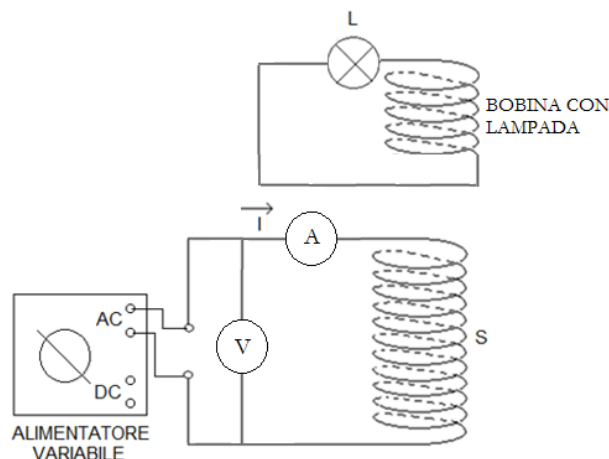


ESERCITAZIONE N° 3

a) Oggetto dell'esercitazione:

Verifica sperimentale dell'effetto magnetico della corrente elettrica

b) Schema di misura



c) Dati relativi agli strumenti di misura utilizzati:

Voltmetro magnetoelettrico SAMAR per corrente continua
Amperometro magnetoelettrico SAMAR per corrente continua
Voltmetro elettromagnetico SAMAR per corrente alternata
Amperometro elettromagnetico SAMAR per corrente alternata
Alimentatore variabile del banco di laboratorio con uscite in DC e AC

d) Dati relativi alle apparecchiature in prova :

Solenoido con nucleo ferromagnetico e piedistallo in legno
Anello di alluminio
Anello di rame
Limatura di ferro
Bobina con lampada

e) Principio informativo

L'esperienza di Oersted

Fino agli inizi del XIX secolo i fenomeni legati all'elettricità e al magnetismo furono considerati indipendenti e di conseguenza studiati separatamente.

Nel 1820, però, un esperimento storico segnò la data di nascita dell'elettromagnetismo, una teoria unificata che dimostra come i fenomeni elettrici e magnetici siano indissolubilmente collegati: il fisico danese Hans Christian Oersted scoprì che un campo magnetico può essere anche generato da una corrente elettrica.

Mentre preparava il materiale per una lezione, Oersted avvicinò per caso una bussola magnetica ad un filo conduttore in cui scorreva corrente elettrica e notò con stupore che l'ago magnetico della bussola si muoveva.

Oersted fu così sorpreso che ripeté l'esperimento ottenendo sempre lo stesso risultato: l'ago magnetico della bussola iniziava a muoversi non appena il conduttore era percorso da una corrente elettrica: ne concluse che un conduttore percorso da una corrente elettrica, ovvero da cariche elettriche in movimento, genera nello spazio circostante un campo magnetico.

L'anello di congiunzione era stato trovato: la corrente elettrica interagiva con l'ago magnetico ed era quindi in grado di creare un campo magnetico nello spazio circostante, proprio come un magnete naturale.

L'esperimento di Oersted fu cronologicamente il primo esperimento a dimostrare una correlazione tra la corrente elettrica e il campo magnetico.

In realtà un simile esperimento fu compiuto nel 1802 dall'italiano Gian Domenico Romagnosi, ma venne ignorato dalla comunità scientifica internazionale, tanto che lo stesso Oersted scriveva in una pubblicazione dell'Enciclopedia di Edimburgo nel 1830, che "...la conoscenza del lavoro di Romagnosi avrebbe anticipato la scoperta dell'elettromagnetismo di diciotto anni..."

f) Relazione:

Lo scopo della presente esercitazione è quello di verificare concretamente la correlazione tra magnetismo e corrente elettrica, attraverso alcuni semplici esperimenti.

Al riguardo è stato realizzato il circuito riportato nella sezione b (schema di misura), costituito da un solenoide alimentato tramite un alimentatore variabile avente due uscite, delle quali una in corrente alternata (AC) e l'altra in corrente continua (DC).

In parallelo all'alimentatore è posto un voltmetro per la misura della tensione di alimentazione del solenoide, mentre in serie a quest'ultimo è collegato un amperometro per la misura della relativa corrente.

Quando la tensione di alimentazione è prelevata dall'uscita DC, sono utilizzati strumenti (voltmetro e amperometro) di tipo di tipo magnetoelettrico per regime continuo; viceversa, quando la tensione di alimentazione è prelevata dall'uscita AC, gli strumenti sono di tipo elettromagnetico per regime alternato.

