

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIV.

1907

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVI.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1907

Fisica matematica. — *Traiettorie e onde luminose in un mezzo isotropo qualunque.* Nota di ANTONIO GARBASSO, presentata dal Socio V. VOLTERRA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Un dispositivo per la produzione di correnti continue ad alta tensione, praticamente costanti.* Nota di O. M. CORBINO ⁽¹⁾, presentata dal Corrispondente D. MACALUSO.

1. In un lavoro precedente ⁽²⁾ ho mostrato che le correnti secondarie del rocchetto di Ruhmkorff funzionante con l'interruttore di Wehnelt sono, per l'interposizione di una scintilla anche di piccola lunghezza, nettamente unilaterali, nel senso delle correnti di apertura. Esse hanno un andamento rettilineo e si prolungano per una buona frazione del periodo dell'interruttore; solo con scintille cortissime le correnti divengono bilaterali.

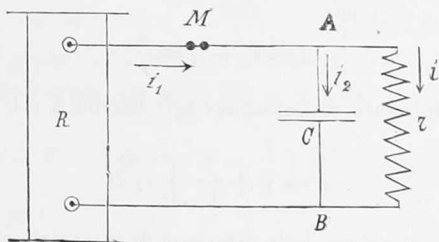


FIG. 1.

Tali correnti pulsanti di tensione altissima possono rendersi praticamente costanti col dispositivo della fig. 1.

Sia R un rocchetto di piccole dimensioni nel cui primario la corrente venga interrotta per mezzo dell'apparecchio di Wehnelt e si rileghi il secondario, come nella figura, col micrometro a scintille M con la resistenza non induttiva r e col condensatore C. A ogni scarica di apertura che traversa M, il condensatore riceverà una certa quantità di elettricità che circolerà in parte lungo la resistenza r nell'intervallo tra due scariche consecutive, mentre il resto si accumulerà nel condensatore. Le successive scariche tenderanno

⁽¹⁾ Istituto Fisico della R. Università di Messina.

⁽²⁾ O. M. Corbino, *Ricerche teoriche e sperimentali sul rocchetto di Ruhmkorff*, Cap. 3°. Atti A. E. I. fasc. 3°, 1907.

a elevare la differenza di potenziale tra A e B; ma si raggiungerà in brevissimo tempo un andamento di regime nel quale a ogni scarica viene apporata attraverso l'interruzione M tanta elettricità quanta ne circola lungo r nell'intervallo tra due scariche successive.

2. Per ottenere la legge di variazione col tempo della corrente i nella branca r , e l'entità delle sue massime variazioni, indichiamo con i_2 la corrente nella branca del condensatore e con i_1 la corrente che traversa lo spinterometro M e il secondario del rocchetto.

La corrente i_1 , per quanto si è detto, sarà rappresentata fino al suo annullamento da:

$$(1) \quad i_1 = A - Bt$$

nella quale A indica il valore quasi istantaneamente raggiunto alla rottura. Essa si annulla dopo il tempo:

$$(2) \quad \tau = \frac{A}{B}$$

e conserva il valore zero da quell'istante fino alla nuova rottura. Con scintille abbastanza corte e una induttanza supplementare nel primario abbastanza piccola si può ottenere ⁽¹⁾ che τ sia sensibilmente uguale all'intero periodo delle interruzioni: e allora la (1) resta valida in tutto il periodo.

Quanto a i_2 e i si ha:

$$(3) \quad i = i_1 - i_2 = \frac{v}{r}$$

ove v indica la differenza di potenziale agli estremi A e B del condensatore. Ma è:

$$v = V + \frac{1}{C} \int_0^t i_2 dt$$

ove V rappresenta il valore della differenza di potenziale che si ha alla fine di ogni periodo in regime permanente, quindi:

$$ri = V + \frac{1}{C} \int_0^t i_2 dt$$

cioè per la (3):

$$ri + \frac{1}{C} \int_0^t i dt = V + \frac{1}{C} \int_0^t i_1 dt$$

e per la (1):

$$ri + \frac{1}{C} \int_0^t i dt = V + \frac{1}{C} \left(At - \frac{Bt^2}{2} \right)$$

Questa equazione è verificata, per qualunque valore di V, ponendo:

$$(4) \quad i = A - Bt + BCr + \left[\frac{V}{r} - (A + BCr) \right] e^{-\frac{1}{Cr}t}$$

⁽¹⁾ O. M. Corbino, loc. cit.

relazione che permette anche di determinare il valore di V in *regime permanente* quando si esprima che l'intensità, dopo il tempo τ definito dalla (2) ed uguale al periodo, riacquista il valore $\frac{V}{r}$ che possiede al tempo zero.

