

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXII.

1915

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIV.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1915

Matematica. — *Il teorema del valor medio*. Nota di GUIDO FUBINI, presentata dal Socio C. SEGRE.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Un generatore invertibile per correnti continue, senza collettore nè contatti striscianti* ⁽¹⁾. Nota di O. M. CORBINO e G. C. TRABACCHI, presentata dal Socio P. BLASERNA.

In una Nota presentata nella precedente Seduta abbiamo dimostrato che con un indotto di speciale costruzione debbono verificarsi i seguenti fatti:

1°) L'indotto deve ruotare in un campo magnetico, sviluppando una coppia costante, qualora sia attraversato da una corrente continua inviata tra gli estremi puntiformi dell'albero; e la sua rotazione non si inverte invertendo il campo.

2°) Tenendo in rotazione l'indotto in un campo uniforme di qualsiasi senso si svilupperà una forza elettromotrice costante che può raccogliersi tra gli estremi dell'albero, e cioè senza nè collettore, nè contatti striscianti.

3°) Questa f. e. m. può ugualmente ottenersi tenendo fisso l'indotto in un campo ruotante, il che rende possibile ottenere da correnti polifasiche una corrente continua, per induzione elettromagnetica, senza organi in movimento.

* * *

1°) Per ottenere la verifica sperimentale della prima proprietà si è proceduto nel modo seguente:

Tra due punte di centro P e Q (fig. 1) può ruotare un asse costituito da due cilindretti di ottone m ed n riuniti meccanicamente (ma isolati elettricamente) da un manicotto di ebanite, le cui estremità sono filettate in modo da permettere di avvitarsi i due dadi, pure di ebanite, d e d' .

Mediante questi dadi si possono fissare all'asse, ortogonalmente fra loro, due telai costituiti ciascuno nel modo seguente. Con una lamina di rame dello spessore di cm. 0,2 si è costruito un telaio rettangolare di cm. $3,6 \times 7,4$ sostituendo però, nel centro di uno dei due lati maggiori e per un tratto lungo cm. 3, una laminetta di bismuto al rame.

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto fisico della R. Università di Roma.

I lati minori sono stati foggiate in modo (fig. 2), che i detti telai potessero essere montati sull'asse descritto, stringendoli tra i dadi di ebanite d e d' ; delle lamine di mica li isolavano fra loro. Due nastri di rame A e B (fig. 1), che partono dagli estremi r ed s delle due parti isolate dall'asse fanno capo ai centri N ed M' (fig. 3) dei due lati liberi più lontani delle due laminette di bismuto, mentre un altro nastro di rame riunisce i

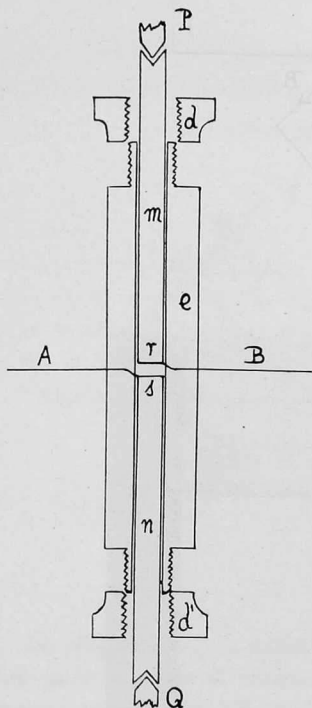


FIG. 1.

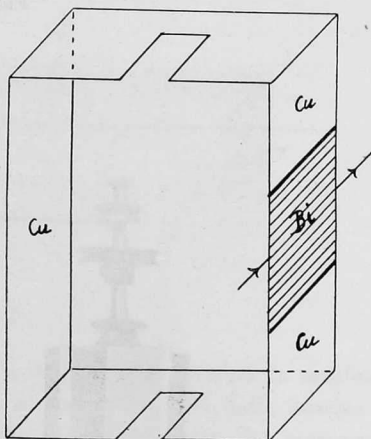


FIG. 2.

centri dei due lati più vicini in modo che una corrente proveniente dalla parte superiore dell'asse attraversa le due lamine tra i centri dei loro lati liberi, e torna alla parte inferiore dell'asse; il nastro si svolge in un piano normale all'asse di rotazione del sistema. In virtù di quanto fu dimostrato nella precedente Nota tale sistema, che è rappresentato nella figura 4, è soggetto, in un campo perpendicolare al suo asse di rotazione, ad una coppia costante il cui senso è indipendente dalla direzione del campo. E infatti l'esperienza prova che si ottiene una rotazione continua e uniforme che non muta di senso invertendo il campo.

