



## Objetivos

1. Medir el campo magnético producido en el interior de un solenoide por una corriente continua a través de la fuerza magnética sobre una espira que conduce una corriente.

## Esquema del laboratorio y Materiales

| Equipo requerido                      | Cantidad | Observaciones |
|---------------------------------------|----------|---------------|
| Fuentes de Voltaje (10A)              | 2        |               |
| Solenoide (N = 118 espiras, L = 15cm) | 1        |               |
| Espira rectangular                    | 1        |               |
| Hilo de diferentes longitudes         | 3        |               |
| Cables de conexión                    | 4        |               |

## Marco teórico

### CAMPO MAGNÉTICO

Un campo magnético “ $B$ ” es una magnitud vectorial que puede estar producida por una carga puntual en movimiento o por un conjunto de cargas en movimiento, es decir, por una corriente eléctrica. La fuerza (intensidad o corriente) de un campo magnético se mide en **Gauss (G)** o **Tesla (T)**.

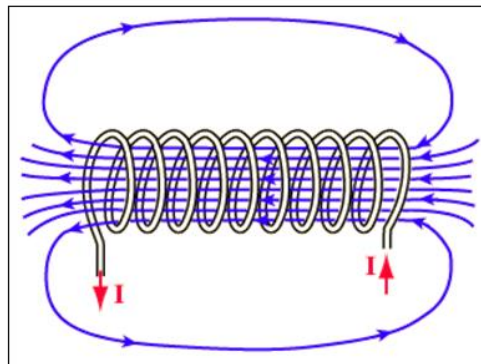
Los **campos magnéticos estáticos** son campos magnéticos que no varían con el tiempo (frecuencia de 0 Hz). Se generan por un imán o por el flujo constante de electricidad.

### SOLENOIDE

Un solenoide es definido como una bobina de forma cilíndrica que cuenta con un hilo de material conductor enrollada sobre sí a fin de que, con el paso de la corriente eléctrica se genere un intenso campo magnético que al aparecer provoca en el mismo un comportamiento similar al de un imán.



Es importante denotar que con la configuración cilíndrica o en hélice como se muestra en la **figura 1** del solenoide es posible producir un campo magnético razonablemente uniforme en el espacio rodeado por las vueltas del alambre. Cuando las vueltas están muy próximas entre sí, cada una puede considerarse como una vuelta circular, y el campo magnético neto es el vector suma de los campos debido a todas las vueltas.



**Figura 1. Solenoide**

Un solenoide ideal es aquel cuando el espacio entre las vueltas es muy pequeño y la longitud es grande en comparación con el radio. En este caso, el campo fuera del solenoide es débil comparado con el campo dentro y el campo ahí es uniforme en un gran volumen. La expresión para calcular la **magnitud del campo magnético** “*B*” dentro de un solenoide ideal, con espacio vacío entre las bobinas es:

$$B = \frac{\mu_0 N I_b}{L} \quad (7.1)$$

Dónde:

- $N$  = Número de vueltas del Solenoide.
- $L$  = Longitud del Solenoide.
- $\mu_0$  = Constante de permeabilidad (espacio libre).
- $I_b$  = Corriente que circula en el Solenoide.



### **FUERZA MAGNÉTICA SOBRE LA ESPIRA**

Cuando una partícula cargada aislada se mueve a través de un campo magnético, sobre ella se ejerce una fuerza magnética. No debe sorprender entonces, que un alambre que conduce una corriente experimente también una fuerza cuando se pone en un campo magnético.

Esto es el resultado de que la corriente representa una colección de muchas partículas cargadas en movimiento; por tanto, la fuerza resultante sobre el alambre se debe a la suma de las fuerzas individuales ejercidas sobre las partículas cargadas.

