

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIII.

1906

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XV.

2° SEMESTRE.



ROMA  
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1906

I piani per l'asse  $z$  vi secano coppie di coniche tangenti a quest'asse nel suo punto all'infinito e che si toccano ivi con contatto quadripunto. Il punto singolare  $O$  (punto all'infinito dell'asse delle  $z$ ) è un punto triplo oscnodale. Questa superficie, che è la XVI del sig. Berry, è un caso limite di quella precedentemente trovata.

*Le superficie di 5° ordine, aventi una irregolarità maggiore di uno e punti tripli, sono dunque coni o hanno l'irregolarità 2 e sono birazionalmente identiche a coni di genere 2. In questo caso sono o rigate, o dotate d'un fascio, di genere 2, di coniche. Queste ultime superficie sono quelle con due punti tripli distinti aventi nel loro intorno una retta doppia infinitesima, o quelle con un punto triplo, avente nel suo intorno una retta doppia infinitesima contenente un punto triplo oscnodale.*

Fisica. — *Alcuni risultati ottenuti col tubo di Braun* <sup>(1)</sup>. Nota di F. PIOLA, presentata dal Corrispondente A. SELLA.

In una Nota precedente <sup>(2)</sup> ho descritto un metodo per lo studio delle variazioni che subisce la magnetizzazione quando la sostanza, che percorre un dato ciclo magnetico simmetrico, sia assoggettata a campi oscillatori molto rapidi, quali sono quelli ottenuti colle scariche dei condensatori.

La parte nuova del metodo consisteva nel modo di eccitare le oscillazioni ed in quello di modificare la fase del loro inizio rispetto a quella del campo ciclico.

Nella fig. 1 della precedente Nota è rappresentato il tubo di Braun cogli avvolgimenti e rocchetti impiegati, sia pel campo *primitivo* che per quello *sovrapposto*. Nella fig. 1 seguente è data la disposizione schematica dei circuiti e degli apparecchi vari, col tubo di Braun rappresentato in V.

Si ha:

a)  $AB_1C_1C'_1B'_1DEA'$  = circuito 1°, ossia oscillante lentamente ed alimentato direttamente dalla conduttura cittadina a 50 volta e 42 periodi per 1". Esso comprende:

il rocchetto  $C_1C'_1$  produttore, nella macchia fluorescente, spostamenti proporzionali al campo magnetizzante,

i due avvolgimenti interni dell'anello, costituiti ciascuno da 180 spire distribuite in 2 strati,

un rocchetto a reazione con resistenza liquida in serie.

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisica del R. Istituto tecnico di Roma.

<sup>(2)</sup> Rend. Acc. dei Lincei, vol. XV, 2° sem. 1906, pag. 18.

b) AMNA' = circuito del primario del Ruhmkorff alimentato direttamente dalla condotta cittadina e con resistenza liquida in serie.

c) PUFGTRSQ = circuito del secondario del Ruhmkorff con condensatore in serie e spinterometro a 3 scintille.

d) FB<sub>2</sub>C<sub>2</sub>C'<sub>2</sub>B<sub>2</sub>HKG = circuito 2°, ossia oscillante rapidamente sotto le eccitazioni prodotte dalle scariche fra F e G del condensatore H K. Esso

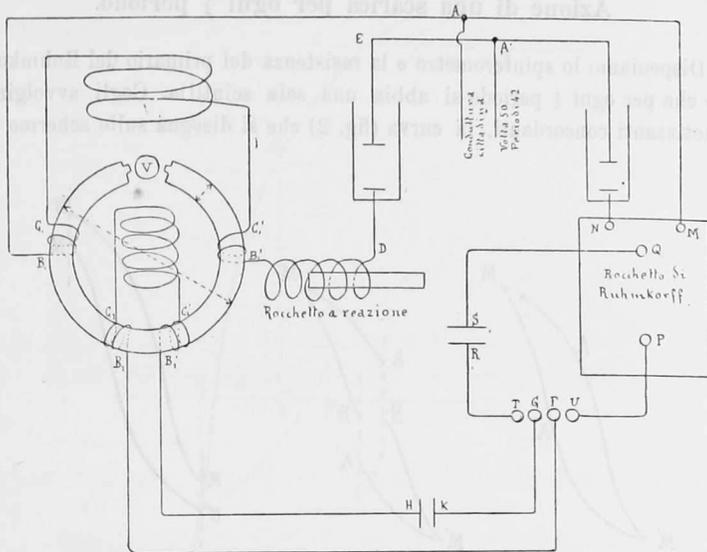


FIG. 1.

