

Equipamento

1. Duas bobinas de 225-espiras
2. Galvanômetro
3. Reostato
4. Bobina circular de grande diâmetro
5. Multímetro
6. Variac (autotransformador)
7. Bobina para inspeção
8. Osciloscópio

Introdução

Neste experimento será produzida corrente elétrica pela indução eletromagnética. Será estudada a Lei de Faraday de indução e também a Lei de Lenz (conservação de energia) qualitativamente; mostraremos como o campo magnético \mathbf{B} e o fluxo magnético Φ podem ser medidos. De acordo com a Lei de Faraday, se há variação de fluxo através de uma espira condutora, há um campo elétrico induzido. Conseqüentemente uma corrente elétrica circula pela espira. O fluxo Φ é dado por $\Phi = \mathbf{B}\mathbf{A}$, onde \mathbf{B} é o campo magnético perpendicular ao plano da espira e \mathbf{A} é a área da espira. O produto do campo elétrico \mathbf{E} pelo comprimento da espira $2\pi r$ é a voltagem induzida V_i (termo obsoleto: força eletromotriz). A Lei de Faraday estabelece que

$$V_i = \text{const.} \times d\Phi/dt = \text{const.} \times (d(\mathbf{B}\mathbf{A}))/dt$$

Na Parte I será verificado alguns aspectos desta Lei pela observação da corrente induzida na bobina de fio quando um magneto permanente é movido (ou mantido sem movimento) próximo da bobina.

Na Parte II a corrente na bobina de fio é novamente observada, mas o campo na bobina será causado pela corrente em uma outra bobina de fio mantida próximo. A variação no campo pode ser causada tanto pelo movimento relativo das bobinas quanto pela variação da corrente que gera o campo (fig.2), nesta parte é discutido o sentido da corrente induzida (Lei de Lenz).

Na Parte III o osciloscópio fará a leitura da voltagem induzida.

Parte I: Observação da indução com uso de um magneto permanente e uma bobina.

Procedimento

1. Conecte uma bobina de fio ao galvanômetro como mostrado na fig. 1. Note que se um pólo da barra magnética for movido para o interior da bobina, o galvanômetro defletirá, indicando uma corrente momentânea na bobina.

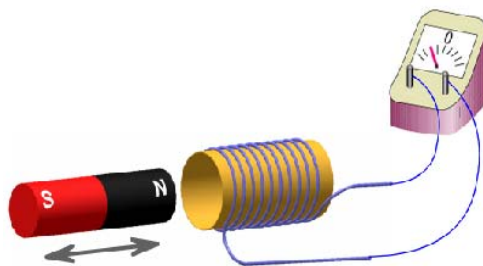


fig.1: Indução eletromagnética com magneto permanente e bobina

Mantendo a barra magnética sem movimento no interior da bobina, não há corrente induzida, se, no entanto, o magneto for removido do interior bobina o galvanômetro indicará uma corrente na direção oposta daquela observada no primeiro experimento. Quanto mais rápido o movimento do magneto, maior a corrente induzida, como mostra deflexão da agulha do galvanômetro. A descoberta deste efeito permitiu o desenvolvimento do gerador elétrico.

Parte II Lei de Lenz

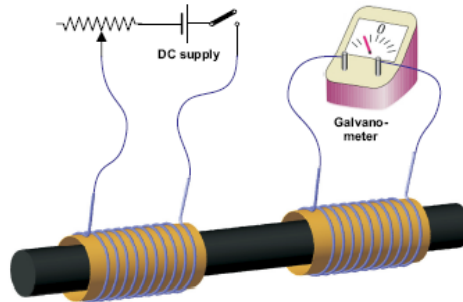


fig. 2 : Indução eletromagnética com duas bobinas

Parte II: Lei de Lenz

Procedimento

1. Conecte uma bobina em série com a fonte DC, a chave, e o reostato (veja fig. 2).
2. Monte as duas bobinas de 225-voltas sobre núcleo de ferro de modo que seus enrolamentos tenham o mesmo sentido. Pela polaridade bateria note o sentido da corrente na bobina quando a chave é fechada.
3. Conecte os dois terminais da segunda bobina diretamente ao galvanômetro. Note que para este galvanômetro a agulha deflete para esquerda, terminal no qual a corrente está entrando.
4. Determine por inspeção o sentido da corrente na segunda bobina quando o “switch” para a primeira bobina é fechado.
5. Abra o circuito da primeira bobina e determine por inspeção o sentido da corrente induzida na segunda bobina.
6. Faça um esquema semelhante ao mostrado na fig. 2, exibindo o sentido da corrente na segunda bobina, para os dois casos e interprete pela Lei de Lenz.
7. Como uma demonstração do efeito do núcleo de ferro, repita o experimento com o núcleo de ferro removido, mas as bobinas na mesma posição relativa entre si.

