

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCI.

1904

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1904

**Fisica.** — *Rivelatore di onde Hertziane a campo Ferraris* (1).  
Nota del prof. RICCARDO ARNÒ, presentata dal Socio G. COLOMBO (2).

Ewing (3) nelle sue classiche ricerche sull'isteresi magnetica, studiò le variazioni nell'intensità della magnetizzazione che presentano i corpi magnetici, allorchando essi vengono sottoposti a disturbi meccanici, a vibrazioni ed a variazioni di temperatura.

Gerosa e Finzi (4) hanno riferito nel 1891 sopra uno studio sperimentale sull'andamento seguito dalla curva di intensità di magnetizzazione dei metalli magnetici col variare della forza magnetizzante, quando essi sono percorsi da una corrente continua, interrotta od alternata. E fra i risultati delle loro ricerche è specialmente notevole quello che per fili di ferro, di acciaio e di nickel, i diagrammi dell'intensità di magnetizzazione vanno ordinatamente restringendo la loro area per una data variazione ciclica della forza magnetizzante, quando passa attraverso i fili una corrente continua, interrotta od alternata di una data intensità: la diminuzione essendo tanto più sentita, così che l'area di isteresi può anche completamente scomparire, quanto più grande è l'intensità della corrente rispetto a quella del campo magnetico.

In correlazione a questo studio, nello stesso anno, Gerosa e Mai (5) stabilirono una ricerca sulla variazione dell'intensità di magnetizzazione del ferro ricotto nel caso in cui, durante un determinato ciclo magnetico, il corpo venga sottoposto all'induzione di correnti alternate. E fra gli altri risultati, essi hanno trovato che se si manda in un avvolgimento solenoidale intorno ad un fascio di fili di ferro una corrente alternata, mentre il fascio stesso è sottoposto ad un campo magnetico variabile fra dati limiti, la curva normale di magnetizzazione, che altrimenti si otterrebbe allorchè non si avesse a considerare che la magnetizzazione principale, lentamente e ciclicamente variata, si altera fortemente, sì che l'area di isteresi risulta notevolmente diminuita, e può anche essere annullata.

Più tardi Rutherford, Wilson e Marconi hanno istituito delle ricerche importanti, le quali dimostrano che il fenomeno della alterazione del ciclo di isteresi, scoperto dal Gerosa e dai suoi collaboratori, si verifica anche

(1) Lavoro eseguito nel laboratorio di Elettrotecnica del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano (Istituzione Carlo Erba) nei mesi di dicembre 1903, gennaio e febbraio 1904.

(2) Trasmessa all'Accademia il 15 marzo 1904.

(3) *Philosoph. Trans. of the Roy. Soc.*, 1885, pag. 523; 1888, pagg. 325 e 333; 1889, pag. 221.

(4) *Rendiconti del R. Istituto Lombardo*, 1891, serie II, pag. 677.

(5) *Rendiconti del R. Istituto Lombardo*, 1891, serie II, pag. 951.

quando la corrente alternata secondaria, almeno se ad alta frequenza, è straordinariamente piccola: allorquando, cioè, si tratta di un impulso elettromagnetico o sistema di onde hertziane.

Mentre però il Rutherford, nelle sue esperienze, ha studiato l'effetto delle onde elettriche in un solo punto del ciclo di magnetizzazione, cioè con campo esterno nullo; Wilson e Marconi trattarono nelle loro ricerche il caso generale di una variazione magnetica ciclica.

Rutherford (1) ha trovato che se per una spirale avvolgente un sottile ago magnetizzato, viene lanciato un sistema di onde elettriche, queste hanno sempre per effetto di produrre una parziale smagnetizzazione dell'ago.

Wilson (2) ha pubblicato nel 1902 una serie di ricerche comprovanti che se un fascio di fili di ferro o di acciaio si trova in una bobina percorsa da una corrente lentamente alternata, o se nelle sue vicinanze è posto un magnete permanente in rotazione, avviene una brusca variazione della magnetizzazione, ogni qualvolta, durante la variazione magnetica ciclica principale, una seconda bobina circondante il fascio viene percorsa da oscillazioni elettriche di alta frequenza. Il Wilson per di più osservò che la sensibilità è maggiore nei tratti più ripidi del ciclo di magnetizzazione.

Marconi (3), nello stesso anno, e indipendentemente dalle ricerche del Wilson, ha analogamente dimostrato che una variazione della magnetizzazione di un filo di ferro o di acciaio ha sempre luogo sotto l'azione di onde elettriche condotte intorno ad esso, mentre il filo percorre un ciclo magnetico sotto l'azione di un campo esterno variabile, ed in generale in un punto qualunque di questo ciclo. Il Marconi ha inoltre notato che la sensibilità è maggiore quando cresce l'intensità di magnetizzazione. Ed è appunto basandosi sui risultati di tali ricerche che l'illustre inventore riuscì a costruire il suo meraviglioso *Detector Magnetico*, che egli applicò con tanto successo quale ricevitore adatto alla telegrafia senza fili.

