

# INDUCCIÓN MAGNÉTICA

## OBJETIVO

Estudiar el fenómeno de inducción magnética de manera cualitativa mediante la observación, y cuantitativa mediante el cálculo de la FEM inducida.

## EQUIPAMIENTO

### PARTE I

- 3 bobinas de 520 vueltas
- 1 bobina de 10000 vueltas o valor superior.
- 3 resortes
- 3 soportes
- 3 pinzas con nueces
- 3 imanes
- 3 conectores banana

### PARTE II

- Osciloscopio Digital
- Notebook
- Bobina de 520 vueltas
- 2 imanes
- Plumavit
- Soporte con 2 pinzas con nueces

## TEORÍA

Cuando una corriente circula a través de un conductor, esta genera un campo magnético alrededor de éste de acuerdo a la regla de la mano derecha. A partir de esto, es pertinente preguntarse si el proceso puede ser inverso: generar una corriente a partir de un campo magnético.

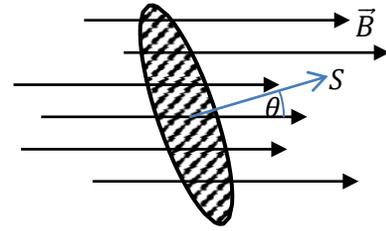
El flujo magnético se define como el producto punto entre el vector flujo magnético y el vector área:

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B S \cos\theta$$

$\vec{B}$  campo magnético

$\vec{S}$  : área

$\theta$ : ángulo entre ambos vectores



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

$$fem_{ind} = - \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

Notar que si  $\phi = cte$ , la fem inducida será nula.

El signo negativo de la ecuación fue introducido posteriormente por Heinrich Lenz. La ley de Lenz indica que el campo magnético generado por la corriente inducida debe oponerse al cambio de flujo magnético al interior de la espira (por el principio de conservación de energía).

Por otro lado, un solenoide (o bobina) de N vueltas es un conjunto de N espiras. De esta manera, la fem inducida en un solenoide será:

$$fem_{ind} = -N \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

Finalmente, si se integra la ley de Faraday-Lenz se obtiene:

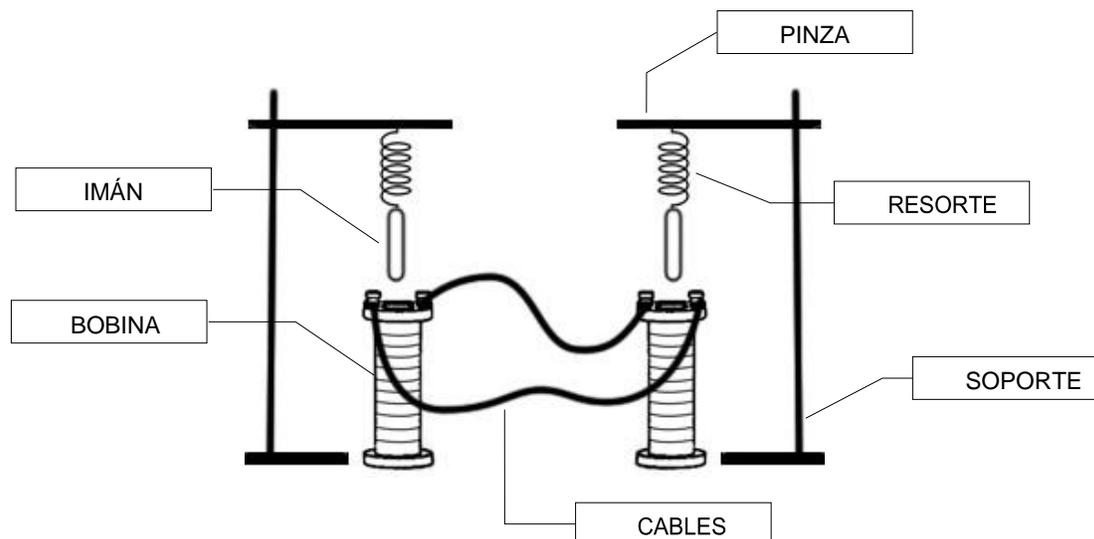
$$\int Fem_{ind} dt = -N \int \frac{\partial \phi}{\partial t} dt = -N\phi$$

Por lo que el área bajo la curva en un gráfico  $fem_{ind}$  vs *tiempo* representa el flujo total que atraviesa la bobina.