Parte III: Observação da indução dentro de uma bobina

Nesta parte do experimento demonstraremos como o fluxo magnético, e, portanto o campo magnético \mathbf{B} , pode ser medido usando o osciloscópio e uma bobina para inspeção.

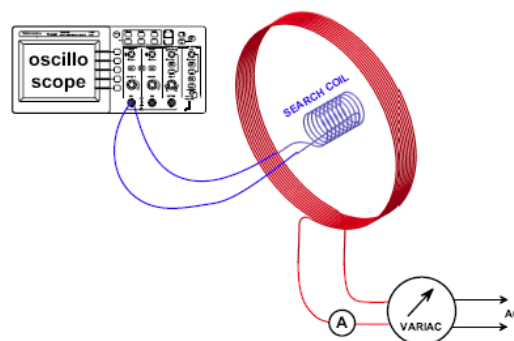


fig.:3 Indução eletromagnética dentro de uma bobina

Com a bobina de fio conectada em série com o galvanômetro (fig. 1), a leitura do galvanômetro mostra uma deflexão proporcional à razão de variação do fluxo magnético através da área aberta **A** do “loop”. Este “loop” é chamado bobina de inspeção ou bobina de busca. A bobina conectada ao galvanômetro faz a leitura da variação do campo magnético, e, portanto variação de fluxo.

A variação do campo magnético é produzida por uma outra etapa do circuito, mostrado na fig. 3, no qual a corrente varia. Poderíamos, assim, produzir um campo magnético variável, utilizando uma corrente alternada (AC). A dificuldade com este método, no entanto, é que ele produz um campo magnético que muda de sentido, e a agulha do galvanômetro teria que mudar de direção para os dois lados do zero. Para um sinal de 60-ciclos, a agulha do galvanômetro tem uma variação de direção de 120 vezes por segundo. Para esta frequência a agulha do galvanômetro não responde.

No sentido de evitar esta dificuldade, o galvanômetro é substituído pelo osciloscópio que pode memorizar rápidos sinais.

Se conectarmos os terminais da bobina de inspeção a entrada CH1 do osciloscópio, será observado o traço como uma curva senoidal. Em qualquer ponto sobre o eixo dos x, a distancia do traço a partir do eixo é proporcional à voltagem induzida nos terminais da bobina de inspeção.

Como mostrado na fig. 3, um variac (autotransformador) é conectado a rede AC e a saída do variac é usada para alimentar o circuito que consiste de uma grande bobina em série com um amperímetro.

Antes de ligar a fonte, “check” o controle do variac. Comece com o menor valor na saída.

Após a fonte ser ligada, aumente lentamente a saída até o amperímetro AC indicar 1 A.

Note que a leitura do amperímetro é afetada pela proximidade e orientação com respeito à bobina maior.

Atente para a posição do medidor de modo que este efeito seja mínimo.

É possível provar que a amplitude do fluxo através da bobina de inspeção é proporcional à tensão induzida V_i :

$$\Phi = K V_i$$

Procedimento

1. Alinhe a bobina de inspeção no centro da bobina maior. Ajuste a corrente na bobina maior para 1 A. A bobina de inspeção e a bobina maior devem estar paralelas.

Mantenha a bobina de inspeção paralela ao plano do “loop” maior, meça a amplitude da curva seno ao longo do eixo do loop maior em 0, 10, 20 e 30 cm do centro da bobina maior e “plot” a amplitude vs. distancia.

2. Alinhe a bobina de inspeção no centro da bobina grande. Meça o fluxo (amplitude da curva senoidal), quando o normal para a bobina de busca fizer ângulos 0, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 graus angulares com a normal a superfície da bobina maior.

Trace o fluxo (amplitude da curva senoidal) versus ângulo e responda: como o fluxo depende do ângulo?

Referências

Todo conteúdo aqui apresentado é de domínio público podendo ser dado como referências “bookstores”, textos de física e fontes eletrônicas.

Prof. Franklin Crúzio