Essendo il solenoide costituito da un filo di rame di lunghezza l e sezione S avvolto su un supporto di materiale ferromagnetico, la sua resistenza ohmica è:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

dove ρ è la resistività del rame, che vale $0,071 \text{ W} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

Poiché il filo di rame ha sezione costante, la resistenza R del solenoide è proporzionale alla lunghezza l del filo.

Il solenoide, quando è percorso dalla corrente i , genera un campo magnetico di induzione B , il cui valore è:

$$B = \mu \frac{N}{l} i$$

essendo $\mu = \mu_0 \mu_r$ la permeabilità magnetica del mezzo su cui è avvolto il filo conduttore ed N il numero di spire che lo costituiscono.

Avvicinando al solenoide vari oggetti si osserva che essi interagiscono con il campo magnetico da esso generato. Ad esempio, ponendo sull'estremità superiore del solenoide gli anelli di alluminio e di rame, si osserva che essi interagiscono con il campo magnetico oscillando intorno al solenoide stesso tanto più velocemente quanto più è elevata la corrente di alimentazione: ciò perché il campo magnetico generato è direttamente proporzionale alla corrente che attraversa il solenoide.

Ponendo invece sull'estremità superiore del solenoide l'anello di feltro, si nota che esso cade sulla sua estremità inferiore e rimane immobile, in quanto non interagisce con il campo magnetico.

L'esperienza viene condotta alimentando il solenoide sia in corrente continua, sia in corrente alternata, collegando il solenoide rispettivamente alle uscite DC e AC dell'alimentatore e misurando le corrispondenti tensioni e correnti di alimentazione, tramite gli appositi voltmetri e amperometri.

In corrente continua, la corrente i del circuito di misura, e quindi l'induzione B , viene limitata dalla resistenza R del filo costituente il solenoide; in corrente alternata, invece, oltre la resistenza R , occorre considerare anche la reattanza X_L del solenoide, pari a:

$$X_L = \omega L$$

dove L è l'induttanza del solenoide ω la pulsazione della corrente.

La reattanza X_L , e la resistenza R determinano l'impedenza $\bar{Z}_L$ del solenoide:

$$\bar{Z}_L = R + jX_L$$

$\bar{Z}_L$ è un numero complesso in cui la parte reale è costituita dalla resistenza R , e la parte immaginaria dalla reattanza X_L ; ne consegue che il modulo vale:

$$|\bar{Z}_L| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

In corrente alternata, pertanto, la corrente i del circuito di misura è limitata dall'impedenza $\bar{Z}_L$.

Le prove sono state effettuate con i seguenti valori di tensione e corrente:

- corrente continua $\rightarrow V = 8 \text{ V}, I = 3,5 \text{ A}$

- corrente alternata $\rightarrow V = 120 \text{ V}; I = 3,5 \text{ A}$.

Inoltre, ponendo a contattato la parte metallica di un giravite con il solenoide si è verificato che il primo viene attratto dal secondo e che la forza necessaria per separarli è molto più intensa nel caso l'alimentazione sia in corrente continua: ciò perché il campo magnetico generato da una corrente continua è molto più intenso di quello generato da una corrente alternata che ha lo stesso valore efficace.

Nella prova in corrente continua il giravite rimane magnetizzato anche quando viene tolta la corrente di alimentazione del solenoide: infatti, il giravite attrae a sé la limatura di ferro posta nelle sue vicinanze; tale fenomeno non si verifica in corrente alternata, in quanto il giravite, una volta tolta la corrente di alimentazione, si smagnetizza completamente.

Nel caso il solenoide sia alimentato in corrente alternata (posizione AC), avvicinando ad esso una lampadina chiusa su una bobina, come mostrato nella sezione b, si osserva che quest'ultima si accende.

Tale fenomeno è una diretta conseguenza del principio dell'induzione elettromagnetica, secondo il quale ad ogni variazione del flusso magnetico ($\Delta\Phi$) concatenato con una o più spire, ai capi di queste ultime viene indotta una forza elettromotrice (f.e.m.), la cui intensità dipende dalla rapidità con cui il flusso varia, cioè:

$$f.e.m. = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Il segno “-” nella precedente equazione sta ad indicare che la f.e.m. indotta si oppone alla causa che la genera, ovvero alla variazione del flusso $\Delta\Phi$ (legge di Lenz).

Alimentando il solenoide in corrente continua, il campo magnetico è costante e quindi non induce alcuna f.e.m.: ne consegue che la lampadina non si accende.