comprende il rocchetto C<sub>2</sub>C'<sub>2</sub> di campo ed i due avvolgimenti magnetizzanti esterni dell'anello, costituiti ciascuno da 112 spire distribuite in 2 strati. Per lo studio degli effetti finali, dovuti a campi oscillanti rapidamente, il rocchetto C<sub>2</sub>C'<sub>2</sub> può essere soppresso, non così quando interessi esaminare le curve che si generano durante l'azione dei campi stessi.

Le esperienze furono eseguite su differenti fasci di filo di ferro, ma le seguenti si riferiscono tutte a due fasci identici di ferro dolce costituiti ciascuno da 100 fili paraffinati del diam. di mm. 0,3 e della lung. di cm. 15.

Quando gli avvolgimenti costituenti il 1° circuito sono disposti in modo da magnetizzare il ferro nello stesso senso, ossia da produrre due poli di nome contrario negli estremi dei fasci rivolti verso il tubo, la figura che si osserva sullo schermo del tubo di Braun è la solita dell'Ewing con l'asse delle intensità magnetiche verticale.

Disponendo invece gli stessi avvolgimenti in senso contrario, gli estremi dei fasci tendono a produrre spostamenti verticali opposti nella macchia fluorescente e questa quindi non subisce che gli spostamenti orizzontali, proporzionali al campo, prodotti dal rocchetto: invece della curva dell'Ewing si avrà una striscia orizzontale nella quale gli spostamenti verticali indicheranno le differenze tra gli effetti prodotti sui due fasci dal campo sovrapposto.

### Azione di una scarica per ogni $\frac{1}{2}$ periodo.

Disponiamo lo spinterometro e la resistenza del primario del Ruhmkorff in modo che per ogni  $\frac{1}{2}$  periodo si abbia una sola scintilla. Cogli avvolgimenti magnetizzanti concordanti, la curva (fig. 2) che si disegna sullo schermo viene

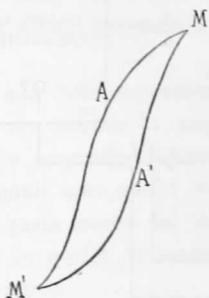


FIG. 2.

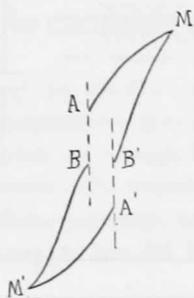


FIG. 3.



FIG. 4.

modificata in differente modo a seconda della *fase* dell'inizio del campo sovrapposto rispetto a quello primitivo. Al sopraggiungere della scarica, in generale, la curva  $AM'A'MA$  si spezza (fig. 3) negli archi  $BM'A'$ ,  $B'MA$  colle apparenti discontinuità  $AB$ ,  $A'B'$ , parallelamente all'asse delle ordinate. Col diminuire, mercè il rocchetto a reazione di (*a*), la differenza di *fase*, i punti  $A$  e  $A'$  procedono sulla curva rispettivamente verso  $M'$  ed  $M$  mentre le distanze  $AB$ ,  $A'B'$ , aumentano, e raggiungono un massimo per poi diminuire. All'aumentare della differenza di *fase*,  $AB$  ed  $A'B'$  diminuiscono, si annullano e cambiano segno, sino a che la curva assume l'aspetto della fig. 4.

Esistono quindi due valori della diff. di *fase* pei quali la variazione del momento magnetico è massima e di segno contrario ed un valore pel quale è nulla.

