

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXIII.

1916

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXV.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOT. PIO BEFANI

1916

Fisica. — *Dispositivi per produrre correnti di altissima tensione e di senso costante atte all'alimentazione dei tubi per raggi X.* Nota I di O. M. CORBINO e G. C. TRABACCHI, presentata dal Socio P. BLASERNA <sup>(1)</sup>.

Le nuove esigenze della radiologia hanno condotto in pochi anni a importanti perfezionamenti dei dispositivi elettrici destinati alla riproduzione delle scariche che alimentano i tubi a raggi X. In generale questi perfezionamenti hanno lasciato immutato il vecchio metodo di creare per mezzo dei fenomeni induttivi la corrente di alta tensione che serve pel tubo; si fa quindi uso essenzialmente del rocchetto o del trasformatore, dei quali apparecchi si è potuto aumentare la potenza quasi illimitatamente.

Ogni ulteriore aumento di potenza sembra non necessario finchè non si sia trovato un tipo di tubo capace di resistere a potenze maggiori delle attuali. Ma se gli apparecchi esistenti non lasciano nulla a desiderare rispetto alla regolarità di funzionamento e alla quantità di energia erogabile dal secondario, non può dirsi lo stesso circa la loro adattabilità ai diversi usi della radiologia, per i quali occorrono grandi disponibilità di energia elettrica, ma di *qualità* differenti.

Così il classico rocchetto di Ruhmkorff con interruttore al primario, specialmente con i nuovi tipi di interruttori rotativi a mercurio e a gas, costituisce l'apparecchio ideale per la produzione di scariche di alta tensione e mediocre intensità, quali occorrono nella eccitazione dei tubi durissimi per radioterapia profonda. L'adozione del motore sincrono per l'interruttore dà all'apparecchio la possibilità di funzionare bene per questo scopo, anche con correnti alternate, le più diffuse ormai nelle reti urbane di distribuzione.

Ma il rocchetto con interruttore al primario, per ragioni che sono state esaurientemente illustrate da nostre ricerche speciali, per se stesso è incapace di fornire le grandissime intensità di corrente secondaria quali son richieste della moderna radiografia rapida. Servono assai meglio a questo scopo, quando si dispone di corrente alternata, i trasformatori di tensione nei quali la corrente secondaria deriva dalle naturali variazioni lente sinusoidali dalla corrente primaria, anzichè dalla rottura brusca di questa. La necessità di utilizzare nel secondario solo la semi onda di senso utile per il tubo vien soddisfatta senza inconvenienti con l'uso dei selettori di onda rotanti al sincronismo. Ma quando si volle rendere adatti gli stessi apparecchi per l'eccitazione dei tubi durissimi, che richiedono cioè una molto alta differenza di

<sup>(1)</sup> Pervenuta all'Accademia il 9 ottobre 1916.

potenziale, e si credette di raggiungere lo scopo con l'accrescere eccessivamente il coefficiente di trasformazione del trasformatore, il tentativo non ebbe esito molto felice, nonostante quel che si va affermando dagli inventori e dai costruttori. Sta in fatto che l'eccitazione ad altissima tensione di questi apparecchi a trasformatore richiede che tutta la tensione primaria agisca sulle spire del primario ridotte al minor numero possibile per elevare il coefficiente di moltiplicazione. In queste circostanze nessun freno o regolazione seria è possibile per la energia che il secondario fornisce al tubo: e le minime variazioni nella tensione stradale, o nello stato interno di durezza del tubo determinano oscillazioni violente e saltuarie nel carico di questo, con non lievi pericoli. Questi inconvenienti sono ben noti ai radiologi, i quali hanno potuto constatare che il migliore impianto a trasformatore non riesce a sostituire, nella radioterapia profonda, il funzionamento tranquillo, sicuro e perfettamente graduabile del più modesto rocchetto a interruttore.

Si sentiva quindi il bisogno di un apparecchio che, mentre permettesse la produzione delle grandi correnti secondarie, senza onde inverse, ottenibili coi trasformatori muniti di buoni selettori di onde al secondario, conservasse le qualità del rocchetto, di fornire cioè anche la scarica distruttiva di altissima tensione e di intensità facilmente moderabile, tale in ogni caso da non compromettere anche per false manovre l'esistenza dei preziosi tubi per radioterapia.

È questo lo scopo che si ritiene di avere felicemente raggiunto con gli apparecchi che passiamo a descrivere, i quali permettono inoltre l'utilizzazione diretta delle correnti alternate, o delle correnti continue, senza bisogno di trasformazione con gli ingombranti gruppi motore-dinamo, e forniscono correnti secondarie di qualunque intensità e tensione di senso assolutamente costante, senza bisogno di valvole.