Il movimento dell'apparecchio viene fortemente frenato dalle correnti indotte che si sviluppano nei telai e che danno luogo, come è facile rico-

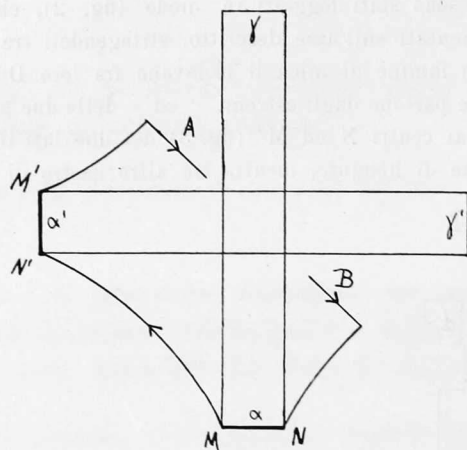


FIG. 3.

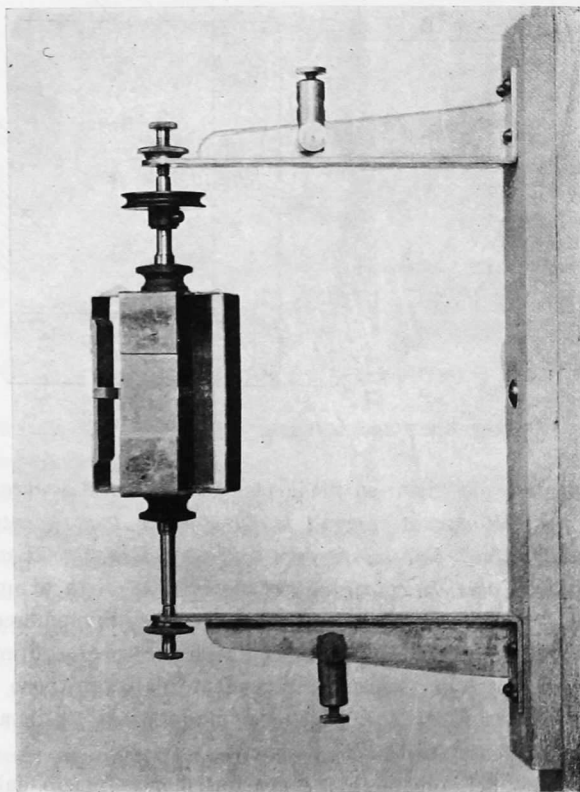


FIG. 4.

noscere, a una coppia resistente, il cui valore aumenta con la velocità di rotazione.

Infatti, supposto che il sistema dei telai ruoti con velocità angolare ω , ognuno di essi sarà sede di una corrente indotta proporzionale alla derivata del flusso N che lo attraversa. La f. e. m. che genera questa corrente sarà:

$$e = -\frac{dN}{dt},$$

mentre si ha d'altra parte, indicando con ϑ l'angolo formato (fig. 5) dalla normale al telaio col campo, e con S la superficie del telaio

$$N = SH \cos \vartheta = SH \cos \omega t.$$

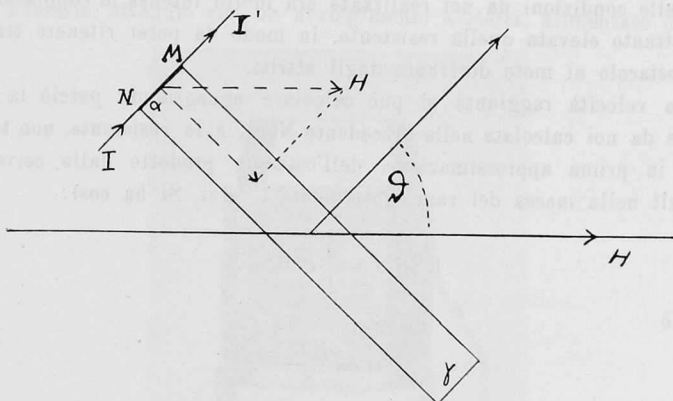


FIG. 5.

