vato dall' Hempel deve dunque ricondursi a una causa affatto secondaria e non ad una proprietà specifica dell' ipoazotide.

**SULL' USO DELL' ELETTRODINAMOMETRO NELLA MISURA DEI COEFFICIENTI
D'INDUZIONE MUTUA**

di R. MANZETTI.

Per ovviare agli inconvenienti (variazione di zero e della costante) che presenta il galvanometro balistico nel caso di sensibilità eccezionali e di basse resistenze (per es. $K = 10^{-8}$ amp. per 1 mm. della scala a 2 m. di distanza ed $R = 6$ ohm) ho cercato di vedere se l'elettrodinamometro e la corrente alternata non offrissero un mezzo altrettanto sensibile ed esente dalle perturbazioni suddette in tutti quei casi in cui la corrente alternata possa o debba essere adoperata e p. es. per la misura dei coefficienti di induzione mutua fra circuiti nell'aria, nella permeabilità di sostanze non conduttrici, e nella variazione dei coefficienti stessi per effetto delle correnti parassite.

Mi servii in queste ricerche dell'elettrodinamometro a ferro mobile descritto già nella sua parte costruttiva ¹⁾.

Nei diversi tentativi fatti per aumentarne la sensibilità mi accorsi che fascetti di filo di ferro nelle bobine influivano nello zero dell'istrumento, una eccessiva sensibilità del filo di sospensione non era nemmeno utile per le maggiori ed eccessive cure che richiede in tal caso l'uso dei fili di quarzo. In definitiva riuscii ad ottenere senza inconvenienti e abbastanza facilmente una sensibilità dell'ordine di $K = 2 \cdot 10^{-6}$ amp. (supponendo approssimativamente $i = K \sqrt{x}$) con 12 ohm. di resistenza interna e la scala a 2 m. Il numero delle alternazioni della corrente era circa 200 al ".

Per confrontare i metodi di misura paragonavo fra loro due coefficienti di cui uno si riteneva noto l'altro era variabile da zero ad un valor massimo.

1) Dalla R. Acc. dei Lincei, vol. 10, p. 179. "Di un nuovo metodo per la misura della frequenza delle correnti alternate „.

Il primo era dato da una spirale posta nel campo generato da una bobina molto lunga. Si avevano nel primario 27 spire per cm. nel secondario 426 spire di filo di $\frac{3}{10}$ in 4 strati il diametro del rocchetto era 3 cm.

Il coefficiente variabile da misurarsi era anch'esso dato da una spirale secondaria ma questa era fissata ad un sostegno mobile per rispetto al primario, in modo che la bobina potesse passare da punti esterni a punti interni del primario mantenendosi coassiale a questa. Si aveva: pel primario una bobina lunga 10 cm. con 2 strati di filo di $\frac{6}{10}$ e 268 spire complessive, il secondario 436 spire in 4 strati su un rocchetto di 3 cm. di diametro.

I due primari erano percorsi in serie dalla corrente alternata di intensità poco superiore ad $\frac{1}{2}$ amp. efficace.

Due inconvenienti impediscono di adottare il metodo di 0 dato dalla fig. 1 per cui è $\frac{M_1}{M_2} = \frac{R_1}{R_2}$.

Fig. 1.

1° Dalla $\alpha = \frac{1}{K^2} i^2$ si deduce $\frac{dx}{di} = \frac{2i}{K^2} = \sigma$ e così la sensibilità non è una costante come nei galvanometri ordinari ma decresce col decrescere della corrente.

2° L'istrumento devia sempre dalla stessa parte dello zero cosicchè non si può riconoscere qual'è il senso giusto della variazione di resistenza nei due rami.

