

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI  
ANNO CCC.  
1903

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XII.

2° SEMESTRE.



ROMA  
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1903

In tal caso è  $\mathcal{A} = 0$ ,  $L^{(r)}$  è dato dalla formola (23) della Nota III, e delle  $C$  è diversa da zero solo la  $C^{(r-1)}$  che è

$$(21) \quad C^{(r-1)} = (-1)^{r-1} \sum_i \sum_j \xi_i X_{j_1 \dots j_{r-1} i} \delta_{j_1 \dots j_{r-1}}^{(r-1)}.$$

La formola (10) della Nota precedente si riduce a:

$$(22) \quad \Xi X^{(r)} = r d C^{(r-1)} + L^{(r)}.$$

Delle matrici  $\{M\}$  e  $\{M\}$  non esistono in questo caso che la  $\{M\}_{r-1}$  e la  $(M)_r$  che sono rispettivamente:

$$\{M\}_{r-1} \equiv \parallel 0, X_{j_1 \dots j_{r-1} 1}, \dots, X_{j_1 \dots j_{r-1} n} \parallel$$

$$(M)_r \equiv \parallel X_{j_1 \dots j_r}, \begin{bmatrix} j_1 & \dots & j_r \\ & 1 & \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} j_1 & \dots & j_r \\ & & n \end{bmatrix} \parallel.$$

Se si pone  $L^{(r)} = \mu X^{(r)}$ , si riconosce subito che, a differenza che nel caso generale, in questo caso si ha l'annullarsi identico di  $C^{(r-1)}$ , perchè devono allora essere zero i termini di  $L^{(r)}$  contenenti i  $\delta_{j_1 \dots j_{r-1}}^{(r)}$  non essendo tali termini contenuti in  $\mu X^{(r)}$ ; cioè: *non esistono trasformazioni infinitesime che lasciano invariata la  $X^{(r)} = 0$ , a meno del differenziale del covariante  $C^{(r-1)}$ , ma esistono solo quelle per le quali è contemporaneamente nullo anche  $C^{(r-1)}$ . Per l'esistenza di tali trasformazioni infinitesime è poi necessario e sufficiente l'annullarsi della matrice  $\{M\}_{r-1} + (M)_r$ .*

Fisica. — *Sul detector magneto-elastico.* Nota di A. SELLA, presentata dal Socio P. BLASERNA.

I. G. B. Gerosa ha pubblicato nell'anno 1891 una serie di ricerche molto interessanti da lui eseguite con alcuni suoi collaboratori (1), intorno all'influenza di certe azioni elettromagnetiche sopra l'isteresi dei metalli magnetici. Ricorderò qui solo i risultati che si riferiscono alla presente ricerca e che malgrado la loro importanza sono forse sfuggiti all'attenzione generale (nello stesso trattato dell'Ewing, Magnetic Induction in Iron, 1900, le ricerche del Gerosa sono riferite molto incompletamente).

Un fascio di fili di ferro, p. e., è sottoposto ad un campo magnetico esterno, che si fa variare fra dati limiti; un magnetometro permette di costruire il diagramma di magnetizzazione del fascio. Il campo esterno è generato da una corrente che circola in una bobina concentrica al fascio e

(1) Rendiconti dell'Istituto Lombardo, serie II, vol. 24, 1891.