La expresión para calcular la **fuerza magnética** “ $F$ ” sobre un alambre recto en un campo magnético uniforme “ $B$ ”, está dado por la expresión:

$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B} \quad (7.2)$$

Donde “ $L$ ” es un vector de magnitud igual a la longitud del alambre con dirección igual a la dirección de la corriente “ $I$ ” que conduce el alambre.

Cuando se cierra el interruptor como se muestra en la **figura 2** la balanza se desequilibra debido a la fuerza magnética sobre la espira. La magnitud de esta fuerza se puede calcular con la expresión:

$$F_m = I_e dB \quad (7.3)$$

Donde  $F_m$  es la **fuerza magnética**,  $I_e$  la corriente de la espira, “ $d$ ” el ancho de la espira y “ $B$ ” el campo magnético dentro de la bobina.

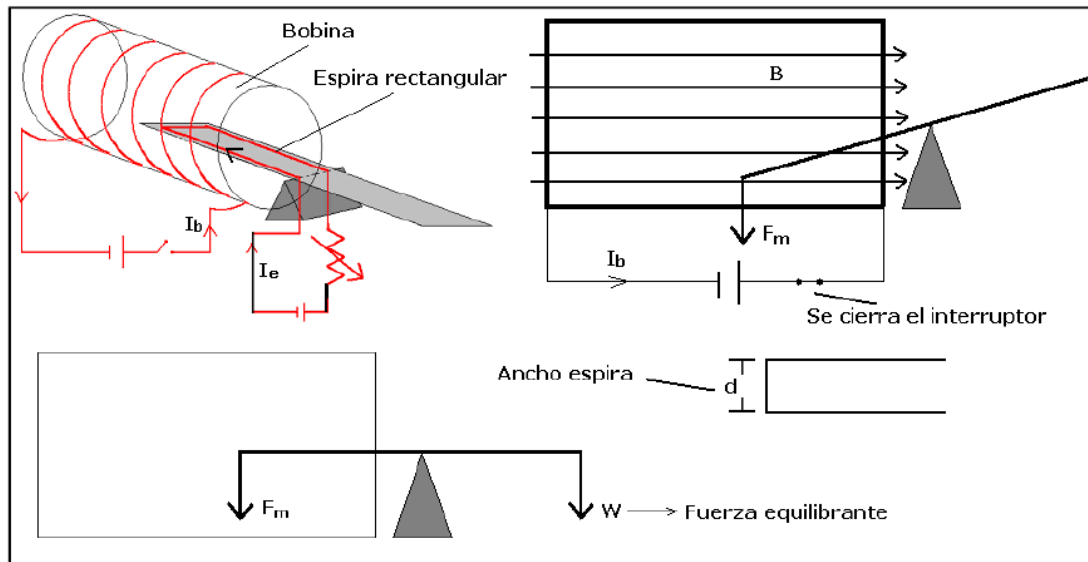


Figura 2. Montaje Experimental

### CÁLCULO EXPERIMENTAL DEL CAMPO MAGNÉTICO DENTRO DE LA BOBINA

De la expresión (3) se puede calcular el campo magnético “ $B$ ” dentro de la espira si conocemos la fuerza “ $F_m$ ”. Después que la balanza se ha desequilibrado debido a la fuerza magnética, colocamos un cuerpo de peso conocido “ $W$ ” en el otro extremo de la balanza de tal forma que logre equilibrar la fuerza magnética. Entonces podemos calcular la magnitud del campo magnético con la siguiente expresión:

$$B = \frac{W}{I_e d} \quad (7.4)$$



## Cuestionario

Este cuestionario debe desarrollarse antes de la realización de la práctica y debe entregarse en el pre-informe según indicaciones del docente.

1. Explica por qué se crea un campo magnético dentro del solenoide. ¿Está de acuerdo la dirección del campo magnético con la dirección de la corriente de la bobina?
2. Investigar el valor de la constante de permeabilidad magnética del espacio libre,  $\mu_0$ .
3. Consultar sobre el campo magnético producido por un alambre recto que conduce una corriente.
4. Calcular la fuerza magnética entre dos conductores.
5. Demostrar la expresión **(7.3)** y **(7.4)** realizando los esquemas necesarios para las corrientes, el campo y la fuerza resultante.