Per avere i vantaggi di un metodo di zero tentai un elettrodinamometro differenziale. Tolsi dall'istrumento le due bobine e ne disposi nelle stesse guide due altre in modo però che avessero gli assi a diversa altezza come è indicato schematicamente dalla fig. 2. L'equipaggio mobile era costituito

Fig. 2.

da un'asticina di alluminio in cui erano infissi due fascetti di filo di ferro dolce ricotto coi loro assi ad angolo retto e disposti in modo da essere a 45° da una parte e dall'altra del piano dei due assi delle bobine. È chiaro che se le correnti indotte che circolano in ognuna delle bobine dell'elettrodo, sono generate dai due primari in serie percorsi dalla stessa corrente alternata è $\frac{M_1}{M_2} = K \frac{R_1}{R_2}$ essendo K (numero puro) una costante dell'istrumento facilmente determinabile. Per fare $K=1$ il sostegno di una delle bobine era raccomandato ad una vite micrometrica per produrre spostamenti piccolissimi. Così se i due circuiti dell'elettrodinamometro erano percorsi

in serie da una corrente si poteva far variare in modo la posizione della bobina munita di vite micrometrica da rendere nulla la deviazione dell'istrumento; era allora $K = 1$.

Si capisce allora come l'istrumento devii dalle due parti dello zero, ed in vicinanza a questo la sensibilità non è diminuita perchè non nulle sono le correnti che circolano nelle bobine.

L'espressione del momento che soffre l'equipaggio mobile è in generale

$$y = K^2_1 I^2_1 \sin 2\alpha_1 - K^2_2 I^2_2 \sin 2\alpha_2 - K_3 \alpha_3$$

essendo α_1 e α_2 gli angoli che formano gli assi dei fascetti di ferro con l'asse della bobina corrispondente, α_3 l'angolo di torsione del filo, e se β è l'angolo degli assi dei fascetti di ferro è $\alpha_2 = \beta - \alpha_1$.

Se $y = 0$ $K_3 \alpha_3 = 0$ si ha

$$(1) \quad \frac{I^2_1}{I^2_2} = \frac{K^2_2 \sin 2(\beta - \alpha_1)}{K^2_1 \sin 2\alpha_1} = K$$

che è la costante dell'istrumento.

Per una variazione di corrente dI_1 il momento soffre di una variazione

$$dy = 2K^2_1 I^2_1 \cos 2\alpha_1 dx - 2K^2_2 I^2_2 \cos 2(\beta - \alpha_1) dx \\ + 2K_1 I_1 \sin 2\alpha_1 dI_1 - K_3 dx$$

e se ammettiamo di partire da $y = 0$ e che sia $\beta = 90$ per semplicità si ha

$$(2) \quad dy = 2K^2_1 I_1 \sin 2\alpha_1 dI_1 - K_3 dx.$$

Dalla discussione della (1) e (2) si deduce facilmente

1.° L'istrumento deve essere costruito ed aggiustato in modo che sia β molto prossimo a 90° ed α_1 ad $\frac{1}{2}\beta$ perchè la K sia massima e soffra la minima variazione al variare della posizione di zero.

2.° Non si devono inviare nelle bobine delle correnti eccessivamente forti per non rendere folle il sistema mobile.

Il fatto della variazione della costante con lo zero rendeva meno utile la vite micrometrica per la riduzione di K all'unità; ma il suo valore poteva essere determinato in un modo molto semplice, shuntando cioè con una resistenza nota ρ la bobina più sensibile di resistenza R . Sarà allora

$$\left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 = K = \left(\frac{\rho + R}{\rho}\right)^2$$

Un altro vantaggio dell'istrumento è la indipendenza delle sue indicazioni dalla differenza di fase delle due correnti e dalla frequenza della corrente alternata. Nell'istrumento costruito si avevano 304 spire per ogni bobina con una resistenza di circa 8,8 ohm.

Coll'aiuto della vite micrometrica si poteva molto facilmente ottenere $K = 1,01$.

Per una variazione dello zero della scala di 8 o 10 cm. la K variava di circa il 3 %. Mantenendo fisso lo zero entro 2 o 3 mm. non si aveva variazione sensibile. La sensibilità elettrodinamometrica raggiungeva circa $5 \cdot 10^{-6}$ per ognuna delle parti. Giova avvertire che poco si era curato di ottenere l'ortogonalità fra i due fascetti di ferro.

Torniamo allo schema della fig. 3 con l'elettrodinamometro semplice nella diagonale.