che diremo bobina principale, venendo la sua azione diretta sul magnetometro compensata per mezzo di un'altra bobina. Se ora per il fascio viene lanciata, longitudinalmente, una corrente continua, interrotta ovvero alternata, la curva di magnetizzazione si altera fortemente, sì che l'area d'isteresi è fortemente diminuita e può anzi facilmente essere annullata. Lo stesso avviene se in una piccola bobina secondaria, coassiale con la principale, si manda una corrente alternata. Nell'un caso alla magnetizzazione principale longitudinale, lentamente e ciclicamente variata, veniva sovrapposta una magnetizzazione circolare continua, interrotta, ovvero alternata — nel secondo una magnetizzazione longitudinale alternata; essendo il risultato di questa sovrapposizione sempre una diminuzione, risp. un annullamento dell'area di isteresi normale, quale cioè si ottiene senza tali azioni secondarie. Al Gerosa era però sfuggito il fatto che sia nell'un caso, sia nell'altro la corrente alternata secondaria poteva, almeno se ad alta frequenza, essere straordinariamente piccola pure alterando ancora in modo sensibile il ciclo di isteresi; tanto che su questo fatto è in oggi basato il metodo forse più sensibile per rivelare la presenza di onde elettriche.

Nel 1897 il Rutherford (1) pubblicava un grosso lavoro sulla magnetizzazione di fili di ferro od acciaio prodotta da oscillazioni elettriche ad alta frequenza. Un filo od un fascio di fili di ferro o di acciaio viene magnetizzato a saturazione e se ne determina il momento al magnetometro; poi per il filo oppure per una spirale coassiale con essa viene lanciato un sistema di onde elettriche. Queste producono sempre una diminuzione del momento magnetico, che viene nuovamente misurato al magnetometro. Il Rutherford ha applicato questo risultato in modo molto ingegnoso a svariati problemi e dopo di lui molti hanno seguito il suo metodo nello studio delle oscillazioni elettriche. Come si vede il Rutherford ha trattato un caso molto speciale: cioè l'effetto delle onde in un solo punto del ciclo di magnetizzazione, cioè con campo esterno nullo. A lui spetta però il merito di avere riconosciuto la grande sensibilità del metodo.

E. Wilson aveva istituito sino dal 1897 delle ricerche, sulle quali ha riferito solo recentemente (2) e che utilizzavano la seguente disposizione. Un fascio di fili di ferro o di acciaio è sottoposto ad una variazione magnetica ciclica, perchè si trova in una bobina percorsa da una corrente lentamente alterante (ovvero perchè in sua vicinanza è posto un magnete permanente in rotazione). Il fascio è circondato da una bobina in cui si lancia un impulso elettromagnetico ovvero delle onde Hertziane. Finalmente un terzo avvolgimento è collegato con un galvanometro ballistico ovvero con un telefono. Il Wilson notò in queste condizioni una brusca variazione della magnetizzazione ogni

(1) Philosophical Transactions of the R. Society of London, vol. 189, 1897.

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

qualvolta durante la variazione ciclica principale si lanciava nella seconda bobina l'impulso elettromagnetico o le onde Hertziane; ed osservò che la sensibilità era più grande nei tratti più ripidi del ciclo di magnetizzazione, in quei tratti cioè, in cui, come è noto, la magnetizzazione è più sensibile alle azioni esterne. E la sensibilità era maggiore se il fascio di fili era mantenuto permanentemente deformato per torsione, ovvero portato a temperatura elevata.

Come si vede il Wilson aveva costruito in tutte le sue parti quello che oggi si chiama il detector magnetico. Ma spettava al Marconi il grande merito di mostrare come con una scelta opportuna di tutte le condizioni delle singole parti, il detector potesse diventare un rivelatore di onde meravigliosamente sensibile, si da essere applicato nella telegrafia senza fili transatlantica. Nella disposizione ultima che pare abbia adottato il Marconi cioè con fascio di fili di ferro continuamente scorrente sopra due carrucole egli sarebbe ritornato ad una disposizione tipo Rutherford, in cui cioè le onde agiscono sempre sul medesimo punto del ciclo, continuamente rinnovandosi. Comunque il successo del Marconi fu così grande, che si può dire che l'esistenza e l'uso del detector magnetico verranno attribuiti a lui, tanto più che secondo probabilità egli non conobbe le ricerche del Wilson.

