

Abstract

Se comprobó experimentalmente la relación lineal entre la corriente eléctrica inducida por una fuerza electromotriz generada por un generador de ondas y el potencial eléctrico inducido por un campo magnético producido por una bobina de Helmholtz, en donde las dos bobinas estarían separadas una distancia equivalente a su radio y sus centros estarían sobre un mismo eje, las dos bobinas tendrían el mismo espesor y el mismo número de vueltas de alambre en ellas.

Introducción

Las bobinas de Helmholtz son una estructura constituida por dos carretes o bobinas conformadas por un gran número de espiras exactamente iguales separadas entre sí; cuyo fin es obtener un campo magnético uniforme en un volumen determinado por el espacio ubicado entre el punto medio del segmento que une a los centros de las bobinas y las regiones cercanas a las mismas cuando existe una intensidad de corriente.

Michael Faraday y Joseph Henry realizaron experimentos en donde un conductor que se mueve puede variar las líneas de fuerza de un campo magnético, lo cual origina una fuerza electromotriz (fem) inducida y en un circuito cerrado se originaría una corriente inducida, este mismo fenómeno sucede si un flujo magnético que atraviesa a un conductor es variable.

Objetivo

Comprobar experimentalmente la relación lineal entre la corriente eléctrica generada por una fuerza electromotriz y el potencial eléctrico producido por un campo magnético

Marco Teórico

El campo magnético debido a un solenoide con N espiras de radio R cuyo eje central está colocado sobre el eje z , de modo que el centro de la bobina está en $(0,0,z)$.

$$B_z = \frac{N\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \quad (1)$$

Calculando el campo magnético de un solenoide de longitud L , con N vueltas en el que pasa una corriente I . Se tomara dz' a una distancia z' , sobre el eje z , por ese diferencial pasa una corriente

$$dI = Ndz'$$

Escribiendo la ecuación (1) en forma diferencial

$$dB_z = \frac{\mu_0 N I dz'}{2L} \frac{R^2}{(R^2 + (z - z')^2)^{3/2}} \quad (2)$$

Realizando la integral de $-a/2$ a $a/2$, donde a es el grosor de la bobina, se obtiene que:

$$B_z = \frac{\mu_0 N I}{2} \left\{ \frac{z + a/2}{\sqrt{R^2 + (z + a/2)^2}} - \frac{z - a/2}{\sqrt{R^2 + (z - a/2)^2}} \right\} \quad (3)$$

Con este campo magnético provocado por la bobina número 1, se podrá obtener el flujo magnético que atraviesa a la bobina número dos. La definición de flujo magnético es:

$$\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} \quad (4)$$

Para obtener el flujo magnético sobre toda la superficie que se encuentra entre la bobina 1 hasta la bobina número dos se integrará desde d a $d+b$, donde d es la distancia entre las bobinas y b es el grosor de la bobina número 2 y el dS será cambiado por el diferencial $2\pi r_2 dz'$ con lo que el flujo magnético es: 16pt

$$\mu_0 \pi I_{max} \left(\sqrt{R^2 + (R + 3a/2)^2} - 2\sqrt{R^2 + (R + a/2)^2} + \sqrt{R^2 + (R - a/2)^2} \right)$$

El generador de ondas produce una corriente alterna, la cual depende del tiempo de la siguiente forma:

$$I(t) = I_{max} \sin(\omega t) \quad (5)$$

Marco teórico

La ley de Faraday-Henry describe el fenómeno conocido como "inducción electromagnética". Esta ley relaciona la fuerza electromotriz con la variación de flujo magnético en una espira, bobina o circuito de la siguiente manera:

$$\epsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad (6)$$

La fem inducida en la bobina será llamada V_2 , con lo cual será aplicada la ley de Faraday.

$$V_2(t) = -\omega \Phi_m \cos(\omega t) \quad (7)$$

Método experimental

Los materiales utilizados por los integrantes del equipo fueron:

- 2 Bobinas de Helmholtz
- Generador de ondas
- Cables para corriente
- Cinta métrica
- Multímetro

Las bobinas fueron ubicadas con una distancia igual a los radios de las bobinas y que el centro de cada una coincidiera, la bobina número 1 fue conectada al generador de ondas, la cual le proporcionaría una fuerza electromotriz, en la bobina número 1 fue conectado un multímetro en serie para medir cuál era la corriente eléctrica inducida, en cambio en la bobina número dos fue conectado un multímetro el cual mide el potencial eléctrico.

