

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP



Proposta Eletiva Laboratório III – Verificação Experimental da Lei de Faraday

Disciplina: 4300114-Física Experimental III

Professor: Alexandre Alarcon do Passo Suaide

Grupo:

Igor José Eufrásio de Oliveira (8011751)

Israel Augusto Dragone (8011827)

Laís Tabosa Machado (8012105)

Pedro Henrique Chibane (8011786)

Renato Nogueira (7178929)

Thaís Ribeiro Dragone (8011831)

São Paulo

30 de Setembro de 2014

1. Introdução

Um dos principais fenômenos do eletromagnetismo pode ser descrito pela lei da indução eletromagnética (IEM), que relaciona a força eletromotriz (FEM ou ε) induzida numa bobina com a variação do fluxo de um campo magnético no qual ela esteja imersa. Para o caso de uma bobina circular, se o arranjo possuir uma determinada simetria entre a posição da bobina e a fonte de campo magnético, essa variação é responsável pela indução de um campo elétrico de vetor sempre perpendicular ao raio das espiras (tangenciando-as) sem alteração de módulo.

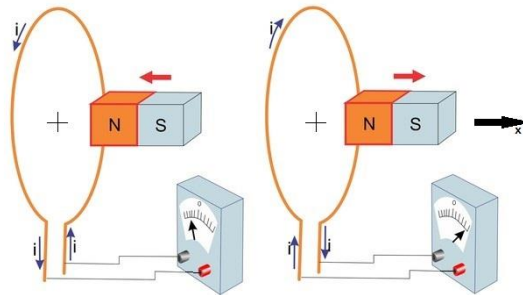


Figura 1 – Movimentação de uma bobina em relação ao centro da espira percebe-se a mudança no sentido da corrente em conjunto com o sentido do movimento do ímã.

Dessa forma, as cargas na bobina são submetidas a uma força elétrica induzindo uma corrente que poderá ter sentido negativo ou positivo dependendo da orientação do fluxo do campo magnético (Figura 1). A FEM induzida pode ser definida pela integral do campo elétrico ao longo do comprimento da bobina pela equação [1].

$$\varepsilon = \oint_c \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} \quad [1]$$

Analogamente a LIEM pode ser utilizada para explicar o fenômeno observado no conjunto de bobinas de Helmholtz (Figura 2), onde o conjunto de bobinas externas, de N espiras, é submetido a uma tensão e uma corrente alternada de frequência ω , gerando um campo magnético variante no tempo, descrito por [2], que induz $\varepsilon(t)$ na bobina menor, descrito por [3].

$$B(t) = B_0 \cos \omega t \quad [2]$$

$$\varepsilon(t) = \varepsilon_0 \sin \omega t \quad [3]$$

A FEM na bobina mais interna do conjunto também é dada em função da variação do fluxo do campo magnético em que está imersa, através de ε_0 em [3], que por sua vez, se relaciona com a inclinação da bobina interna em relação com a passagem do campo magnético gerado pelas bobinas externas, podendo ser descrito como [4], um exemplo a ser esperado é representado pela figura 3.

$$\varepsilon_0 = NAB_0\omega\cos\theta \quad [4]$$

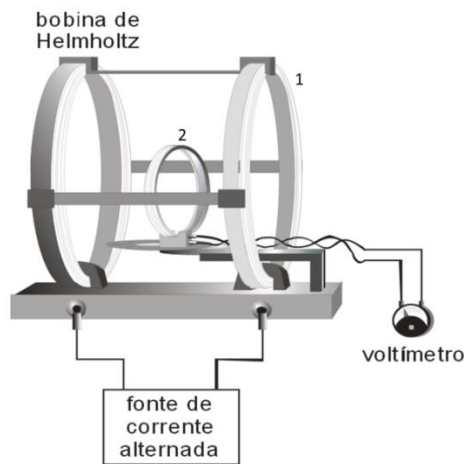


Figura 2 – Conjunto de bobinas de Helmholtz. Par de bobinas 1 são as chamadas bobinas externas, já 2 é a bobina móvel mais interna.

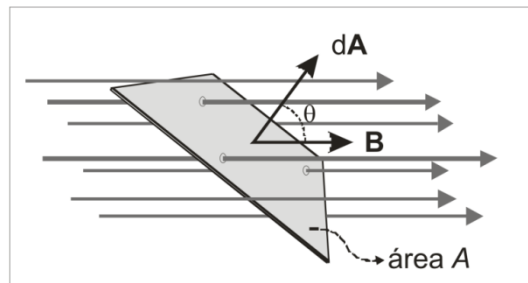


Figura 3 – Variação do fluxo do campo magnético em relação à direção do campo magnético, exemplo a ser esperado ao alterar a o ângulo da bobina interna.

2. Objetivos

O objetivo do projeto é verificar a geração de uma força eletromotriz (FEM) em uma bobina quando submetida a variações de campos magnéticos. Neste projeto pretende-se produzir essa variação do fluxo primeiramente por meio de um material

imantado (efetuando-se apenas uma análise qualitativa) e em seguida por meio de uma fonte de corrente alternada a fim de se obter uma expressão do campo magnético em função do tempo (analisando-se de forma qualitativa e também quantitativa).

