

Liceo Scientifico - Liceo Classico
G. Stampacchia
Tricase

Ciriolo Federico 5[^]D a.s. 2006/2007

L'APPLICAZIONE PRATICA DELLE LEGGI
DEL MAGNETISMO COME ESEMPIO
DELL'INTERAZIONE TRA I TRE MONDI DI
POPPER

Karl Popper, uno dei più grandi epistemologi del '900 è, sicuramente, una delle persone più emblematiche nel rapporto moderno tra scienza e filosofia. All'interno della speculazione filosofica di Popper ho voluto scegliere in particolare la teoria dei tre mondi.

Con questa teoria il filosofo prova a dare una descrizione sintetica della realtà definendola suddivisa in tre mondi:

- Mondo 1, è, secondo Popper, il mondo della realtà concreta degli oggetti visibili e tangibili con l'aggiunta delle forze fisiche (es. gravità e magnetismo) che pur non essendo né visibili né tangibili influenzano causalmente il resto del Mondo 1 con effetti visibili.
- Mondo 2, consiste nel mondo dell'interiorità umana, dei sentimenti e di tutto ciò che ci passa per la testa.
- Mondo 3, questo, è il mondo dei concetti oggettivi, veri o falsi che siano, restando tali per sempre.

Nell'illustrare la sua teoria, inoltre, il filosofo viennese descrive la possibile interazione tra i tre mondi evidenziando come una persona (Mondo 2) venendo a conoscenza di una teoria (Mondo 3) può essere influenzata, interessata da questa teoria decidendo di metterla in pratica e conseguentemente interviene modificando il Mondo 1.

Proprio come esempio di questa interazione tra i tre mondi prenderò in analisi il processo di applicazione pratica delle teorie del magnetismo e in particolare della legge di Faraday Neumann e Lentz e della seconda legge di Laplace, rispettivamente applicate nel generatore di corrente alternata e nel motore a corrente continua.

Questo percorso vuole partire da esperienze realizzate nel laboratorio di fisica durante l'anno che mi hanno interessato e mi hanno fatto comprendere le leggi e capire il funzionamento degli strumenti nelle quali tali leggi sono applicate.

In questo percorso, quindi, sono l'esperienze di laboratorio (Mondo 1) a suscitare il mio interesse (Mondo 2) e insieme alle lezioni di fisica (Mondo 3) a farmi comprendere il funzionamento del motore a corrente continua e dell'alternatore.

La prima esperienza in considerazione è quella realizzata con la bilancia elettrodinamica. Questo strumento consiste in una bilancia a bracci di cui uno può essere caricato con delle masse mentre all'estremità del braccio

opposto si monta una spira che può essere attraversata da corrente attraverso il circuito che percorre la bilancia ed alla quale, tramite un alimentatore, può essere applicata una d.d.p. .

Con questa esperienza si riesce ad avere una chiara percezione, a livello sperimentale, della forza applicata da un campo magnetico ad un conduttore attraversato da corrente descritta analiticamente dall'espressione

$$\vec{F} = i\vec{l} \wedge \vec{B}$$

$$F = il \cdot B \cdot \sin \theta$$

Durante l'esperienza, la spira, collegata alla bilancia in equilibrio e sottoposta al campo generato da due espansioni polari parallele, è stata attraversata da diverse intensità di corrente. Da qui si è riuscito a notare come la bilancia perda il suo equilibrio a causa della forza elettromagnetica creata dall'interazione tra la spira e il campo e come, l'intensità della forza varia proporzionalmente all'intensità della corrente.

Dall'espressione si nota come il verso della forza dipenda dall'angolo formato dai vettori della corrente e del campo e, pertanto, cambiando il verso della corrente, l'angolo varia di 180° variando da 90° a 270° e di conseguenza il seno dell'angolo passa da 1 a -1; così facendo la forza cambia verso e la bilancia si muove verso l'alto se prima si era abbassata oppure viceversa.

In base allo stesso principio, se si applica una corrente alla struttura in figura 1 questa farà sì che la spira (o la bobina), attraversata dalla corrente, interagendo col campo generato dai magneti inizi a ruotare

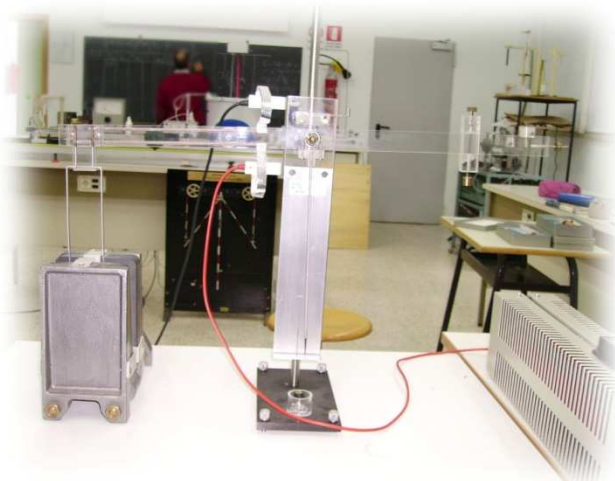


Foto 1

poiché i lati perpendicolari alle linee di forza del campo sono sottoposti alla forza elettromagnetica come avveniva nella bilancia.

