



Experimento 4: Inducción Magnética

Objetivo:

Estudiar cualitativamente y cuantitativamente el fenómeno de Inducción Magnética.

Materiales:

- Osciloscopio Digital
- Bobinas con distinto número de vueltas (710 y 10000)
- Imanes
- Resortes
- Soportes y pinzas con nueces
- Conectores
- Plancha de plumavit
- Cronómetro
- PC o notebook

Se recomienda llevar al laboratorio un pendrive, para grabar datos directamente del Osciloscopio Digital

Introducción:

Cuando una corriente circula a través de un conductor, esta genera un campo magnético alrededor de éste, de acuerdo con la Ley de Ampère. En este contexto resulta pertinente preguntarse si el proceso puede ser inverso, esto es, generar una corriente a partir de un campo magnético.

La figura 1 muestra una espira conductora en un campo magnético homogéneo. El flujo magnético ϕ a través de la espira se define como el producto punto entre el vector campo magnético \vec{B} , y el vector área \vec{a} . Esto es

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{a} = Ba \cos \theta \quad (1)$$

siendo θ el ángulo entre la dirección del campo magnético y el vector área normal al plano de la espira.

La inducción magnética es el fenómeno por el cual se genera una corriente en una espira, producto de la variación del flujo magnético en su interior. Esto ocurre debido a la aparición de una fuerza electromotriz (fem) ε , que puede ser cuantificada mediante la Ley de Inducción de Faraday-Lenz:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

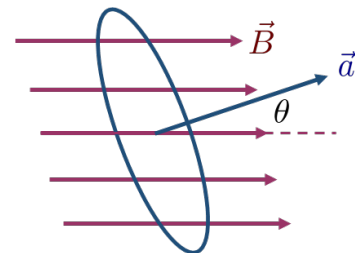


Figura 1: Flujo magnético a través de una espira conductora.

Notar que si $\phi = cte$, la fem inducida es cero. El signo negativo de la ecuación indica que el campo magnético generado por la corriente inducida debe oponerse al cambio de flujo magnético al interior de la espira, debido a conservación de la energía.

Cuando una barra magnética pasa a través de una bobina conductora se produce un cambio en el flujo magnético a través de la bobina, el cual induce una fem en la bobina. De acuerdo con la Ley de Inducción de Faraday-Lenz

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt} \quad (3)$$

donde ε es la fem inducida en una bobina de N vueltas que experimenta una tasa de variación de flujo magnético $d\phi/dt$ en su interior.

Al integrar la ley de Faraday-Lenz para una bobina de N vueltas, se obtiene

$$\int \varepsilon dt = -N \int \frac{d\phi}{dt} dt = -N\phi \quad (4)$$

La ecuación 4 indica que el área bajo la curva en un gráfico ε vs t representa el flujo total que atraviesa la bobina.

Parte 1: Estudio Cualitativo de la Inducción Magnética

1. Variación de flujo magnético vs inducción magnética

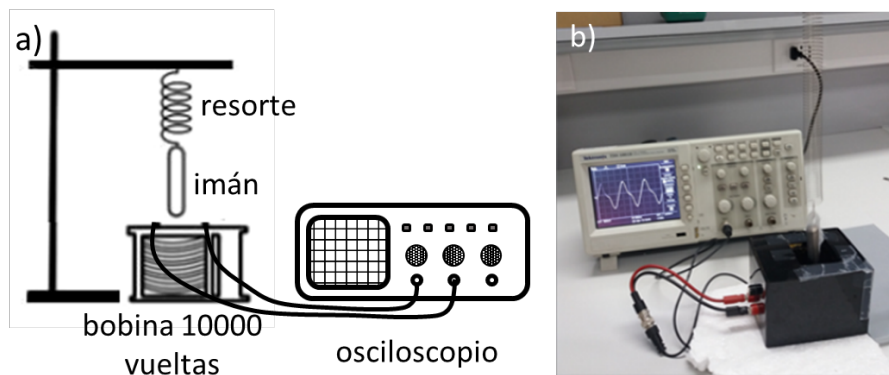


Figura 2: Montaje experimental. a) resorte, imán y bobina de 10000 vueltas conectada al osciloscopio, b) señal en pantalla de osciloscopio cuando el imán oscila al interior de la bobina.

- Arme el sistema de la figura 2-a, posicionandor el resorte de manera que, en equilibrio, la mitad del imán quede introducida en la bobina de 10000 vueltas.
- Conecte la bobina al osciloscopio.
- Mueva el imán y suéltelo de forma que realice un movimiento armónico simple en el interior de la bobina.
- Registre en el osciloscopio la señal eléctrica generada en la bobina, similar a lo que muestra la figura 2-b, y mida su frecuencia.

- e) Mida el período de oscilación del imán y compare la frecuencia asociada con la medida con el osciloscopio. Comente.