In seguito Sella (4) dimostrò che lo stato magnetico di un filo di ferro, di acciaio o di nickel è sensibile alle onde elettriche anche quando il ciclo d'isteresi magnetica viene generato, invece che da una variazione del campo magnetico esterno, da un processo di deformazione elastica.

Infine Maurain (5) ha provato con recenti esperienze che se un nucleo di ferro o di acciaio, soggetto ad una variazione ciclica del suo stato magnetico, è contemporaneamente sottoposto all'azione continua di un campo dovuto ad oscillazioni elettriche di alta frequenza, si ottiene, invece che la ben

(1) Proc. Roy. Soc., 1896, vol. 60, pag. 184; Philosoph. Trans. of the Roy. Soc., 1897, vol. 189, pag. 1.

(2) Report of the British Association at Belfast, 1902.

(3) Proc. Roy. Soc., 1902, vol. 70, pag. 341.

(4) Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, 2° semestre 1903, pag. 182.

(5) Comptes Rendus, 30 novembre 1903, pag. 914.

nota curva di magnetizzazione, una linea unica, sulla quale si trovano tutti i punti ottenuti sia quando il campo magnetico è crescente, sia quando esso è decrescente. Basta per ciò che il nucleo sia abbastanza sottile affinché il campo oscillante penetri, con una intensità sufficiente, fin nella parte centrale; e che gli effetti di induzione siano simmetrici, come si ottiene allorché le oscillazioni elettriche vengono prodotte mandando nella spirale primaria del rocchetto di Ruhmkorff una corrente alternata.

D'altra parte, Galileo Ferraris, nelle sue classiche ricerche sulle rotazioni elettrodinamiche prodotte per mezzo di correnti alternate (1), ha dimostrato che un cilindro di ferro si pone in rotazione in un campo magnetico rotante, anche quando esso è sezionato per modo che in esso non si possano produrre correnti indotte di Foucault: la rotazione essendo allora dovuta all'isteresi magnetica, al ritardo, cioè, col quale la magnetizzazione del ferro segue la rotazione del campo magnetico.

Ciò posto, si ponga mente ai due fatti ora ricordati, e cioè al fenomeno della rotazione del cilindro di ferro sezionato in un campo magnetico rotante, dovuta all'isteresi magnetica, ed alla modificazione del ciclo di isteresi che viene sempre provocata quando il corpo magnetico, su cui si sperimenta, è sottoposto all'azione di onde hertziane. Ne viene allora come naturale conseguenza il pensare che, qualora l'esperimento fondamentale del Ferraris venisse così modificato che il cilindro di ferro sezionato si trovasse contemporaneamente sottoposto all'azione di un campo rotante — ottenuto con la sovrapposizione di due o più campi magnetici alternativi convenientemente spostati di fase — ed a quella di un campo oscillante di alta frequenza, il fenomeno della rotazione del cilindro dovrebbe ottenersi in condizioni notevolmente differenti da quelle in cui il fenomeno altrimenti si ottiene allorché il cilindro stesso viene sottoposto alla semplice azione del campo Ferraris.

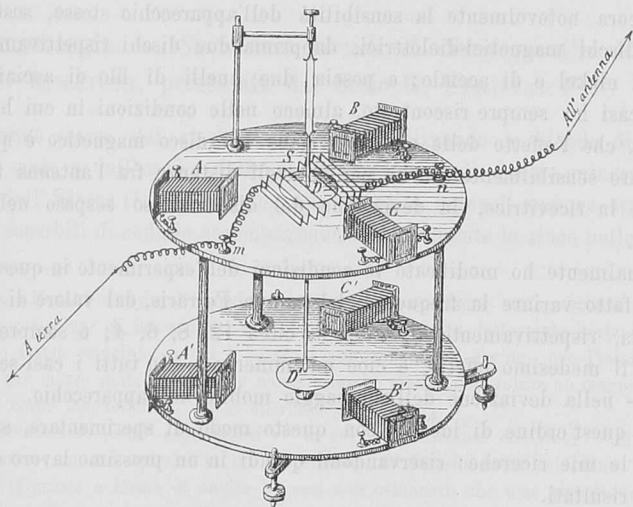
Seguendo quest'ordine di idee, ho sospeso, mediante una sospensione bifilare, in un campo Ferraris — ottenuto con un sistema di tre spirali con nucleo di ferro rispettivamente percorse da tre correnti alternate (frequenza circa 42) spostate di fase l'una rispetto all'altra di  $120^\circ$  e ricaricate da un sistema trifase — un disco costituito da un miscuglio di polvere di ferro o di acciaio e di paraffina (2), avvolgendo il disco stesso con una spirale, le cui estremità erano rispettivamente poste in comunicazione con la terra e con l'antenna ricevitrice delle onde hertziane, generate da un oscillatore di Righi,

(1) Atti della R. Accademia delle scienze di Torino, vol. XXIII, pag. 360.