Con los datos obtenidos se realizó la siguiente gráfica:

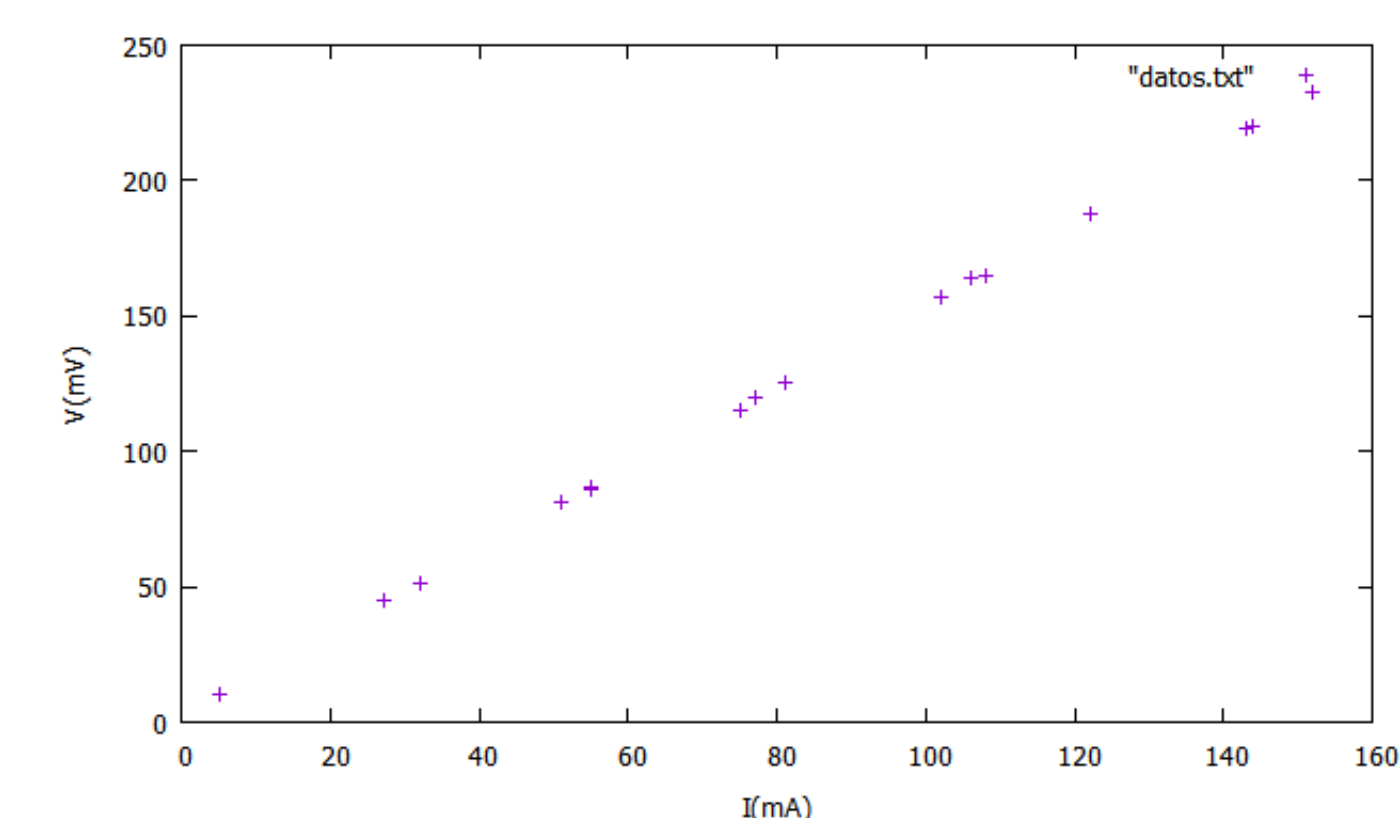


Figure 1: Datos obtenidos por los multímetros

Al aplicar el método de mínimos cuadrados podemos encontrar la relación existente entre la corriente eléctrica y el potencial eléctrico existente en la bobina número 2, la cual es:

$$m = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{N \sum x^2 - \sum x \sum x} = \frac{(19)(263989.25) - (2469.89)(1597)}{(19)(406090) - (2469.89)^2} = 0.66$$

