

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI  
ANNO CCXCVI.

1899

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VIII.

1° SEMESTRE



ROMA  
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1899

**Fisica.** — *Sulla teoria del contatto.* Nota II di QUIRINO MAJORANA, presentata dal Socio BLASERNA.

In una Nota che è stata pubblicata nel precedente Rendiconto, ho fatto vedere che ampliando il principio di Volta, si arriva alla conclusione che basta il semplice avvicinamento, o allontanamento di due pezzi metallici eterogenei, per ottenere cariche elettriche libere. Come applicazione di questo principio mi propongo di descrivere due apparecchi, i quali possono fornire, quando vengano posti in rotazione, correnti elettriche continue. Queste correnti, del resto debolissime, sono dovute appunto alla formazione e alla neutralizzazione di quelle cariche.

Un tamburo di legno o di ebanite T, girevole, è rivestito sulle sue pareti cilindriche da due lamine isolate metalliche, l'una di zinco e l'altra di rame (fig. 1). Ciascuna di queste lamine abbraccia il tamburo per poco meno di 180°. Le due lamine di un commutatore, girevole e solidale col tamburo, sono unite ciascuna con uno dei due metalli. Due spazzole appoggiano sopra tal collettore come è indicato in figura. Il tamburo T è racchiuso da due

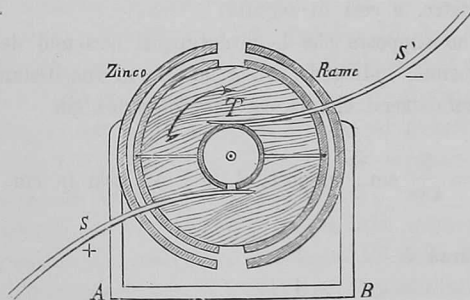


FIG. 1.

armature cilindriche, concentriche ad esso, e fisse sul sostegno; queste armature sono in comunicazione metallica mediante la staffa AB.

Pongasi il tamburo in rotazione secondo la freccia, e consideriamo ciò che avviene durante il primo mezzo giro. Lo zinco del tamburo si avvicina al rame fisso e, per quel che si è visto, viene a caricarsi negativamente; il rame invece si avvicina allo zinco fisso, esso dunque si carica positivamente. Per conseguenza, un filo che riunisce le due spazzole S ed S', viene ad esser traversato da una corrente diretta da S in S'. Dopo il primo mezzo giro il

giuoco si inverte, giacchè lo zinco del tamburo si allontana di nuovo dal rame fisso, mentre il rame si allontana dallo zinco fisso. Ma anche la posizione del collettore è cambiata, e per conseguenza la spazzola S è sempre positiva, e la S' negativa.

Al girare del tamburo si può dunque raccogliere una corrente continua, sempre diretta nello stesso senso.

Sarebbe difficile calcolare a priori qual sia l'intensità di questa corrente; ciò dipendentemente dal fatto che non sarebbe facile determinare le capacità delle varie parti dell'apparecchio. Ma se le armature mobili e le fisse sono molto vicine, vale a dire se il diametro del tamburo differisce di pochissimo da quello interno delle armature fisse, si può fare il calcolo con buona approssimazione.

Consideriamo l'apparecchio nella posizione segnata in figura. Le cariche elettriche distribuite nel sistema, hanno allora un piccolo valore, giacchè le differenze di potenziale tra i pezzi metallici affacciati sono nulle; ma facciamo compire un mezzo giro al tamburo, se indichiamo con C la capacità di uno dei due condensatori che costituiscono l'apparecchio, sarà  $C(Zn/Cu)$  la quantità di elettricità che dal rame del tamburo è andata nello zinco dello stesso, supponendo le spazzole S ed S' riunite da un filo. Con ciò ho ammesso che la capacità di ciascuna delle armature, indipendentemente dalla presenza delle altre, sia trascurabile. Al secondo mezzo giro questa quantità di elettricità ritorna indietro, e così di seguito.