Coll'aumentare l'ampiezza della curva tracciata dal campo primitivo, ossia coll'aumentare i valori estremi del campo che la produce, aumenta la

diminuzione massima del momento, e diminuisce l'aumento, e con campi abbastanza estesi tale aumento risulta trascurabile.

Cambiando il senso nel quale vengono ad agire le oscillazioni rapide del campo, l'effetto sopra notato si mantiene nello stesso senso, ma decresce la diminuzione, d'accordo con quanto già è noto <sup>(1)</sup> che cioè in tal caso

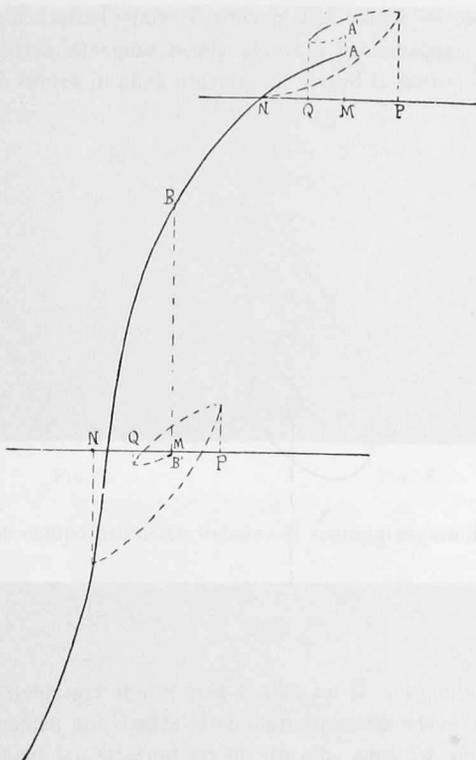


FIG. 5.

l'effetto è prodotto dalla seconda  $\frac{1}{2}$  oscillazione alla quale, in causa dello smorzamento, compete una ampiezza minore di quella della prima.

Gli effetti notati trovano la loro spiegazione nella fig. 5 nella quale sono supposti applicati nei punti A e B due campi magnetici MNPQ... oscillanti lentamente ed aventi la stessa ampiezza massima e lo stesso smorzamento. In B abbiamo la diminuzione  $BB'$  del momento magnetico ed in A l'aumento  $AA'$ . La concordanza della fig. 5 colle 3 e 4 è una prova che le stesse consi-

(<sup>1</sup>) Rutherford, Phil. Trans. Roy. Soc. v. 189 pag. 1.

derazioni che si fanno sui campi variabili lentamente si possono estendere a quelli variabili rapidamente.

Le discontinuità AB, A'B', precedentemente osservate, non sono che apparenti. Osservando infatti attentamente lo schermo si vedono i punti A e B, A' e B' congiunti da curve AC...B della forma indicata nella fig. 6, le quali segnano la traiettoria della macchia fluorescente durante la oscillazione rapida del campo. — L'arco MA, dovuto al campo lento, e quello AC relativo al campo rapido, appaiono avere la stessa tangente nell'estremo comune, e non si osserva quindi il brusco mutamento nella direzione della tangente in

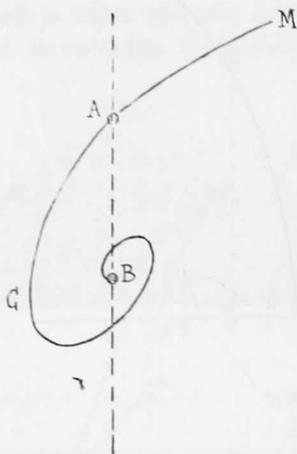


FIG. 6.

A, visto dal Madelung <sup>(1)</sup>. È da notare però che le esperienze di questo fisico erano condotte in modo differentissimo dalle attuali; in particolare egli osservava sullo schermo del tubo solo gli effetti prodotti nel magnetismo residuo e questo era ottenuto con una corrente elettrica che, dopo aver assunto il massimo valore, veniva bruscamente interrotta. È noto come in tal caso, in generale, si abbia magnetismo residuo minore di quando il campo si annulla, diminuendo lentamente, il che si spiega pensando che, in queste condizioni, lo stato magnetico finale deve spesso considerarsi dovuto ad un processo *ascendente* <sup>(2)</sup> anzi che *discendente*. È per la stessa ragione, del brusco annullarsi del campo magnetizzante, che egli trova non applicabile il metodo del Rutherford inteso a determinare lo smorzamento delle oscillazioni elettriche, poichè in questo caso la prima mezza oscillazione, in opposizione al campo preesistente, non produce effetto nullo.