2. In una Nota pubblicata in questi Rendiconti (V, 12, 1° sem., p. 340) ho riferito che lo stato magnetico del ferro è sensibile alle onde elettriche anche quando il ciclo d'isteresi invece che da un cambiamento del campo esterno viene generato da un processo di deformazione elastica. Questa sensibilità è lontana dal potere competere con quella del detector ordinario, ma comunque il fatto presenta un interesse scientifico.

La disposizione adottata per dimostrare il fenomeno era di prendere un fascio di fili di ferro saldati insieme alle due estremità ed infilarlo in un tubetto di vetro intorno a cui erano disposti due avvolgimenti, di cui l'uno destinato ad accogliere il passaggio delle onde elettriche e l'altro chiuso su di un telefono. Il fascio veniva allora torto alternativamente da una parte e dall'altra ovvero alternativamente stirato ed allentato. Ora l'uso del telefono è molto comodo se l'apparecchio deve solo compiere l'ufficio di rivelatore di onde, ma non si presta a misure quantitative. Per studiare quindi con maggiore dettaglio il fenomeno ricorsi ad un metodo magnetometrico.

Un fascio di 12 fili di ferro (diametro  $\frac{1}{3}$  di mm., lunghezza 54 cm.) dolce accuratamente ricotti e poi verniciati viene disposto verticalmente, fissando solidamente la sua estremità superiore e collegando l'inferiore ad un asta di ottone, che porta un peso tensore. L'asta porta un raggio orizzontale la cui estremità, torcendo l'asta, indica sopra un cerchio graduato orizzontale l'angolo di cui si ruota l'estremità inferiore del fascio. Il fascio è poi infilato in un tubetto di vetro (diametro esterno 5 mm., lunghezza un po' minore del fascio) su cui è avvolta ad un solo strato una spirale di filo di rame di

$\frac{5}{100}$  di mm. ricoperto di seta. L'estremità superiore del fascio è affacciata al magnete inferiore di un sistema astatico munito di specchio. Parallelamente al fascio di fili è disposto dall'altra parte del magnetometro, a eguale altezza e distanza un fascio compensante. *Il fascio si trova così nel campo terrestre verticale.* Se ora si torce l'estremità inferiore da una parte e dall'altra fra due valori estremi uguali e di segno contrario, il momento del fascio descrive un ciclo determinato dalle deviazioni magnetometriche.

I due capi della spirale possono essere messi rispettivamente in comunicazione con un antenna (un filo di rame isolato che esce dalla finestra e poi seguita orizzontalmente per alcuni metri) e con la conduttura del gas. In una stanza lontana è il sistema che genera le onde, costituito da un piccolissimo trasformatore Tesla, il cui primario è alimentato da un rochetto d'induzione, con boccia di Leida in derivazione, mentre le estremità del secondario sono collegate con un antenna simile alla precedente e rispettivamente alla conduttura del gas.

Le misure vengono eseguite nel seguente modo. Il fascio di fili di ferro previamente smagnetizzato coi noti metodi viene *ciclizzato* mediante ripetute torsioni fra limiti costanti (rotazione dell'estremità inferiore di  $+180^\circ$  e  $-180^\circ$ ), sinchè il ciclo magnetometrico si chiude perfettamente e si ricopre. Poscia si ferma l'apparecchio di torsione in una data posizione e si legge al magnetometro. Poi si lancia l'onda nella spirale, ponendo le estremità in comunicazione risp. con l'antenna e con la terra (mentre l'apparecchio generatore funziona sempre) e dopo qualche istante, quando la deviazione del magnetometro è diventata costante, si fa una seconda lettura. Di poi con spirale isolata si ciclizza un'altra volta il fascio torcendo sempre fra i medesimi limiti di prima, sino a che si è riottenuto il ciclo normale, cioè che si ha dopo una dozzina di cicli ed anche meno; si arresta l'apparecchio torcente ad una posizione diversa dalla precedente, si legge il magnetometro, si lancia l'onda, si fa la seconda lettura. E così via. I valori letti al magnetometro dopo l'onda corrispondono dunque al momento raggiunto dopo il passaggio delle onde, ma quando il punto di partenza è sempre un punto del ciclo *normale*, cioè descritto senza il detto passaggio. È questo il procedimento seguito dall'Ascoli nel suo così interessante studio dell'effetto degli urti meccanici sui cicli di magnetizzazione (Nuovo Cimento Serie 5, <sup>a</sup> 3, 1902, p. 1).