La forza dipenderà anche dal numero di avvolgimenti o di spire n ;

$$F = n \cdot il \cdot B \cdot \sin \theta \quad (N)$$

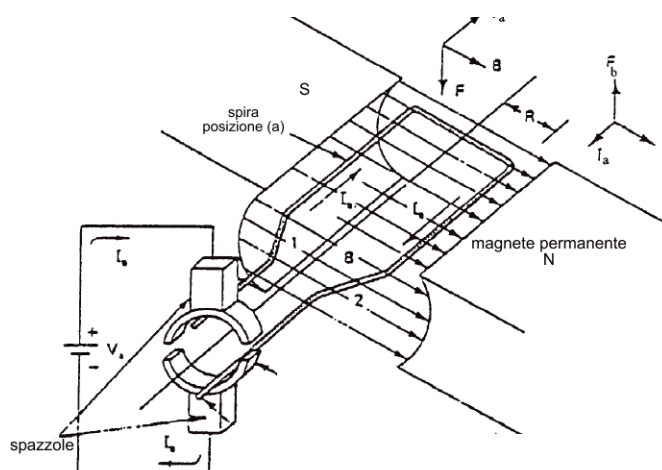


Figura 1

Sulla spira sarà, quindi, esercitato un momento torcente (coppia) la cui intensità sarà:

$$C = \tau = r \cdot n \cdot il \cdot B \cdot \sin \theta = r \cdot F \quad (N \cdot m)$$

Dove r è il raggio di rotazione. Si noti come si possano ottenere valori di coppia elevati intervenendo su uno o più dei fattori presenti nella formula

Questa, non è altro che la struttura semplificata di un motore elettrico a corrente continua. Nel motore si distinguono:

- Il rotore, che può essere formato da varie bobine, è la parte mobile che trasmette la coppia;
- Lo statore, la parte fissa che genera il campo magnetico, può essere formato da calamite o da elettrocalamite;
- Il circuito di alimentazione e il commutatore, costituiscono l'alimentazione del motore ed in particolare il commutatore, formato dalle spazzole e dall'anello segmentato, fa sì che ogni mezzo giro o ogni $n/2$ giri (con n uguale al numero di spire o di avvolgimenti distribuiti lungo un angolo giro) la corrente cambi verso così che il rotore continui a girare e non ad oscillare a causa del seno dell'angolo che da positivo diventerebbe negativo.

Questa tipologia di motore nasce da un'esperienza condotta da M. Faraday nel 1821 ed è la prima a essere stata applicata in campo tecnico,

la più semplice da realizzare ma implica numerosi problemi che non presentano motori con soluzioni differenti:

- L'usura delle spazzole (in grafite) obbliga ad una manutenzione regolare
- Le spazzole non riescono a tenere un buon contatto ad alte velocità
- Al cambio di direzione tra le spazzole e il collettore si crea scintillio
- Problemi di dissipazione del calore generato degli avvolgimenti del rotore che inoltre agisce da zavorra.

La seconda esperienza mira, invece, a chiarire come la variazione del flusso del campo magnetico attraverso l'area di una spira o di una bobina generi una corrente indotta che attraverserà quest'ultima.

Nell'esperienza sono state usate diverse bobine, le quali sono state sottoposte a un campo, generato da dei magneti, che variava a causa del movimento di questi ultimi; poiché l'avvolgimento era collegato a un milliamperometro, si è potuto notare come questo fosse attraversato da corrente, non appena il flusso del campo attraverso la superficie della bobina variava.



Sono state riscontrate conseguenze analoghe se si faceva ruotare la bobina su un asse perpendicolare alle linee di forza del campo magnetico generato da due espansioni polari parallele tra loro.

La relazione analitica che descrive questo fenomeno è detta legge di Faraday Neumann e Lenz e afferma che la forza elettromotrice indotta in una spira è direttamente proporzionale alla rapidità della variazione del flusso del campo magnetico a essa concatenato.

$$\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} (V)$$

Nel nostro caso si tratta di una bobina e va considerato anche il numero degli avvolgimenti n .

$$\varepsilon = n \cdot \left(-\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right) (V)$$

Da queste riflessioni si arriva a dedurre come si possa usare il sistema di figura 1 anche sfruttando questo principio e, quindi, usarlo come generatore di CA. Infatti, il flusso del campo che attraversa la spira varia man mano che questa ruota tra i magneti, e quindi per la legge di F. N. e L. la spira o bobina che sia è attraversata da una corrente indotta la cui intensità è

$$I = \frac{n \cdot \left(-\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)}{R}$$

Con un po' di calcolo differenziale

$$\Phi = nAB \cos(\omega t);$$

$$\Phi' = -nAB \sin(\omega t) \omega = \frac{d\Phi}{dt} = \varepsilon(t);$$

$$\varepsilon = -nAB \sin(\omega t) \omega; \quad I = \frac{-nAB \sin(\omega t) \omega}{R};$$

Come si nota dall'ultima formula l'intensità di corrente varia secondo la funzione $\sin(\omega t)$ e pertanto la corrente avrà intensità variabile, positiva o negativa a seconda dell'angolo relativo della spira con le linee di forza del campo. Dunque la corrente che attraversa la spira è una corrente

alternata e, proprio per questo, questi tipi di generatore vengono anche detti alternatori.

Alternatori e motore a corrente continua si basano sullo stesso principio ed è quindi possibile creare un apparecchio reversibile che su un veicolo mosso da un motore elettrico possa funzionare sia da motore, generando anche valori di coppia paragonabili a quelli di motori diesel, sia da generatore per caricare le batterie, inoltre se si applica ai capi delle spazzole una resistenza la forza meccanica si trasforma in energia elettrica e viene dissipata sotto forma di calore dunque si può usare questo apparecchio anche come freno elettromagnetico.

Con questa versatilità, un'apparecchiatura simile andrebbe ampiamente applicata nel settore automobilistico, infatti ritengo che soprattutto nel settore degli scooter (dove non è richiesta eccessiva autonomia ed eccessive potenze) questa sarebbe un'applicazione da diffondere su larga scala.