2. Inducción magnética

- a) Arme el montaje que muestra la figura 3, cuidando que la mitad de cada imán quede introducida en la bobina respectiva de 710 vueltas. Asegúrese de que ambos sistemas imán-bobina se encuentran lo suficientemente separados como para que la interacción entre los imanes no sea apreciable.
- b) Mueva el imán de una de las bobinas y suéltelo de forma que tenga un movimiento armónico simple. Observe y registre lo que sucede con el segundo imán, prestando particular atención a la fase de oscilación relativa entre ambos imanes.
- c) Invierta las conexiones de una de las bobinas y repita lo anterior.
- d) Incluya en el montaje una tercera bobina, de 10000 vueltas, conectada en serie con las otras dos, como muestra la figura 4.
- e) Mueva el imán de una de las bobinas y suéltelo de manera tal que tenga un movimiento armónico simple, como en el experimento anterior. Observe y registre lo que sucede con el segundo imán, prestando nuevamente particular atención a la fase de oscilación relativa entre ambos imanes.
- f) Ahora cambie la bobina de 10000 vueltas por una de 710 vueltas, y agregue un soporte con un imán para la nueva bobina, como muestra la figura 5
- g) Haga oscilar nuevamente un imán y observe y registre lo que sucede, de manera análoga a los experimentos anteriores.

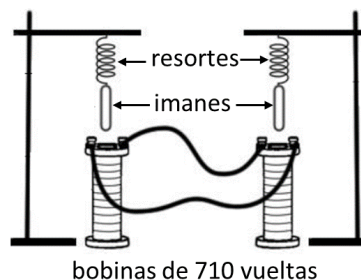


Figura 3: Montaje experimental con dos bobinas de 720 vueltas.

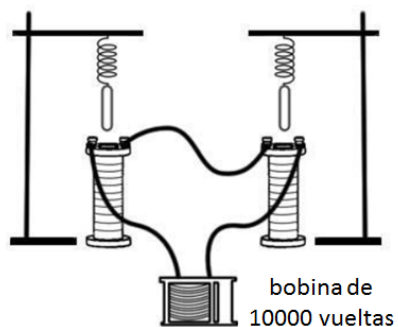


Figura 4: Montaje experimental con dos bobinas de 710 vueltas y una de 10000 vueltas

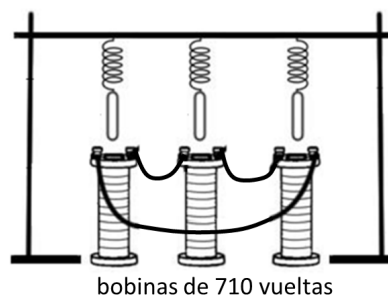


Figura 5: Montaje experimental con tres bobinas de 710 vueltas en serie.

Parte 2: Medición de la Fuerza Electromotriz (fem)

En esta parte del laboratorio se calculará la fem inducida y el flujo total de campo magnético que pasa a través de la bobina.

- a) Conecte, mediante un conector BNC-banana, una bobina de 710 vueltas al canal 1 de un Osciloscopio digital, y elévela en un soporte con 2 pinzas, como muestra la figura 6.
- b) Ajuste la frecuencia de muestreo del osciloscopio(50 ms aprox) de modo que pueda observar la señal completa registrada en la pantalla.
- c) Configure el osciloscopio para registro de un sólo barrido en la pantalla.
- d) Sujete la bobina de tal modo que el orificio quede en posición vertical, para que a través de él caiga el imán sin obstáculos.
- e) Bajo la bobina posicione un recipiente con plumavit para proteger al imán del golpe.
- f) Suelte el imán y verifique que la señal registrada, corresponde a una "sinusoide imperfecta", como la que muestra la figura 7, de modo contrario repita el registro.
- g) Grabe los datos en un pendrive.
- h) Cargue los datos del pendrive en un PC y visualice el gráfico. Luego calcule el área del flujo entrante y el área del flujo saliente, usando para este efecto la ecuación 4.
- i) Discuta la polaridad y tamaño relativo de los peaks observados.
 - j) Repita el experimento y análisis invirtiendo la conexión de los cables a la bobina.
- k) Repita el experimento y análisis reemplazando la bobina de 710 vueltas por la de 10000.
- l) Repita el experimento con la bobina de 710 vueltas, usando dos imanes alineados paralelos y antiparalelos, como muestra la figura 8. Discuta el resultado en comparación con lo obtenido con un sólo imán.

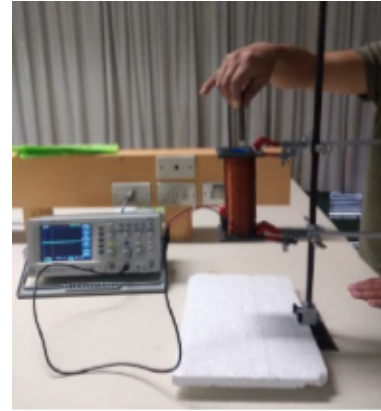


Figura 6: Montaje experimental para medición de fem.

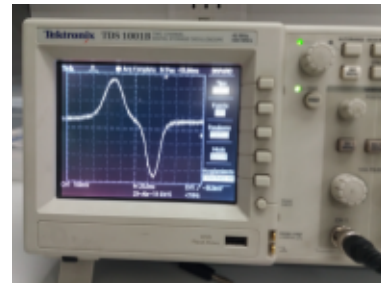


Figura 7: Voltaje inducido en la bobina debido a variación de flujo magnético.

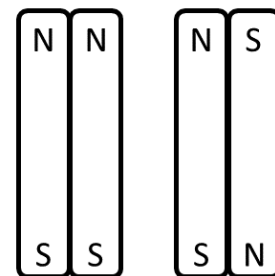


Figura 8: Imanes unidos con polos paralelos y antiparalelos.