Ora giacchè ho supposto che le armature di ciascuno dei due condensatori sieno vicinissime, indicando con  $e$  la loro mutua distanza e con S la superficie, potrà ammettersi che la capacità elettrica sia

$$C = \frac{S}{4\pi e} \text{ cm.}, \text{ supposti S ed } e \text{ espressi in cm.}$$

Che espressa in farad è

$$\frac{S}{4\pi e} \frac{1}{9 \cdot 10^{11}}.$$

Moltiplicando questa capacità per la differenza di potenziale  $Zn/Cu$ , si avrà la quantità di elettricità che fluisce per ogni mezzo giro attraverso le spazzole, e se  $n$  è il numero dei giri al secondo del tamburo, sarà

$$I = \frac{Sn}{2\pi e} (Zn/Cu) \frac{1}{9 \cdot 10^{11}} \text{ amp.}$$

l'intensità della corrente che si ottiene.

Una corrente esattamente della stessa intensità, ma che è bruscamente alternante, si ottiene attraverso la congiuntura AB delle due armature fisse.

Ed è essenziale che questa congiuntura esista; in caso diverso lo scambio di elettricità tra le due armature mobili, avverrebbe in una misura molto minore.

Nel nostro caso sperimentale la superficie  $S$  di una delle lamine è di 86 cmq.; la distanza tra le armature mobili e le fisse è di circa 1 mm. Se l'apparecchio fa 20 giri per minuto secondo, ponendo la forza elettromotrice di contatto tra zinco e rame eguale a 0,8 volt, si ha

$$I = \frac{86 \cdot 20 \cdot 0,8}{2\pi \cdot 0,1 \cdot 9 \cdot 10^{11}} = \text{amp. } 2,42 \cdot 10^{-9}.$$

È dunque un'intensità estremamente piccola.

Ma un galvanometro sensibilissimo, ad alta resistenza, e bene astatizzato, accusa una deviazione di 4 o 5 millimetri su di una scala alla distanza di 2 metri. Questa deviazione cambia di segno col cambiare del senso di rotazione del tamburo; e, determinata la sensibilità dell'istrumento, si riconosce facilmente che la grandezza di tale deviazione è quella che compete ad intensità così deboli come l'indicata. Inoltre, come è naturale, la deviazione è proporzionale alla velocità di rotazione e sparisce del tutto allontanando le armature fisse.

L'apparecchio descritto ha qualche analogia col duplicatore di Belli o col *replenisher* di W. Thomson. Ma ne differisce anzitutto per il fatto che esso è destinato a fornire una corrente elettrica, anzichè delle cariche statiche; lo studio delle intensità di queste correnti, ci dà un mezzo per la determinazione della forza elettromotrice di contatto dei due metalli adoperati. Differisce ancora dal *replenisher* per la costituzione dell'armatura girevole; nel caso attuale è costituita da metalli eterogenei; e l'intensità della corrente che si otterrebbe, se essa fosse costituita da un sol metallo, sarebbe soltanto la metà. Rivestendo infatti detta armatura di stagnola, il galvanometro accusa una deviazione solo di 2 o 3 millimetri.

Sarebbe difficile, se non del tutto impossibile, osservare la corrente che circola nelle armature fisse attraverso il sostegno AB della figura. Occorrerebbe all'uopo un elettrodinamometro di straordinaria sensibilità.

Nella determinazione dell'intensità della corrente che può fornire l'apparecchio descritto, non ho tenuto conto della resistenza del galvanometro; anzi ho detto che è bene che questo sia ad alta resistenza. Ciò perchè restano così aumentati il numero di ampèr-giri, e realmente non è a temere che questa resistenza, anche supposta di un migliaio di ohm, possa ancor diminuire l'intensità della corrente che si studia.

Ma al fine di render più agevole l'osservazione di correnti elettriche generate da movimenti relativi di pezzi metalli eterogenei, ho voluto procedere alla costruzione di altro apparecchio, che è solo un'ampliamento del precedente (fig. 2).

In questo la corrente elettrica vien raccolta nelle armature fisse e successivamente raddrizzata da un commutatore portato dall'asse girante delle mobili.