Converrà a questo scopo sviluppare in serie $e^{-\frac{1}{Cr}t}$, osservando che per elevati valori del prodotto Cr e per interruzioni molto frequenti, siccome è t minore del periodo, si può ritenere abbastanza piccolo $\frac{1}{Cr}t$, almeno quanto occorre per limitare lo sviluppo al termine di secondo grado in $\frac{1}{Cr}t$. Si ha allora:

$$e^{-\frac{1}{Cr}t} = 1 - \frac{1}{Cr}t + \frac{1}{2C^2r^2}t^2$$

ed è facile riconoscere che per:

$$\begin{aligned} C &= 5 \text{ microfarad} \\ r &= 20000 \text{ ohm} \\ t &< \frac{1^s}{1000} \end{aligned}$$

il termine di 3° grado nello sviluppo è inferiore a mezzo milionesimo.

Eseguendo la sostituzione nella (4) si ottiene:

$$(5) \quad i = \frac{V}{r} - Bt + \left(BCr + A - \frac{V}{r}\right) \left(\frac{1}{Cr}t - \frac{1}{2C^2r^2}t^2\right)$$

Se si vuole che per:

$$t = \tau = \frac{A}{B}$$

sia

$$i = i_0 = \frac{V}{r}$$

dev'essere quindi, entro il 2° ordine,

$$(6) \quad A = \frac{2V}{r} \left(1 + \frac{\tau}{2Cr}\right)$$

che definisce il potenziale di regime V .

Esprimendo tutto in funzione di V , cioè sostituendo nella (5) ad A il valore dato dalla (6) e a B il valore corrispondente:

$$B = \frac{A}{\tau} = \frac{2V}{r\tau} \left(1 + \frac{\tau}{2Cr}\right)$$

e conservando solo i termini di secondo grado in $\frac{1}{Cr}t$ o in $\frac{1}{Cr}\tau$, si avrà infine:

$$(7) \quad i = \frac{V}{r} \left\{ 1 + \frac{1}{Cr} t \left[1 + \frac{\tau}{Cr} - \frac{t}{\tau} - \frac{1}{Cr} t \right] \right\}$$

Da questa possiamo ottenere $\frac{di}{dt}$:

$$\frac{di}{dt} = \frac{V}{r} \left\{ \frac{1}{Cr} + \frac{\tau}{C^2 r^2} - \left(1 + \frac{Cr}{\tau} \right) \frac{2}{C^2 r^2} t \right\}$$

e questa relazione ci dice che $\frac{di}{dt}$ è una funzione lineare decrescente del tempo, che assume il valore zero per:

$$t = \frac{\tau}{2}$$

Adunque la i risulta di una parte costante, $\frac{V}{r}$, e di una parte crescente con legge parabolica, che raggiunge un massimo a metà del periodo, dopo del quale torna a decrescere e riacquista il valore zero alla fine del periodo. Il valore massimo, raggiunto a metà del periodo è dato da:

$$i_{\frac{\tau}{2}} = \frac{V}{r} \left[1 + \frac{1}{4Cr} \tau \left(1 + \frac{\tau}{Cr} \right) \right]$$

cioè l'ampiezza totale della parte variabile, riferita al valore minimo di i eguale a $\frac{V}{r}$, è data sensibilmente da $\frac{\tau}{4Cr}$. Così se fosse:

$$C = 5 \text{ microfarad}$$

$$r = 20000 \text{ ohm}$$

$$t < \frac{1^s}{1000}$$

la variazione totale *relativa* di i sarebbe solo di 1 su 2000, cosichè si può riguardare i come praticamente costante.

3. Se il rifornimento di carica al condensatore C si compisse, anzichè lungo tutto il periodo, durante una frazione di esso, la variazione relativa di i sarebbe alquanto maggiore. Però anche nel caso limite che il rifornimento abbia luogo in una frazione infinitesima del periodo, la variazione stessa non può oltrepassare il valore $\frac{\tau}{Cr}$, come è facile riconoscere ricordando

la legge che regola la scarica aperiodica di un condensatore, e l'ipotesi fatta sull'ordine di grandezza di $\frac{r}{Cr}$.

La tensione quasi costante V esistente agli estremi del condensatore può, per un determinato valore di A , elevarsi quanto si vuole con l'accrescere r , come risulta dalla (6); essa vien solo limitata dalla resistenza del condensatore al perforamento.