#### Apparecchio per correnti alternate.

L'apparecchio risulta da un ordinario rocchetto di Ruhmkorff, opportunamente calcolato, da un interruttore rotativo a mercurio e a gas mosso da un motore sincrono a quattro poli, e da uno speciale selettore-commutatore sull'alta tensione trascinato dallo stesso motore sul medesimo albero.

L'interruttore consta di una pentola a chiusura ermetica (che si riempie nel solito modo di gas illuminante) nella quale sono disposte quattro lamine lungo una superficie cilindrica. Un getto diametrico di mercurio lanciato dalla rotazione mette periodicamente in contatto due lamine contrapposte. Con ciò la corrente viene periodicamente chiusa e interrotta a intervalli eguali di mezzo periodo, e, poichè la corrente usata è alternativa, a ogni rottura segue, come si vede dallo schema della fig. 1, una chiusura di corrente opposta che tende a magnetizzare il nucleo in senso contrario al precedente.

La corrente che traversa il primario del rocchetto assume perciò, all'incirca, la forma della figura 2. Se la si considera non nel solo istante A della rottura, ma nello intero tempo A B che comprende la rottura e parte della chiusura consecutiva (*che avviene in senso opposto*) si riconosce facilmente che la forza elettromotrice indotta nel secondario è durante il tempo A B di senso costante, e precisamente elevatissima al primo istante (rottura) e ancora elevata nella chiusura seguente.

Viene utilizzata la corrente secondaria in tutto questo intervallo, con che si ottiene, nel tubo, una corrente che sale bruscamente al suo valore massimo durante la rottura, prosegue (durante la pausa H, C al primario) sfruttando la decrescente magnetizzazione del ferro, e continua nel tratto C B sempre nel medesimo senso, utilizzando la fase di chiusura e sfruttando con ciò la sorgente di energia, mentre questa provvede per suo conto a magnetizzare in senso inverso il nucleo.

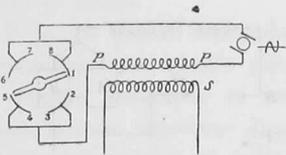


FIG. 1.

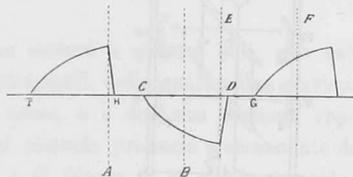


FIG. 2.

La successiva rottura, che ha luogo in E, e la chiusura che la segue in G riprodurrà nel secondario qualitativamente il medesimo processo, ma il senso della corrente indotta sarà invertito, poichè in E si interrompe una corrente opposta alla prima interrotta in A.

Ma se con un artificio opportuno durante il tempo B E, nel quale la forza elettromotrice secondaria è trascurabile, si invertono le comunicazioni fra i poli del rocchetto e i capi del tubo, anche la nuova corrente indotta traverserà questo nel senso giusto. Occorre perciò che le comunicazioni tra il rocchetto e il tubo siano invertite a ogni mezzo periodo, e che l'istante della commutazione sia opportunamente scelto, cioè in un punto degli intervalli analoghi a B E.

Provvede a questo scopo il nuovo selettore commutatore del secondario che permette di ottenere con la minima velocità delle parti rotanti la maggiore distanza tra i capi del rocchetto e tra quelli del tubo, in modo da impedire che la scarica avvenga direttamente nel selettore, anzichè seguire la via del tubo.

Esso è costituito (fig. 3) da un telaio TT' che sostiene in RR' e VV' quattro archi metallici di ampiezza conveniente e aventi i bordi arrotondati. Gli archi RR' sono collegati al rocchetto, gli archi VV' al circuito di utilizzazione.

L'asse A porta in CC' due croci il cui piano è perpendicolare all'asse stesso, costituite: nei bracci 1 e 2 da due bacchette metalliche, e nei bracci ad esse perpendicolari da due bastoni di materiale isolante. Gli estremi di tali bastoni sono riuniti da due bacchette metalliche 3 e 4 parallele allo asse A e con gli estremi piegati ad angolo retto verso lo esterno.

È facile riconoscere che le connessioni tra rocchetto e tubo si invertono ad ogni quarto di giro; a parità di dimensioni la distanza esplosiva utilizzabile è maggiore di quella possibile con qualunque altro tipo esistente.