Se chiamiamo r la resistenza della lastrina e si trascura la resistenza della parte in rame di ciascun telaio di fronte a quella della lastrina di bismuto, avremo che l'intensità i della corrente indotta dal movimento sarà:

$$i = \frac{1}{r} SH\omega \sin \omega t = \frac{1}{r} SH\omega \sin \vartheta.$$

Il lavoro dW necessario per una rotazione $d\vartheta$ sarà perciò

$$\begin{aligned} dW &= i \frac{dN}{dt} d\vartheta = -\frac{1}{r} SH\omega \sin \vartheta \cdot SH \sin \vartheta \cdot d\vartheta \\ &= -\frac{1}{r} S^2 H^2 \omega \sin^2 \vartheta d\vartheta. \end{aligned}$$

La coppia resistente sarà dunque, in valore assoluto,

$$C_1 = \left| \frac{dW}{d\vartheta} \right| = \frac{1}{r} S^2 H^2 \omega \sin^2 \vartheta.$$

Una coppia C_2 sarà richiesta dall'altro telaio, e il suo valore sarà evidentemente

$$C_2 = \frac{1}{r} S^2 H^2 \omega \cos^2 \vartheta .$$

La coppia resistente totale sarà adunque

$$C = \frac{1}{r} S^2 H^2 \omega$$

e, come si vede, anche questa coppia è indipendente dalla posizione dei due telai rispetto al campo.

Nelle condizioni da noi realizzate era molto intensa la coppia motrice, e altrettanto elevata quella resistente, in modo da poter ritenere trascurabile l'ostacolo al moto derivante dagli attriti.

La velocità raggiunta si può calcolare eguagliando perciò la coppia motrice da noi calcolata nella precedente Nota, e la resistente, non tenendo conto, in prima approssimazione, dell'ostacolo prodotto dalle correnti di Foucault nella massa del rame costituente i telai. Si ha così:

$$KSH^2I = \frac{1}{r} S^2 H^2 \omega ,$$

e perciò

$$\omega = \frac{KI r}{S}$$

La costante K dipende, come si disse nel lavoro citato, dal momento ionico differenziale E del metallo e dalle dimensioni della laminetta.

Si ha all'incirca:

$$K = E \frac{a}{l}$$

dove a è la larghezza, ed l la lunghezza della laminetta. Si può così prevedere che con una lamina di un metallo avente una resistenza specifica più elevata del bismuto, e una costante E non troppo minore, la velocità raggiunta possa essere maggiore. La coppia è però massima col bismuto: nel nostro caso colla corrente di una unità elettromagnetica, e un campo di 6000 Gauss, la coppia aveva il valore rilevante di 20000 dine-centimetro, o di circa 20 grammi-centimetro. Nell'apparecchio poteva mandarsi senza inconvenienti una corrente di 3 unità e. m.; ne risultava una coppia di circa 59 grammi-centimetro.

* * *

Come prevede la teoria, se con un motore si mette in rotazione l'indotto (che a tale scopo porta sull'asse una puleggia) in un campo magne-

tico sia *continuo*, che *alternativo*, si ottiene una forza e. m., costante nel primo caso, pulsante nel secondo, il cui senso dipende unicamente dal senso di rotazione.

Il valore della f. e. m. fu misurato in corrispondenza della velocità di tre giri al secondo impressa all'apparecchino e in un campo costante di 6000 Gauss; e fu trovata pari a millivolt 4,3. La velocità potè essere accresciuta fino a raggiungere una forza e. m. di 18 millivolt; chiudendo allora l'apparecchio in corto circuito su un amperometro si ottenne una corrente continua superiore a un decimo di ampere.