## Procedimiento

1. Conecte la fuente de corriente directa a la bobina y ajuste una corriente inicial de 3,4 A.
2. Conecte la fuente de corriente directa a la espira y ajuste una corriente inicial de 1A de tal forma que la balanza se desequilibre del lado mostrado en la **figura 2** por acción de la fuerza magnética.
3. Registre en la **tabla 1** los datos necesarios para calcular el campo magnético en la bobina utilizando la ecuación **(7.1)**.
4. Coloque en el extremo de la balanza un hilo de longitud y densidad lineal de masa conocida y varíe la corriente sobre la espira hasta que la balanza se equilibre.
5. Calcule la densidad lineal de masa del hilo utilizado (recuerde que la densidad lineal de masa de un hilo equivale a dividir su masa entre su longitud).



- Repita el numeral 4 y 5 para dos hilos más de diferentes longitudes y registre en la **tabla 2** los datos necesarios para calcular el campo magnético en la bobina utilizando la ecuación (7.4) para los tres hilos seleccionados. Tenga en cuenta que el peso que se debe registrar en la **tabla 2** para cada uno de los hilos corresponde a la multiplicación de la masa de cada uno de ellos y el valor de la gravedad 9.8 m/s<sup>2</sup>.

### Análisis de datos

| Permeabilidad magnética del espacio libre, $\mu_0$ | Número de espiras en el solenoide, $N$ | Corriente en el Solenoide, $I_b$ | Longitud del Solenoide, $L$ | Campo Magnético, $B$ |
|--|--|----------------------------------|-----------------------------|----------------------|
|  |  |                                  |                             |                      |

**Tabla 1. Cálculo del campo magnético.**

| ANCHO DE LA ESPIRA d: _____ |          |                               |                                  |                      |
|-----------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
|                             | Peso $W$ | Corriente de la espira, $I_e$ | Densidad lineal de masa del hilo | Campo Magnético, $B$ |
| HILO 1                      |          |                               |                                  |                      |
| HILO 2                      |          |                               |                                  |                      |
| HILO 3                      |          |                               |                                  |                      |

**Tabla 2. Cálculo del campo magnético.**

- Tome el valor calculado con la ecuación (7.1) para el campo magnético en la bobina que se encuentra registrado en la **tabla 1** y regístrelo en la **tabla 3**.
- Tome los tres valores calculados para el campo magnético en la bobina para cada valor de corriente en la espira presentes en la **tabla 2**, promedie y registre en la **tabla 3**.
- Con los datos de la **tabla 2** calcule la fuerza magnética para cada caso y realice una gráfica de fuerza magnética contra corriente en la espira. De dicha gráfica calcule la pendiente, la cual será otro valor de campo magnético dentro del solenoide. Registre este valor en la **tabla 3**.



| CAMPO MAGNÉTICO             |                             |                                     |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| $B = \frac{\mu_0 N I_b}{L}$ | $\bar{B} = \frac{W}{I_e d}$ | Gráficamente<br>en función de<br>Fm |
|                             |                             |                                     |

Tabla 3. Campo magnético

### Preguntas de control

1. Realiza un esquema donde se muestre la dirección del campo magnético dentro del solenoide, la dirección de la corriente en la espira y la dirección de la fuerza magnética sobre la espira. ¿Está de acuerdo la deflexión de la espira (dirección de la fuerza magnética) con la ecuación (7.2)?
2. ¿Qué sucederá si cambia el sentido de la corriente en la bobina? ¿Qué sucederá si cambia el sentido de la corriente en la espira?

### Conclusiones y observaciones

Las conclusiones se deben formular de los resultados obtenidos en la practica.

### Bibliografía