Queste sono costituite da una serie di dieci dischi, ciascuno dei quali è per metà di zinco e per metà di rame; nella posizione segnata in figura

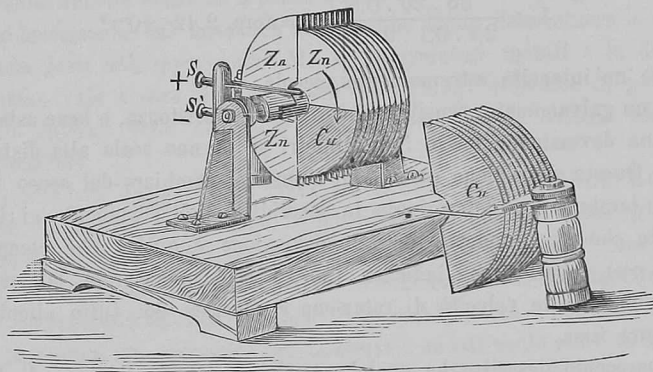


FIG. 2.

tutti gli zinchi sono in alto e i *rami* in basso. Le armature fisse sono portate da due colonnine isolanti, e costituiscono pettini formati ciascuno da undici mezzi dischi di zinco o di rame comunicanti tra loro. Questi due pettini, quando sono entrambi messi in posto, lasciano liberamente girare la serie di dischi mobili senza che avvenga alcun contatto.

I pettini portano una spazzola ciascuno, che appoggia sopra un anello metallico dell'asse girevole, montato su ebanite. I due anelli comunicano alla lor volta, ciascuno con una lamina di un commutatore, il cui piano di divisione delle lamine, contiene anche le linee di saldatura dei due metalli che costituiscono le armature girevoli. Con ciò i due serrafili S ed S' raccolgono rispettivamente, quando il tamburo gira secondo la freccia, delle cariche positive e negative.

La maggiore intensità della corrente fornita da questo apparecchio non tiene ad altro che alla maggior superficie totale delle lamine.

Le armature mobili hanno complessivamente una superficie di 1327 cmq. di rame, ed altrettanti di zinco. La distanza che intercede tra un'armatura mobile, ed una fissa, è di 2,5 mm.

Sicchè supponendo che l'apparecchio faccia 20 giri al secondo e sia sempre 0,8 la f. e. m. di contatto tra zinco e rame, sarà

$$I = \frac{1327 \cdot 20 \cdot 0,8}{2\pi \cdot 0,25 \cdot 9 \cdot 10^{11}} = 1,5 \cdot 10^{-8}$$

E infatti la deviazione data dal galvanometro è notevolmente più grande che nel primo caso (6 o 7 volte).

Sono necessarie alcune osservazioni relative al buon andamento delle precedenti esperienze. Occorre anzitutto che sieno buone le condizioni superficiali dei vari pezzi metallici. Con ciò intendo che sia lo zinco pulito di fresco e possibilmente speculare o brunito. Se il rame non è in tali condizioni, ciò non nuoce all'esperienza, anzi, si ottengono deviazioni maggiori con pezzi di rame ossidati scaldandoli con una fiamma a gas (W. Thomson).

L'isolamento, ove occorre, deve esser fatto con ebanite. Pezzi di legno anche essiccati al forno, se adoperati nella costruzione di simili apparecchi danno cattivo risultato, benchè lascino ancora osservare i fenomeni. È essenziale che la puleggia che serve ad imprimere movimento al tamburo sia di legno o meglio metallica; pulegge di ebanite, elettrizzandosi per lo strofinio della fune di trasmissione, mascherano talvolta completamente il fenomeno.

Usando tali cautele, non sono a temersi altre cause perturbatrici; azioni termoelettriche, od elettromagnetiche non possono intervenire, giacchè permanentemente il circuito del galvanometro resta aperto.

Gli apparecchi descritti, oltre a permettere la misura della f. e. m. di contatto di due metalli eterogenei, si prestano bene alla semplice dimostrazione della esistenza di tal forza, o per lo meno della esistenza di una differenza di potenziale tra i due metalli. Occorre solo disporre di un galvanometro di grande sensibilità. Consideriamo il primo di questi due apparecchi. L'espressione che ci dà l'intensità della corrente fornita, ha a denominatore il valore della distanza che intercede fra le armature fisse e le mobili. Volendo dunque aumentare quella intensità, basta diminuire quella distanza. Disgraziatamente non si può andare al di là di un certo limite, per ragioni meccaniche. Se tale distanza fosse ad esempio di  $\frac{1}{100}$  di mm., quell'intensità sarebbe 100 volte maggiore.

In ogni caso la corrente ottenuta è una trasformazione del lavoro occorso per vincere le azioni mutue delle cariche elettriche esistenti sulle varie parti dell'istrumento.