<sup>(1)</sup> Drude's, Ann. 1905, v. 17, pag. 861.

<sup>(2)</sup> Ascoli, Nuovo Cimento, S. 5, t. 3, pag. 5

**Azione di più scariche per ogni  $\frac{1}{2}$  periodo.**

Quando per ogni  $\frac{1}{2}$  periodo si producono scariche molto numerose, la curva assume aspetti differenti secondo le ampiezze dei campi primitivo e

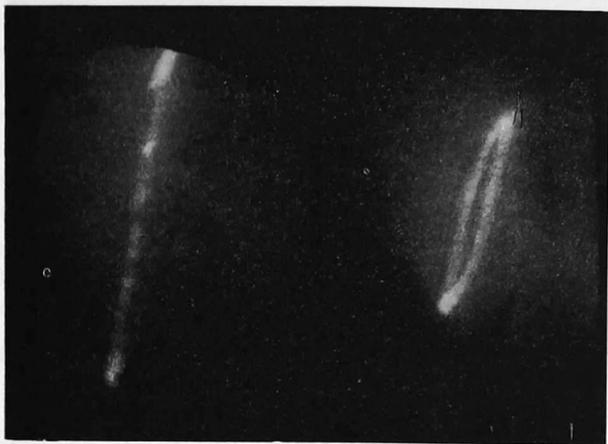


FIG. 7.

FIG. 8.

sovrapposto. Con campo primitivo debole, al sopraggiungere delle oscillazioni,

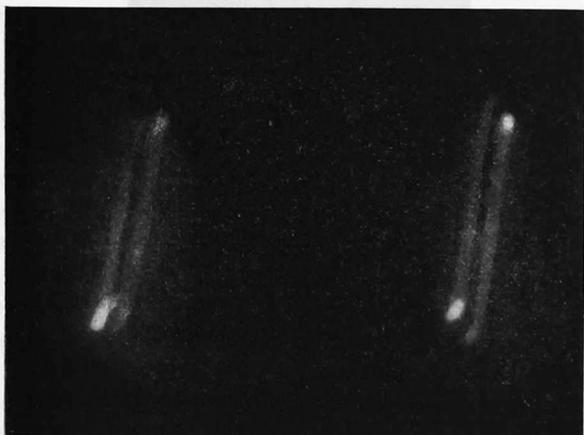


FIG. 9.

FIG. 10.

aumentano le ordinate estreme dando a vedere un aumento nella *permeabilità*, e l'area abbracciata sparisce. Le fig. 7 ed 8 riproducono due fotografie

ottenute successivamente in questo caso senza e con campo sovrapposto. A prima giunta si è tratti a concludere che l'isteresi venga a sparire, ma un



FIG. 11.

FIG. 12.

attento esame della figura 8 mostra delle discontinuità che evidentemente



FIG. 13.

non sono se non indizi delle curve descritte dalla macchia fluorescente sotto l'azione dei campi oscillatori rapidi, curve alle quali corrisponde area e quindi energia dissipata (1).

(1) Piola, *Elettricista*, 1904, pag 283.

La fase del campo ciclico nella quale si inizia la serie di oscillazioni influisce sugli effetti nel senso che è da aspettarsi.

Invertendo il senso delle scariche la curva si sdoppia, e le figg. 9 e 10 riproducono due fotografie ottenute in tal caso, con differente sfasamento.