4. Per la realizzazione pratica del dispositivo sopra discusso ho trovato particolarmente adatti i piccoli rocchetti di Ruhmkorff, capaci di produrre scintille di pochi centimetri. Essi posson funzionare molto bene con l'interruttore di Wehnelt, avendo cura di aggiungere una piccola autoinduzione supplementare nel primario e di ricorrere a un anodo di platino di piccola superficie, in modo che la corrente media primaria non riesca eccessiva. Per evitare che l'interruttore si incanti è utile in principio introdurre nel primario una notevole autoinduzione, che può essere esclusa quando l'interruttore ha cominciato a funzionare.

Si ottengono così facilmente circa 2000 interruzioni per secondo; e il funzionamento può durare a lungo raffreddando coi noti metodi il liquido elettrolitico. La corrente che traversa la branca r è abbastanza elevata e varia poco con r ; cosicchè aumentando r si possono raggiungere tensioni veramente molto alte, nei limiti di sicurezza del condensatore. Un piccolo tubo a gas rarefatto, con gli elettrodi disposti a distanza opportuna, può far da valvola; esso infatti, derivato in permanenza ai poli del condensatore, si lascia attraversare dalla scarica quando la tensione superi un limite assegnato. Quanto allo spinterometro M l'esperienza suggerisce la più opportuna distanza degli elettrodi; per distanze troppo piccole passano anche le correnti di chiusura e il condensatore si carica poco — per distanze troppo grandi la quantità di elettricità messa in moto a ogni scarica diviene piccola; e inoltre le irregolarità del fiocco di scintille dovute alle intense correnti di aria calda da esso destate, rendono l'andamento incostante. È utile quindi oltrepassare solo di poco la distanza per cui passano anche le correnti di chiusura.

5. Nelle prove da me fatte, non disponendo di un condensatore capace di resistere a tensioni elevate, mi son dovuto limitare alla tensione di 1200 volt, e anzi fu necessario, per non compromettere il condensatore in carta paraffinata che possiede questo Istituto, associare ad esso, in serie, un complesso di quattro condensatori ad alluminio, anch'essi in serie, e formati inizialmente a 150 volt. Siccome questi ultimi avevano una resistenza interna non infinita e quindi tutta la differenza di potenziale si sarebbe riportata agli estremi del primo, per distribuirlo egualmente si derivò su questo una resistenza ρ di circa 20000 ohm; cosicchè nel regime permanente si aveano 600 volt agli estremi del condensatore in carta e 600 agli estremi

del sistema di condensatori elettrolitici; le capacità dei due condensatori erano pure eguali.

Il rocchetto R era capace di dare scintille di qualche millimetro. Il suo primario era rilegato a una a. i. supplementare, di cui una parte veniva esclusa a funzionamento iniziato, a una batteria di accumulatori (76 volt) e all'interruttore di Wehnelt, costituito da un filo di platino di mm. 0,65 di diametro e mm. 6 di lunghezza, saldato a un tubo di vetro e immerso in acqua acidulata con acido solforico (densità 1,15). Le palline dello spinterometro erano a circa due millimetri di distanza; con che il fiocco di scintille presentava una regolarità e una fissità rimarchevoli. Agli estremi A, B si ottennero così 1200 volt, con una corrente utile, traversante la resistenza ρ e i condensatori in Alluminio, di circa 25 milliampere.

Col solo condensatore in carta paraffinata, e una resistenza r (fig. 1) tale che agli estremi A B non si oltrepassassero 600 volt, la branca r era traversata da una corrente costante di circa 30 milliampere; essa variava ben poco con r (così accrescendo r da zero fino a 20000 ohm la corrente decresceva da 35 a 30 milliampere soltanto).

D'altra parte è chiaro che disponendo di condensatori per alta tensione e di rocchetti che forniscano correnti secondarie di intensità media più elevata si devono ottenere risultati ben più cospicui. Così con due condensatori Ruhmer in serie si potrebbero raggiungere, elevando convenientemente la resistenza r del ramo di utilizzazione, circa 6000 volt⁽¹⁾. Nè il valore più piccolo che avrebbe in tal caso la capacità C può render più elevate le rapide oscillazioni della corrente i , poichè tali variazioni, come è dimostrato dalla (8) dipendono solo dal prodotto Cr . Cosicchè il dispositivo potrebbe sostituire le batterie di piccoli accumulatori nei casi in cui questi non son posseduti in numero sufficiente.

Fisica. — *La quantità d'elettricità cui dà passaggio la scintilla e la sua cosiddetta resistenza.* Nota di O. M. CORBINO, presentata dal Corrispondente D. MACALUSO.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

⁽¹⁾ Con un rocchetto da 15 cm. si ottengono al secondario quasi costantemente 15 milliampere, comunque sia elevata la resistenza r .