L'apparecchio permette inoltre i seguenti due tipi di connessioni al secondario, dei quali può essere utile l'applicazione:

1°) Si unisca un polo del rocchetto a un polo del circuito di utilizzazione, permanentemente; l'altro polo del rocchetto all'arco R del commutatore,

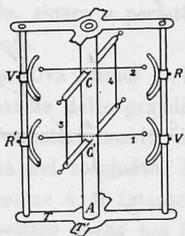


FIG. 3.

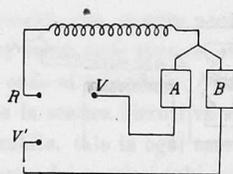


FIG. 4.

tatore, e l'altro estremo del circuito di utilizzazione a V. Si utilizzi infine uno solo dei contatti alle lamine dello interruttore, in modo che il primario sia interrotto una sola volta ogni mezzo giro. In queste condizioni l'apparecchio funziona da selettore della sola onda di apertura, trasportando sull'apparecchio di utilizzazione, senza limitazione, la più alta tensione di cui il rocchetto è capace.

È questa la disposizione consigliabile per l'uso dell'apparecchio nell'alimentazione dei tubi molto duri.

E poichè in tale caso è utile dare al primario una maggiore autoinduzione, e inserire fra i poli dello interruttore il condensatore, essendo molto elevata anche la tensione agli estremi del primario, tutti questi cambiamenti nel sistema primario sono eseguiti, in seguito a uno schema di connessione opportunamente studiato, col semplice spostamento di una manovella sul quadro di manovra.

Il condensatore non è necessario nella eccitazione dei tubi molli; ma nulla vieta che esso resti permanentemente inserito ai poli dell'interruttore per tutti gli usi.

2°) Si connetta, come nella fig. 4, un polo del rocchetto a due tubi distinti A e B. Si rileghi inoltre l'altro polo del rocchetto a R e i due capi liberi di A e B rispettivamente ai punti V e V' del selettore. È chiaro che

in tal caso i due tubi A e B saranno alternativamente alimentati da correnti unilaterali per ciascuno di essi.

Ciò potrà servire per fare due applicazioni di raggi contemporaneamente, o per la visione diretta radiostereoscopica per mezzo dell'apparecchino Trabacchi (1).

\*  
\* \*

La graduazione della corrente secondaria è ottenuta con un reostato, come anche con la immersione più o meno profonda di due lamine dell'interruttore, aventi forma triangolare, cosicchè viene mutato il tempo durante il quale esse sono lambite dal getto di mercurio e quindi il tempo di chiusura della corrente primaria.

La fase più conveniente della rottura viene trovata una volta per tutte spostando opportunamente lo statore del motorino, essendo il getto di mercurio rilegato al rotore.

E poichè questo, trattandosi di un motore a quattro poli, può entrare in sincronismo per quattro posizioni ortogonali, delle quali a due corrisponde una corrente secondaria in un certo senso, e a due una corrente opposta, un commutatore opportuno disposto sul circuito primario e comandato da un opportuno apparecchio di segnalazione o di blocco fa sì che la corrente traversi il tubo sempre nel giusto senso (2).

\*  
\* \*

Con l'apparecchio sopra descritto, utilizzando la rottura brusca della corrente primaria e la susseguente chiusura di una corrente opposta, si possono raggiungere correnti secondarie estremamente elevate. Con il rocchetto calcolato appositamente (in base al fatto che le correnti di chiusura non sono più nocive, come in tutti gli apparecchi esistenti, ma utilizzate nel senso buono) si possono ottenere oltre cento milli ampère in un tubo normale da radiografia, cosicchè è possibile la radiografia istantanea o a brevissima posa di qualunque parte del corpo.

Ma poichè si ha ancora da fare con un vero e proprio rocchetto a interruttore sul primario, l'alimentazione dei tubi durissimi per radioterapia profonda si esegue con la migliore regolarità e facilità, a qualunque regime, senza violentare per nulla l'apparecchio e anzi lavorando con quasi tutta la resistenza del reostato e una corrente primaria piccolissima.

(1) Ved. Nuovo Cimento, vol. XI, 1° sem., pag. 212.

(2) Brevetto 28 agosto 1916.

Per gli usi della radioscopia e della radiografia di non grandissima intensità si può mettere fuori circuito l'interruttore a mercurio e inviare la corrente alternata direttamente nel primario. Il selettore raccoglie dal secondario le due onde d'alta tensione (funzionando il rocchetto da trasformatore) e le invia raddrizzate sul tubo. In tal caso l'interruttore gira a vuoto, e può anche essere svincolato dalla rotazione del motore.

E. M.