Fig. 3.

È chiaro che si avrà una stessa deviazione dell'istrumento per due valori della resistenza nel ramo dove vi ha forza

elettromotrice maggiore, il che corrisponde al caso di due deviazioni uguali e di segno contrario per le correnti continue. K è un commutatore a 6 vie che serve ad includere nel ramo di M_2 la resistenza r_1 o la r_2 che si fanno variare in modo che l'inclusione dell'una o dell'altra nel circuito non dia una differenza di deviazione apprezzabile. Allora è

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{r(R+r)(r_1+r_2) + 2Rr^2}{2r_1r_2(R+r) + Rr(r_1+r_2)}.$$

Manovrando il commutatore abbastanza rapidamente non si dà all'elettrodinamometro il tempo di tornare verso lo zero e la misura si eseguisce con grande speditezza.

Questo metodo per sensibilità e precisione mi ha dato risultati notevoli. Ho operato per diverse deviazioni dell'elettrodinamometro essendo il cannocchiale a 2,5 m. di distanza e riporto alcuni numeri per dimostrare i risultati a cui sono giunto.

Era $R = 11,9 =$ resistenza dell'elettrodinamometro

$\frac{M_1}{M_2}$	0,01569	0,01571	0,9114	0,9112	0,9122
r_1		7100	623,0	595,6	566,4
r_2	809,9	914,9	306,4	313,9	322,4
r	25,55	25,55	375,6	375,6	375,6

Il valore di M_2 era 0,00112 henry con una resistenza di 24,9 ohm.

Ogni valore di $\frac{M_1}{M_2}$ era ottenuto con diverse deviazioni dell'elettrodinamometro che variavano da pochi cm. a tutta la lunghezza della scala (60 cm.).

In questo modo è però necessario avere una certa costanza nelle frequenze della corrente alternata, almeno nel breve tempo che dura una misura. Sarebbe illusorio tentare l'ultimo metodo con corrente alternata poco costante, mentre in tal caso è lecito usare l'elettrodinamometro differenziale.

Si può dunque concludere:

1° L'elettrodinamometro per quel che riguarda sensibilità e precisione di misure può essere in molti casi non solo sostituito ma preferito al galvanometro balistico.

2° L'elettrodinamometro differenziale ed il metodo ultimo possono dirsi equivalenti: solo essi devono essere utilizzati in condizioni diverse, a seconda della corrente alternata di cui si dispone.

Se vi ha una corrente alternata sufficientemente costante è preferibile il 2° metodo, perchè più semplice, non dovendo determinare alcuna costante. Quando invece la corrente soddisfa meno bene a questa condizione, diventa illusoria la praticità del 2° metodo ed è preferibile l'elettrodinamometro differenziale, curando a che lo zero rimanga stabile o campionando l'istrumento per diverse posizioni di zero.

DIE ERWEITERUNG UNSERER SINNE,

di O. WIENER.

Leipziger akademische Antrittsvorlesung. — (Leipzig, J. A. Barth, 1900).

Nel discorso inaugurale che nel 1900 tenne all'università di Lipsia, il Prof. Wiener passa in rassegna quali sono le più piccole grandezze che sono percettibili direttamente coi nostri sensi, e quale immenso sussidio abbiano portato nelle osservazioni dei fenomeni naturali i diversi strumenti scientifici che sono stati via via inventati e costruiti. Tali strumenti rappresentano in certo modo un'enorme estensione della potenza dei nostri sensi, e senza il loro aiuto la scienza non avrebbe potuto raggiungere l'attuale sviluppo.

Cominciando dal senso meccanico, il Wiener fa notare che mentre direttamente, con lungo esercizio, si arriva a percepire solamente una differenza di peso del 10 per % della carica sostenuta, possediamo ora bilancie che sono sensibili al duecentesimo di milligrammo per la carica di 1 kg., cioè sono sensibili ad un duecentomilionesimo della carica.

E mentre la più piccola pressione percettibile non scende al di sotto di 1 milligrammo, vi sono bilancie che sentono il