Riferisco ora i numeri relativi ad una misura eseguita coll'aiuto del sig. Tieri sopra un intero ciclo con onde piuttosto energiche all'apparecchio trasmettitore; nel primario del rochetto era mandata, con acconce resistenze, la corrente alternata di città. Nella prima colonna sono riportati gli angoli di torsione dell'estremità inferiore del fascio, nella seconda le deviazioni magnetometriche corrispondenti al ciclo normale, nella terza quelle corrispondenti dopo il passaggio delle onde e nella quarta le differenze fra le due colonne precedenti. Avverto che si tratta di onde energiche, essendo la lun-

ghezza della scintilla fra gli estremi del secondario Tesla di oltre mezzo centimetro.

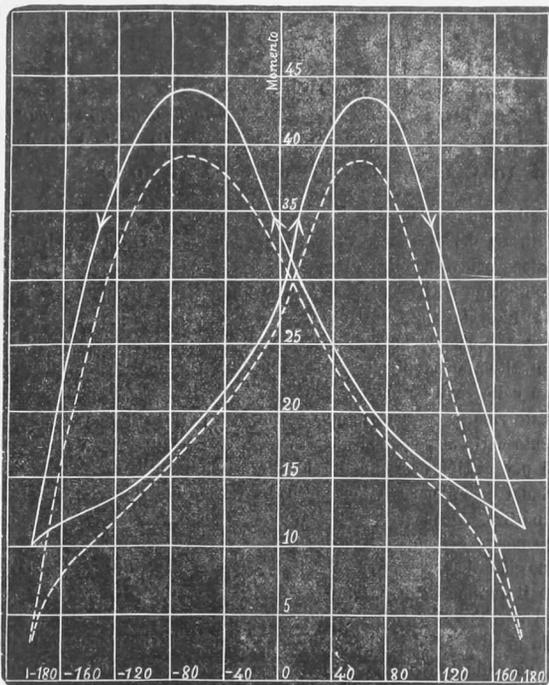
Angolo	Magnetizzazione normale	Magnetizzazione dopo le onde	Differenze
0	28,5	26,1	2,4
40	41,3	37,5	3,8
80	42,4	36,1	6,3
120	31,5	25,0	6,5
160	18,6	12,0	6,6
180	11,7	4,5	7,2
160	13,0	9,3	3,7
120	15,6	13,6	2,0
80	19,3	17,9	1,4
40	25,0	23,7	1,3
0	33,5	31,5	2,0
40	42,0	38,2	3,8
— 80	43,5	38,5	5,0
— 120	36,4	31,3	5,1
— 160	22,4	16,5	5,9
— 180	10,0	4,1	5,9
— 160	11,8	8,4	3,4
— 120	13,9	11,8	2,1
— 80	17,0	16,0	1,0
— 40	22,0	20,9	1,1
0	29,7	27,8	1,9

Come si vede il ciclo non si è propriamente chiuso, perchè la deviazione di partenza è di 28,5 e quella di arrivo 29,7; come avviene di sovente, il ciclo è andato spostandosi leggermente nel senso dell'effetto delle onde.

Nell'unito diagramma sono rappresentate le osservazioni fatte; il ciclo tirato in pieno rappresenta quello normale, mentre la linea tratteggiata dimostra l'effetto delle onde; si avverta che nel disegno per l'ascissa 0 ho preso la media fra le deviazioni iniziale e finale; si che i due cicli compaiono chiusi.