(2) Birkeland ha indicato per la prima volta il modo di ottenere un materiale magnetico non conduttore, e pur del pari assai omogeneo, facendo una mescolanza di limatura di ferro, o meglio di ferro ridotto chimicamente in polvere impalpabile, con della paraffina fusa ed una piccola quantità di quarzo in polvere (Comptes Rendus, 11 giugno 1894, pag. 1320).

comunicante a sua volta da una parte con la terra e dall'altra con l'antenna trasmittitrice.

Orbene, se in tali condizioni — dopo fatta la lettura, con l'ordinario metodo con specchio e scala, della corrispondente deviazione che subisce il disco magnetico-dielettrico sotto l'azione del campo Ferraris — vien fatto funzionare l'oscillatore, così da lanciare nella spirale avvolgente il disco un



sistema di onde hertziane, sempre si ottiene un notevole aumento della deviazione dell'equipaggio mobile. Questo equivale a dire — ed è un risultato notevolissimo — che, nelle condizioni dell'esperimento descritto, vi ha un aumento di isteresi nel materiale magnetico su cui si sperimenta.

In seguito, con lo scopo di aumentare l'intensità del campo Ferraris, in cui viene sospeso il disco magnetico-dielettrico, e di accrescere in conseguenza la sensibilità dell'apparecchio, ho studiata e sperimenta la seguente speciale disposizione dell'apparecchio stesso, la quale permette di ricondurre sempre a zero la deviazione dell'equipaggio mobile, qualunque sia il valore dell'intensità del campo Ferraris alla cui azione è sottoposto il disco magnetico.

La sospensione porta due dischi D, D' di materiale magnetico-dielettrico perfettamente identici, i quali sono rispettivamente sottoposti all'azione di due campi magnetici della medesima intensità e rotanti in senso inverso: ognuno di questi due campi essendo ottenuto mediante un sistema di tre elettromagneti A, B, C; A', B', C', rispettivamente inseriti nei tre circuiti di un sistema trifase. Dei due dischi D e D', uno soltanto, per esempio il disco D, si trova nell'interno della spirale S, le cui estremità m ed n sono destinate ad essere poste in comunicazione con la terra e l'antenna.

È naturale che in queste condizioni, qualunque sia il valore dell'intensità del campo Ferraris, in cui è sospeso il disco D, sempre si potrà riportare a zero la deviazione dell'equipaggio mobile, prima di sottoporre il disco D all'azione delle onde hertziane: e ciò alla sola condizione che il campo stesso eserciti sul disco D un'azione assolutamente uguale e contraria a quella che l'altro campo esercita sul disco D'.

Sperimentando con tale disposizione dell'apparecchio, ho potuto aumentare ancora notevolmente la sensibilità dell'apparecchio stesso, sostituendo ai due dischi magnetici-dielettrici, dapprima due dischi rispettivamente di ferro, di nickel e di acciaio; e poscia due anelli di filo di acciaio: e in tutti i casi ho sempre riscontrato, almeno nelle condizioni in cui ho sperimentato, che l'effetto delle onde hertziane sul disco magnetico è quello di aumentare sensibilmente, anche per notevoli distanze fra l'antenna trasmittitrice e la ricevitrice, la deviazione del disco stesso sospeso nel campo Ferraris.

Finalmente ho modificato le condizioni dell'esperimento in questo senso che ho fatto variare la frequenza del campo Ferraris, dal valore di circa 42 di prima, rispettivamente ai valori di circa 12, 8, 6, 4; e sempre ancora ottenni il medesimo effetto, e cioè un aumento — in tutti i casi sensibilissimo — nella deviazione dell'equipaggio mobile dell'apparecchio.

In quest'ordine di idee, e con questo modo di sperimentare, sto continuando le mie ricerche: riservandomi quindi in un prossimo lavoro di discuterne i risultati.

Credo però opportuno fin d'ora di osservare che il nuovo rivelatore di onde hertziane a campo Ferraris può tornare utilissimo in laboratorio, in quanto che — mentre è assai semplice e di facile impiego — può servire per misure quantitative. Inoltre gli esperimenti preliminari già eseguiti sembrano promettere per questo rivelatore di onde ottimi risultati pratici: siccome che esso, reso sensibilissimo, potrà forse essere impiegato come ricevitore telegrafico; e può, in ogni caso, essere atto a paragonare i poteri radio-emissivi di differenti radiatori o trasmettitori per telegrafia senza fili con onde hertziane.

Intanto mi compiaccio attestare la più profonda gratitudine e porgere le più vive grazie agli egregi miei assistenti, ingegneri Comboni e Polacco e tenente di vascello Colabich, i quali, col loro efficace lavoro, potentemente mi coadiuvarono in queste ricerche.

Debbo inoltre ancora segnalare l'opera intelligente del sig. Campostano di Milano, il quale mi fu di valida cooperazione nella costruzione degli apparecchi e nella preparazione degli esperimenti (1).

(1) Mentre era in procinto di presentare questa Nota, mi viene a conoscenza dal « The Electrician » del 4 marzo, che Ewing e Walter hanno presentata il giorno 11 feb-