## MONTAJE EXPERIMENTAL

### PARTE I: ANÁLISIS CUALITATIVO

El montaje experimental de esta primera parte se muestra en la figura 1. Las bobinas de la figura son de 520 vueltas.



**Figura 1:** Montaje experimental inicial para la primera parte. Se deben posicionar los resortes de manera que, en equilibrio, la mitad de cada imán quede introducida en cada bobina.

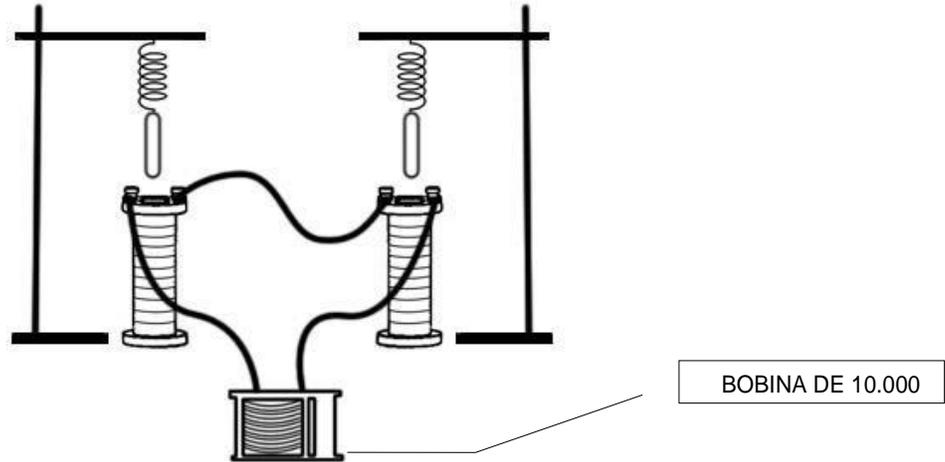
Asegúrese de que ambos sistemas imán-bobina se encuentran lo suficientemente separados para que la interacción entre los campos magnéticos de los imanes no influya en el movimiento.

### PROCEDIMIENTO PARTE I

Esta parte de la experiencia se basará en un análisis de lo observado. En su informe debe **describir** el comportamiento que se observa en cada uno de los siguientes pasos:

1. Mueva el imán de una de las bobinas y suéltelo de forma que tenga un movimiento armónico simple. ¿Qué sucede con el segundo imán? ¿los movimientos están en fase o desfase?
2. Invierta la orientación de una de las bobinas y repita el movimiento armónico simple del mismo imán del paso 1. ¿Qué sucede con el movimiento?

Incluya en el montaje una tercera bobina (de 10.000 vueltas) conectada en serie con las otras dos. No incluya otro soporte o imán (figura 2).



**Figura 2:** Montaje experimental al agregar una bobina de 10.000 vueltas

3. Haga oscilar uno de los imanes. ¿Qué sucede?

Ahora cambie la bobina de 10.000 vueltas por una de 520 vueltas, y agregue un soporte con un imán para la nueva bobina.

4. Haga oscilar nuevamente un imán. Describa lo observado.

## PARTE II: ANÁLISIS CUANTITATIVO

1. Conecte, mediante un conector BNC-banana, la bobina de 520 vueltas al canal 1 de un Osciloscopio digital, y elévela en un soporte con 2 pinzas (ver fig 3)

