QUALCHE
ESPERIMENTO PER UTILIZZARLO NELLA COSTRUZIONE DELLE
MACCHINE MAGNETO-ELETTRICHE; DEL DOTT. ANTONIO
PACINOTTI.**

È già nota la elettro-calamita trasversale ad anello che costrussi nel 1860 ed adoperai come motore elettro-magnetico e come macchina magneto-elettrica (1); essa è stata adottata dal sig. Gramme in macchine magneto-elettriche assai potenti (2).

Ora mi propongo di descrivere una modificazione di quella elettro-calamita trasversale che mentre offre maggiori facilità di costruzione, può dar luogo a parità d'altre circostanze a corrente indotta più energica e sensibilmente continua nella porzione fissa del circuito. Ecco come mi si è presentata l'idea della nuova elettro-calamita.

Supponiamo di aver costruito sopra un cilindro cavo di ferro una elettro-calamita trasversale anulare; e perciò di

(1) Vedi *Nuovo Cimento* fascicolo di Giugno 1864.

(2) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 2 Dec. 1872.