Con lo que al comparar la recta $y = 0.66x$

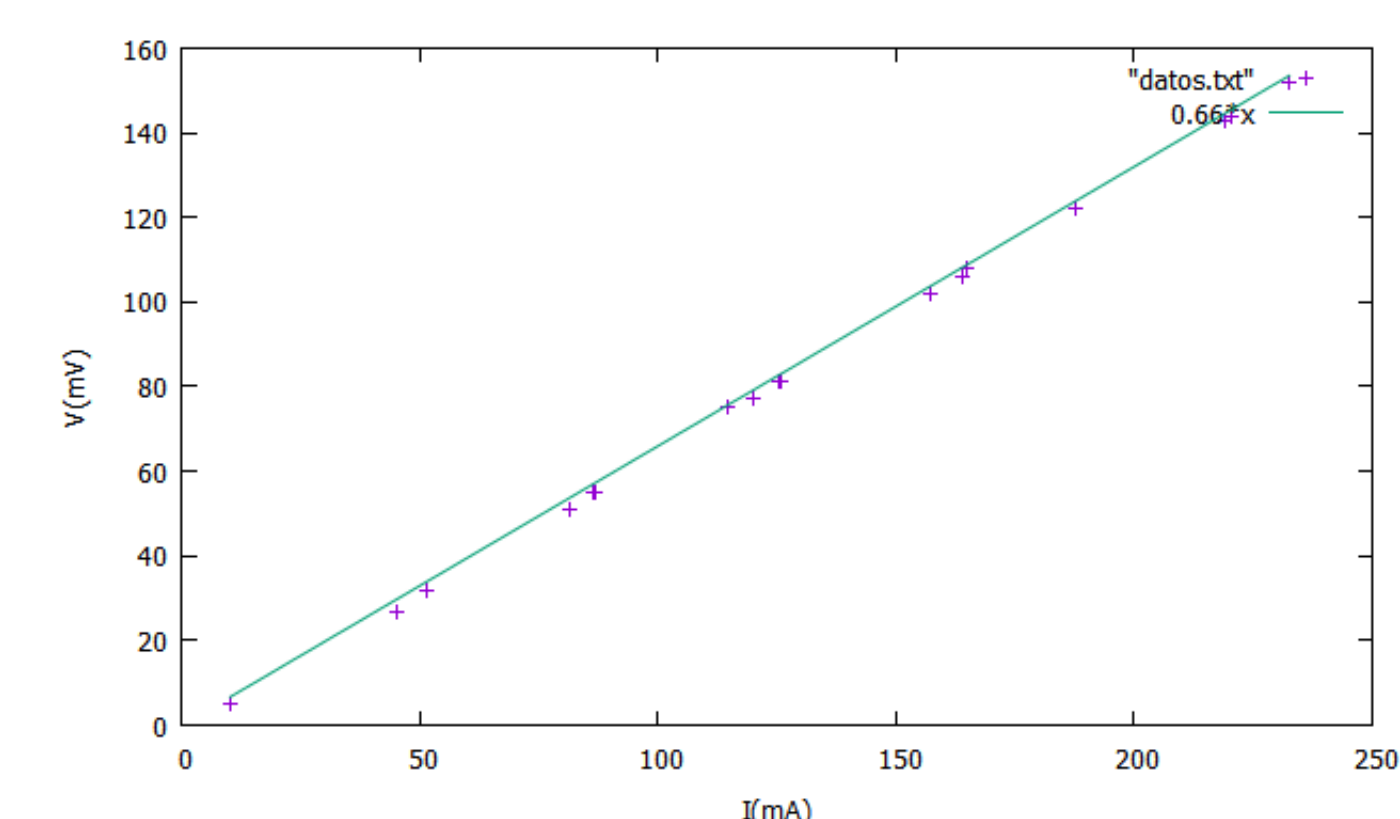


Figure 2: Comparación recta $y=0.66x$ con los datos obtenidos

Calculando el coeficiente de correlación lineal de los datos se obtiene el valor:

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2} * \sqrt{N \sum y^2 - (\sum y)^2}} = \dots = 0.99$$

Resultados

Como el coeficiente de correlación es muy cercano a 1, se comprueba que el potencial eléctrico en la bobina número dos es proporcional a la corriente eléctrica de la bobina número 1, y esa proporción es de 0.66, ese es nuestro sistema de bobinas.

Referencias

- [1] Villalba, J., Ferreira, L., Arribas, E., & Beléndez Augusto. (2015, marzo 31). Estudio experimental de la inducción electromagnética entre dos bobinas: Dependencia con la corriente eléctrica, 37, 7. 10 abril 2018, De Revista Brasileira de Ensino de Física
- [2] Barbero, A. J.; J. A.; Mafé, S., "Induced EMF in a solenoid: a simple quantitative verification of Faraday's law". Physics Education 29 (1994) 102-105.
- [3] Manzanares, J. A.; Bisquert, J.; García Belmonte, G.; Fernández, M.; "An experiment on voltage induction pulses". American Journal of Physics 62 (1994) 702-706.