* * *

Per verificare la terza proprietà dell'indotto, ci siamo serviti di un campo Ferraris, ottenuto con un avvolgimento a stella, alimentato da cor-

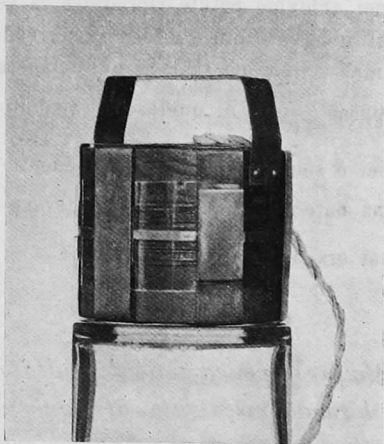


FIG. 6.

renti trifasi, ed eseguito, come di solito, intorno ad un anello di lamina di ferro. Nelle cavità di detto anello poteva introdursi un indotto simile a quello descritto, ma costituito da tre anzichè da due telai, disposti a 60° l'uno dall'altro, e riempiti nella parte corrispondente al bismuto di lamine di ferro, allo scopo di intensificare il campo là dove ciò era utile (fig. 6).

I telai erano isolati con mica tra loro e dalla carcassa di ferro. Un cordone di rame saldato agli estremi del nastro che riunisce i centri dei lati liberi delle lamine di bismuto, si poneva in comunicazione con un voltmetro Weston, dove si leggeva direttamente la f. e. m. costante sviluppata.

La velocità di rotazione del campo era nota, essendo nota la frequenza della corrente che lo alimentava.

Con una velocità del campo pari a circa 54 giri per secondo, la f. e. m. continua e costante ottenuta era di circa 5 millivolt. Questa esperienza

può rendersi molto suggestiva tenendo l'indotto a notevole distanza dall'anello che produce il campo rotante, e constatando la f. e. m. continua prodotta con un galvanometro sensibile, di bassa resistenza. Riesce così molto facile il verificare che tutto intorno all'anello, e a notevole distanza, è possibile ricavare una corrente continua per induzione, e che la sua direzione si inverte quando si inverte la rotazione del campo o rovesciando la corrente in una delle fasi, ovvero avvicinandosi all'anello dall'esterno anzichè dall'interno di esso.

* * *

Abbiamo già enunciato nel lavoro precedente che fenomeni analoghi, per quanto in scala più ridotta, debbono potersi ottenere ricorrendo a telai omogeni di qualunque metallo per il quale la costante E non sia troppo bassa.

Effettivamente noi abbiamo potuto riprodurre la terza esperienza (per cui la costruzione dell'indotto è più agevole), ricorrendo a un sistema di telai costruiti interamente in rame. Mentre questo metallo presenta una costante Hall che è appena $\frac{1}{10000}$ di quella del bismuto, la costante per gli effetti elettromagnetici è solo $\frac{1}{150}$ della corrispondente nel bismuto. Ed infatti l'apparecchino ha dato i risultati che si potevano prevedere riducendo circa a $\frac{1}{150}$ ciò che si era ottenuto col bismuto.

Fisica. — *Motore termico fondato sulla rotazione che subisce un disco di bismuto riscaldato al centro o alla periferia, nel campo magnetico.* Nota di L. TIERI, presentata dal Socio V. VOLTERRA.

Nel 1911, in una riunione della Società italiana di fisica (sezione di Roma), il prof. Corbino espose e illustrò con l'esperienza la proprietà di un disco di bismuto di orientarsi nel campo magnetico quando è riscaldato al centro o alla periferia ⁽¹⁾. Il prof. Volterra faceva notare, come disponendo opportunamente delle sorgenti calde e fredde intorno a un sistema di dischi, si dovesse realizzare un movimento continuo di rotazione in modo da costituire una vera e propria macchina termica avente una sorgente calda e un refrigerante. L'esperienza fu fatta dal prof. Corbino con due dischi di bismuto aventi lo stesso centro e disposti a 90° fra loro; ma il risultato fu negativo, sia perchè nei dischi si formavano delle intense correnti di

(1) Rend. Acc. Lincei, 5ª serie, XX, 1° sem. 1911, pag. 569.