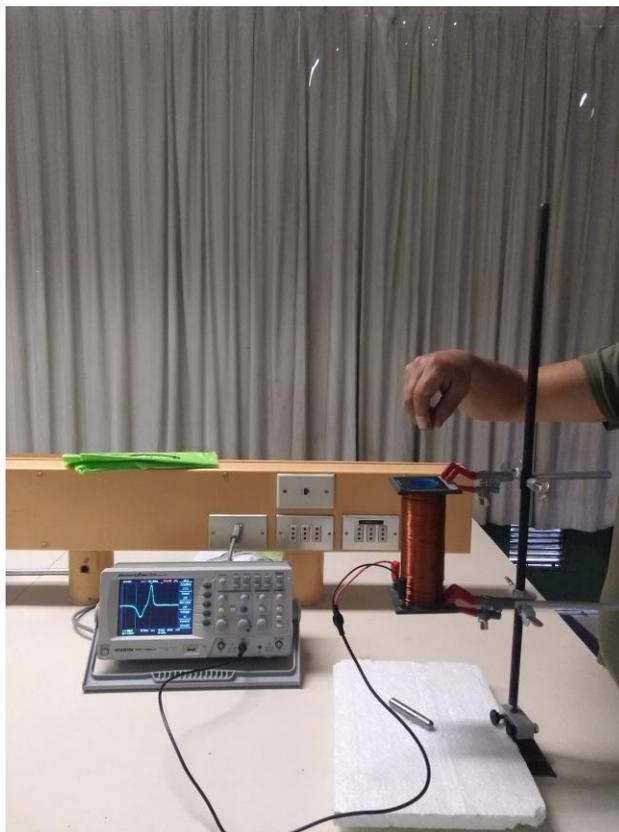


**Figura 3:** Montaje experimental para la parte II.

## PROCEDIMIENTO PARTE II

En esta parte de la experiencia se calculará la fem inducida y el flujo total que pasa a través de la bobina. Para esto siga los siguientes pasos:

1. Ajuste la frecuencia de muestreo (50 ms aprox) de modo que pueda observar la señal completa registrada en la pantalla.
2. Asegúrese que al soltar el imán a través de la bobina, este caiga sobre la plancha de plumavit.
3. Verifique que la señal registrada, corresponde a una “sinusoide imperfecta”, de modo contrario repita el registro.
4. Grabe los datos en un pendrive.
5. En un PC visualice la gráfica y calcule el área del flujo entrante y el área del flujo saliente.(Fig.4)



**Figura 4:** Señal del imán a través de la bobina

6. Junte dos imanes de manera que los polos iguales queden unidos (norte con norte, y sur con sur, figura 4.a) y obtenga el gráfico fem inducida versus tiempo para estos dos imanes juntos. Para esto repita el procedimiento anterior. Para juntar los imanes será necesario usar cinta adhesiva.

7. Junte dos imanes de manera que los polos opuestos queden unidos (norte con sur, y sur con norte, figura 4.b) y obtenga el gráfico fem inducida versus tiempo para estos dos imanes juntos. Para esto repita el procedimiento anterior.

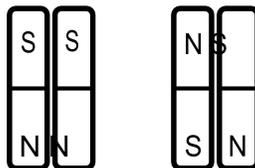


Figura 5: (a) Primer sistema de imanes a la izquierda. (b) Segundo sistema de imanes a la derecha.

**Incluya el valor del área bajo la curva de cada uno de los peaks, en cada gráfico obtenido.**

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Estas son preguntas referentes a los resultados de los experimentos. En su informe debe redactar una sección de análisis en la que debe responderse a estas preguntas.

### PARTE I: ANÁLISIS CUALITATIVO

1. ¿Por qué los imanes reaccionan al movimiento de otro imán?
2. ¿Cuál es el efecto en el movimiento de los imanes si se invierte la polaridad de los cables (o la orientación de una bobina)? ¿Por qué?
3. ¿Qué sucede al usar bobinas con un distinto número de vueltas?
4. Fundamente el efecto observado al acoplar una bobina de 10000 vueltas en el punto 3.
5. ¿Qué sucede al acoplar una bobina de 520 vueltas? ¿Por qué los imanes tienen ese comportamiento en el punto 4?
6. Explique el fundamento de la ley de Lenz. ¿Qué puede decir con relación a la energía?

### PARTE II: ANÁLISIS CUANTITATIVO

1. ¿Cómo se compara el flujo cuando el imán entra a la bobina con el flujo cuando el imán sale de la bobina?
2. ¿Por qué el peak saliente es mayor que el peak entrante?

3. ¿Por qué los peak son opuestos en dirección?
4. ¿Qué sucede con los peak y el flujo al juntar dos imanes uniéndolos polos iguales?
5. ¿Qué sucede con los peak y el flujo al juntar dos imanes uniéndolos polos distintos?