Con campo primitivo intenso l'ampiezza delle oscillazioni influisce molto sui risultati. Intercalando una resistenza non induttiva nel circuito di scarica del condensatore si vede che, mentre con valori grandi di questa la curva rimane invariata (fig. 11), diminuendo questa, la curva, mentre variano poco o non variano affatto le ordinate de' suoi estremi, restringe i suoi rami (fig. 12) e con ulteriore diminuzione si formano in essa le discontinuità già notate in altri casi, fino a che tutta l'area, già notevolmente impiccolita, apparisce come intrecciata da tratti luminosi.

La fig. 13 riproduce una fotografia ottenuta cogli avvolgimenti magnetizzanti del 1° circuito in opposizione fra loro: essa, con ciascuno dei suoi rami paragonato al ramo corrispondente del ciclo di isteresi, mostra evidentemente che il massimo effetto dei campi sovrapposti, anche considerati nel loro complesso, si ha là dove è massima la *suscettività differenziale* ossia  $\frac{dI}{dH}$ .

#### Azione diretta di campi oscillatorî smorzati rapidi.

Soppresso il campo primitivo, ho esaminato l'effetto prodotto direttamente dalla successione ciclica di serie di campi oscillatorî, rapidi, smorzati, ottenuti con scariche elettriche nel modo impiegato precedentemente e descritto nella Nota citata.

Nel circuito di scarica del condensatore è inserita una resistenza variabile, non induttiva, ed un rocchetto con un fascio di fili di ferro spostabile nel suo interno. Variando la resistenza ed il ferro, si modifica l'*ampiezza* e lo *smorzamento* delle oscillazioni.

In generale si osserva contemporaneamente la macchia in più posizioni, differentemente luminosa. Ciò è da aspettarsi pensando che alla fine della serie di scintille corrispondente ad un  $\frac{1}{2}$  periodo della corrente alternata, alimentante il primario del Ruhmkorff, il ferro si trova magnetizzato in un certo modo. Le successive scintille della serie seguente produrranno diminuzione nella magnetizzazione fino a che il ferro riuscirà magnetizzato in senso contrario al precedente, ed in modo che le ulteriori scintille della stessa serie non produrranno più variazioni nel momento. Ai successivi stati magnetici corrisponderanno successive posizioni della macchia fluorescente e si comprende che le posizioni estreme riusciranno più luminose, poichè in esse la macchia persisterà un tempo maggiore che nelle altre, sia perchè le ultime scintille di ciascuna serie riporteranno sempre la macchia in quelle, sia per l'intervallo di tempo che trascorre fra la fine di una serie ed il principio

della seguente. — Le condizioni del circuito e la carica del condensatore possono scegliersi in modo che l'effetto magnetico *finale* sia prodotto fin dalla prima scintilla: in tal caso la macchia apparirà nelle sole posizioni estreme, il che si ottiene sperimentalmente con grande facilità. Quando ciò succede, le macchie appaiono sullo schermo circondate da curve non molto luminose ma bene discernibili, sempre della forma indicata in tratto pieno nella fig. 14, ma di ampiezza differente secondo i differenti casi.

Evidentemente le curve visibili devono immaginarsi completate con altre che le congiungano e che nella fig. 14 sono segnate con punteggiato. Se alla

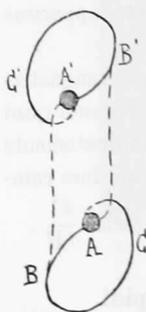


FIG. 14.



FIG. 15.

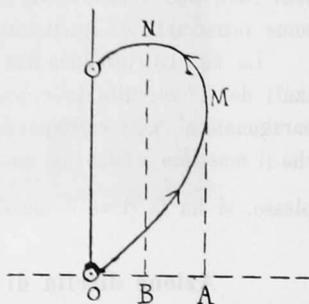


FIG. 16.

fine di una serie di scintille la macchia si trova in A, la prima scintilla della serie seguente invertirà la magnetizzazione e la macchia percorrerà la traiettoria A B' C' ... A': le scintille successive della serie stessa faranno compiere traiettorie come A' B' C' ... A' riportando sempre la macchia nella stessa posizione fino a che, esaurita la serie, non comincia la seguente in senso contrario, portando la macchia da A' in A.