3. Verificação Experimental

3.1 Equipamentos utilizados

- Fonte de corrente alternada;
- Bobina de Helmholtz com uma quantidade grande de espiras (>100);
- Bobina com poucas espiras, por volta de 5;
- Multímetro digital;
- Cabos de conexão;
- Gaussímetro;
- Transferidor;
- Suporte giratório para a bobina;
- Microamperímetro;
- Diodo emissor de luz (LED);
- Ímãs.

3.2 Análise I – Primeira Semana

Em uma bancada se posicionará uma bobina de raio igual a r com altura do centro (em relação a bancada) h . Para auxiliar a tomada de dados se utilizará uma fita milimetrada de 1 metro de comprimento e um suporte para o ímã (que será deslocado ao longo da fita) mantendo-o sempre alinhado com o centro da bobina.

A variação do Fluxo do campo magnético se dará através da movimentação no componente horizontal (alinhada com o centro da bobina) de um ímã. Utilizando-se um amperímetro, afere-se a corrente induzida pela FEM na bobina.

- 1. Conectar o amperímetro em série com a bobina;
- 2. Posicionar o ímã horizontalmente alinhado com o centro da bobina a uma distância de 1m;
- 3. Medir a corrente na bobina;
- 4. Aproximar o ímã com velocidade constante tomando o máximo de medidas de corrente em função da distância do ímã à bobina até que o ímã esteja a uma distância de 10 cm da mesma;

- 5. Medir a corrente com o imã parado a cada 10 cm distanciando da bobina, até uma distância máxima de 1m;
- 6. Inverter a polaridade do imã;
- 7. Repetir os passos de 1 a 5;

Observe que como a análise é qualitativa e não quantitativa não é necessário seguir rigorosamente as distâncias mencionadas, nem mesmo garantir v integralmente constante em todo o percurso. Nesta etapa do trabalho atentar-se a apenas aos efeitos observados (leitura do amperímetro) quando cada passo é efetuado.

3.3 Análise II – Segunda Semana

Para esta parte do experimento será utilizada a chamada bobina de Helmholtz ligada com uma bobina menor como indica a figura 2.

Pelo desenho se observa a existência de um voltímetro ligado à bobina menor e uma fonte de corrente alternada associada às bobinas maiores. Os cabos usados para conectar os elementos devem estar dispostos de forma a não interferir no fluxo magnético. Com o circuito montado tem-se que por hipótese da Lei de Faraday que a corrente alternada causará um fluxo magnético no aparato e assim, a bobina menor sentirá uma força eletromotriz (ϵ_0). Devido a isso se coloca o voltímetro a fim de quantificar a voltagem nessa bobina.

Após a montagem deve-se ligar a fonte de corrente alternada com um valor fixo conhecido como, por exemplo, 15V ou mesmo 30V, tomando os valores de tensão na bobina menor para diferentes ângulos da mesma que também serão anotados. O ideal é tomar uma quantidade suficiente de medidas, isto é, com ângulos cobrindo uma boa região de 0 a 90 °. Além disso, é interessante realizar o mesmo experimento com outras fontes de corrente alternada fixa.

Com os dados coletados devem-se construir gráficos de ϵ_0 vinda da bobina menor em função dos ângulos aferidos utilizando a fórmula [4] que fornecerá a variável B_0 que indicará a amplitude de oscilação. Para usar essa fórmula é preciso conhecer o número de espiras (N) e a área (A) da bobina menor.

Com B_0 determinado pode-se chegar a uma expressão para o campo magnético da bobina em função do tempo pela equação [2].

Por fim, necessita-se avaliar o valor obtido para B_0 , desta maneira, pode-se colocar um medidor de campo magnético (gaussímetro) no centro do arranjo experimental e por último, compará-lo com o valor obtido experimentalmente.

4. Resultados Esperados

4.1 Análise I

Espera-se que todas as medidas de corrente sejam nulas quando o imã estiver parado em relação à mesma. E que o sentido da corrente na bobina quando o imã está se aproximando seja contrário de quanto ele está se afastando. Para o caso de aproximação com o polo Norte do imã apontado para a bobina, espera-se que a corrente seja no sentido anti-horário.

4.2 Análise II

Espera-se que haja uma pequena oscilação na medida de ϵ_0 , de modo que possa ser medida e estimado um valor médio, em seguida plotá-los num gráfico com seus respectivos ângulos θ para se obter o valor de B_0 e comparar este último com o valor aferido pelo Gaussímetro.

5. Tempo de Execução

Para a realização deste projeto, acredita-se que seja necessário um período de aproximadamente três semanas para a sua conclusão.

6. Referências Bibliográficas

<http://expertemfisica.blogspot.com.br/2011/10/eletromagnetismo-iii-terceiro-fenomeno.html>

, acessado em 29/09/2014;

http://www.fisica.ufmg.br/~labexp/roteirosPDF/Lei_inducao_de_Faraday.pdf, acessado em

28/09/2014;

<http://www.electronica-pt.com/leis-de-faraday>, acessado em 28/09/2014;

<http://www.roteirosdefisica003.ufba.br/experiencia09.pdf>, acessado em 28/09/2014.