Il ciclo normale è quello solito di torsione, come fu dato per la prima volta dal Kelvin nel 1878 e si vede che in ogni suo punto l'effetto delle onde è di diminuire la magnetizzazione del fascio. La diminuzione media è circa un decimo della massima variazione, dovuta alla torsione, ma essa è molto variabile da tratto a tratto; l'area del ciclo normale sta a quella del perturbato dalle onde circa come 100 a 80.

Il diagramma riportato si riferisce a misure fatte, come si disse, alimentando il primario del rocchetto con corrente alternata e senza interruttore; ma se si fa uso di corrente data da accumulatori e di interruttore si può, se l'energia di scarica è grande, scambiare il senso dell'effetto delle onde, scam-



Angolo di torsione

biando al secondario del Tesla antenna con terra. La cosa si vede meglio prendendo una macchinetta elettrostatica con condensatori, facendo scoccare la scintilla fra le armature interne e collegando le esterne risp. con antenna e terra. Si osserva allora che finchè le scintille sono corte, qualunque sia la polarità dell'antenna, l'effetto è sempre di una diminuzione; ma con scintille lunghe, cioè con molta energia ed onde molto smorzate, si può ottenere scambiando

terra con antenna ora una diminuzione ed ora un aumento della magnetizzazione. Non ho ancora precisato le condizioni del fenomeno, il quale presenta però un grande interesse.

3. Finalmente osservo che effetti analoghi a quelli sopra descritti ho ottenuto sia operando sul nickel sia descrivendo un ciclo per trazione ed allentamento longitudinale del fascio, sia finalmente facendo passare l'onda invece che nella spirale avvolgente il fascio, longitudinalmente per il fascio stesso.

Fisiologia. — *I movimenti riflessi che produconsi per mezzo dei suoni nell'orecchio esterno delle cavie* (<sup>1</sup>). Nota I del dott. ALBERTO AGGAZZOTTI, presentata dal Socio A. MOSSO.

Nell'organo dell'udito ad ogni percezione acustica succede una contrazione riflessa dei muscoli della cassa timpanica, con la quale viene regolata la tensione endo-timpanica e endo-labirintica. Nelle cavie osservai che ad ogni sensazione uditiva succede pure un movimento riflesso del padiglione dell'orecchio. Molti sono gli animali che hanno il padiglione mobile, in certi casi anche l'uomo lo muove: ma tali movimenti in questi animali si manifestano saltuariamente, sono spesso volontari e mimici; i movimenti che descriverò nelle cavie sono veri movimenti riflessi e costanti.

Tale riflesso consiste in un movimento di tutto il padiglione, ma specialmente della sua porzione antero-superiore. La direzione del movimento non si può attribuire a gruppi muscolari ben distinti, ma pare che i diversi settori del padiglione tendino a convergere verso l'orificio esterno del condotto uditivo. Alcune ricerche anatomiche sul modo di aggruppamento e funzionamento dei muscoli estrinseci dell'orecchio nell'uomo e negli animali, avevano già fatto supporre che alcuni di essi (*M. Antragicus* e il *M. Tragicus*) fossero il rudimento di antichi costrittori mentre altri (*M. Helicis maior et minor*) avrebbero avuto un'azione dilatatrice.

In questa Nota non mi occuperò dei muscoli che prendono parte al riflesso, nè della loro innervazione, nè della localizzazione anatomica dell'arco riflesso, su ciò intendo ritornare in seguito; ora desidero solo esporre le osservazioni fisiologiche che ho fatto intorno a questo riflesso, non ancora studiato da altri per quanto io sappia.

Il riflesso del padiglione è tanto più evidente quanto maggiore è l'intensità del suono; però fra l'uno e l'altro non v'è un rapporto ben definito e costante. Non occorrono dei suoni molto intensi per ottenere il massimo dell'escursione riflessa; una sfera di acciaio del peso di gr. 4 lasciata cadere

(<sup>1</sup>) Lavoro eseguito nell'Istituto di fisiologia della R. Università di Torino.