Che il fenomeno avvenga in questo modo, è confermato dalla seguente esperienza. Una derivazione della corrente alternata che alimenta il primario del Ruhmkorff percorre il rocchetto C<sub>1</sub> C'<sub>1</sub> facendo descrivere alla macchia una striscia luminosa orizzontale. Al sopraggiungere delle scariche la striscia si sdoppia, assumendo, per opportuno valore nella fase, l'aspetto della fig. 15 a destra.

Le curve corrispondenti al campo oscillatorio rapido presentano, in questo caso come nei precedenti, una *curvatura* continua e non ammettono i *punti angolosi* che si hanno con i campi oscillanti lentamente. L'interpretazione del fenomeno è molto semplice (<sup>1</sup>). La massima variazione (fig. 16) BN nella magnetizzazione non coincide col massimo OA del campo ma è in ritardo su questo, ed il ritardo è dovuto alle correnti di Foucault indotte nella

(<sup>1</sup>) Madelung, l. c.

massa del ferro e che non si riesce ad eliminare completamente per quanto si suddivida la massa stessa.

Quando la macchia apparisce solo nelle due posizioni estreme, la distanza di queste cambia colle condizioni del circuito ed in particolare colla posizione del fascio di ferro introdotto nel rocchetto che fa parte del circuito di scarica. Estraeendo il fascio di fili di ferro dal rocchetto, si notano effetti differenti, secondo che le scintille nello spinterometro sono più o meno lunghe, e che la lunghezza di queste debba in qualche modo influire è prevedibile, quando si pensi alla differente quantità di energia messa in gioco nei vari casi. — Con scintille cortissime (qualche decimo di mm.) le macchie sempre si allontanano, all'estrarre del ferro, e con scintille più lunghe (6 o 7 decimi di mm.) le macchie prima si allontanano, poi si avvicinano e, dopo d'essersi sovrapposte, si allontanano di nuovo. Sostituendo al fascio di fili di ferro un cilindro massiccio, pure di ferro, e di massa presso che uguale a quella del fascio, le immagini hanno una distanza reciproca poco differente da quella alla quale si trovano senza ferro: ciò indica che il fascio non agisce per le correnti indotte in esso ma per la modificazione che esso porta nella *permeabilità* del mezzo abbracciato dal circuito. La variazione nella *permeabilità* porta i suoi effetti sull'*autoinduzione* e questa sul *periodo* delle oscillazioni che, alla sua volta, influirà sulla *resistenza* del conduttore per *skin-effect*. Si trova facilmente, partendo dalla nota equazione differenziale di lord Kelvin, che l'ampiezza della prima mezza oscillazione può comportarsi differentemente al variare della *permeabilità*, ma che lo *smorzamento* è sempre *decrecente* al crescere di quella quella. Pei campi oscillatori, smorzati, lenti, ho fatto altra volta <sup>(1)</sup> vedere sperimentalmente come venisse ad influire lo smorzamento e l'ampiezza del campo sulle variazioni magnetiche: ammettendo lo stesso comportamento pei campi rapidi, le singolarità notate vengono perfettamente spiegate.

**Fisica.** — *Variazioni magnetiche prodotte colla torsione, nel ferro percorrente cicli disimmetrici* <sup>(2)</sup>. Nota di F. PIOLA e L. TIERI, presentata dal Corrispondente A. SELLA.

In una precedente Nota <sup>(3)</sup> abbiamo studiato gli effetti sia *irreversibili* che *ciclici* prodotti dalla torsione in un filo di ferro percorrente un determinato ciclo magnetico *simmetrico*. Nella presente Nota studiamo gli effetti *irreversibili* quando il ciclo magnetico è *disimmetrico* ed è formato da un arco del ciclo *simmetrico* e da uno di ritorno che lo chiude.

<sup>(1)</sup> L. c.

<sup>(2)</sup> Lavoro eseguito nell'Istituto fisico della R. Università di Roma.

<sup>(3)</sup> Rend. Acc. dei Lincei, vol. XV, 1° sem. 1906, pag. 566.