

# Magnetostática II: determinación de la fuerza magnética.

## Versión 1.0

Antonio Alfonso Rodríguez-Rosales<sup>1</sup> Héctor Cruz Ramírez<sup>2\*</sup> y  
<sup>1</sup>Centro de Investigación Científica y Tecnológica de Guerrero (CICTEG)  
<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM  
\*hector.cruz@correo.ciencias.unam.mx

septiembre 2017

## Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Experimento</b>	<b>3</b>
<b>3. Pormenores de la práctica</b>	<b>4</b>
<b>4. Agradecimientos</b>	<b>4</b>

## 1. Introducción

Con base a los experimentos realizados de *Campos magnéticos, Aplicación de la ley Ampere-Biot-Savart* y *Ley de inducción de Faraday* [1, 2, 3, 4]; en los que se ha observado que existen fuerzas de repulsión o atracción en imanes permanente o entre la interacción de éstos con embobinados energizados eléctricamente, por lo que en esta ocasión el objetivo del presente experimento es el de medir la intensidad de dichas fuerzas magnéticas. Para ello se medirá la fuerza de interacción entre un hilo conductor al que se le hace circular una corriente eléctrica ( $I$ ) y el campo magnético producido por un imán permanente ver Figura (1). Determinando la fuerza ( $F$ ) se podrá determinar el campo magnético.

En los experimentos se ha observado que la fuerza magnética ejercida por un alambre portador de corriente de intensidad  $I$ , inmerso en un campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , puede expresarse así:

$$\vec{F} = I \cdot \vec{L} \times \vec{B}. \quad (1)$$

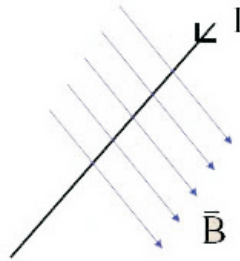


Figura 1: Inducción magnética debido al flujo de corriente.

Donde  $\vec{L}$  es un vector cuyo módulo esta definido por la longitud del conductor y su sentido coincide con el sentido convencional de la corriente.

Para cubrir nuestro objetivo, es suficiente con escribir la relación anterior en términos del modulo de la fuerza de modo que aparezca el ángulo  $\theta$ , tal y como se aprecia en la Figura (2), esto es

$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \text{sen}(\theta). \quad (2)$$

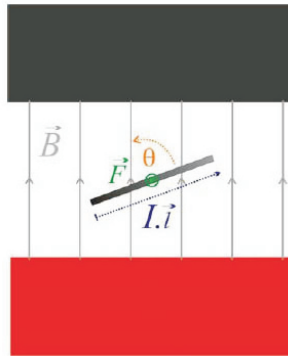


Figura 2: Elementos que intervienen en la interacción del campo magnético de un imán permanente y la corriente que circula en un conductor.

Con los instrumentos disponibles en el laboratorio, se puede medir fuerza ( $F$ ), intensidad de corriente ( $I$ ), longitud ( $L$ ), ángulo ( $\theta$ ). El modulo del vector  $\vec{B}$  se calcula en forma indirecta ver la Figura (2). Para realizar lo anterior se utilizará la balanza de Cotton disponible en el laboratorio, ver la Figura (3).

La balanza anteriormente señalada funciona de la siguiente manera Cuando se ubica al alambre conductor en la zona donde hay campo magnético apreciable, orientado adecuadamente, y se hace pasar corriente por el mismo, la balanza (que está pesando al imán) acusa una lectura diferente a la que se observaba

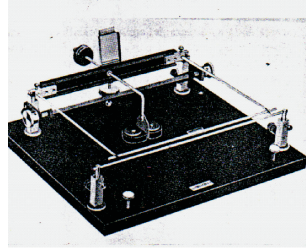


Figura 3: Balanza de Cotton.

cuando no circulaba esa corriente. Este es el fenómeno de partida que permite asociar una fuerza adicional sobre el conductor cuando circula una corriente por él. Si una corriente  $I$  se envía a través de un alambre recto de longitud infinita se produce un campo magnético dado por

$$B = \mu_0 \frac{I}{2\pi d}, \quad (3)$$

donde  $d$  es la distancia desde el centro del alambre y  $\mu_0$  es la permeabilidad del espacio libre ( $4\pi \times 10^{-7}$  Wb/Am en el sistema MKS). Si otro alambre que lleva la misma corriente  $I$  se coloca paralelo al primero, experimenta una fuerza dada por:

$$F = B \cdot L \cdot I = \left(\frac{\mu_0}{2\pi}\right) \cdot \frac{L}{d} \cdot I^2, \quad (4)$$

donde  $F$  fuerza en Newton (el peso en la cacerola convertida del miligramos a los Newton. Por la definición, un Newton es la fuerza que impartirá a una masa de un kilogramo una aceleración de un metro por segundo. Así, un Newton = 100,000 dinas, y un peso de un miligramo =  $0.98 \times 10^5$  N),  $L$  es la longitud de las barras. Si las dos corrientes están en direcciones opuestas, los conductores se repelen entre sí.

Por las ecuaciones anteriores, se deberá de encontrar una relación en la que  $F$  es proporcional a la  $I^2$ , e.i. una constante  $k$  ( $k = 2 \times 10^{-7} \frac{L}{d}$ ).

## 2. Experimento

Material. El material que se utilizará en esta práctica es el siguiente:

- Balanza electromagnética y su manual.
- Láser.
- Fuente de voltaje.
- Multímetro.



- Cables de conexión.
- Pesas de diferentes masas.
- Mesa elevadora (para el láser).
- Papel milimétrico.
- Balanza electrónica o mecánica

En este experimento la corriente  $I$  pasa en direcciones opuestas a través de las dos barras horizontales paralelas conectadas en serie. La barra inferior está fija; la superior está balanceada unos milímetros arriba y ajustada por medio de un contrapeso. La barra superior sostiene un pequeño platillo sobre el cual colocan pesos analíticos, que producen un descenso de la barra superior hacia la inferior. Cuando se conecta e incrementa suficientemente la corriente, la repulsión entre las dos barras hace que la barra superior regrese a su posición de equilibrio. La posición de la barra se observa por medio de un espejo, un láser y una escala. Con esto se puede determinar la relación entre la fuerza en ambos conductores y la corriente que pasa a través de ellos. Nota: Los fenómenos que observe, justifíquelos mediante el análisis de los mismos. Todas las observaciones y mediciones que realice sobre los fenómenos estudiados, anótelas en la Bitácora.

### 3. Pormenores de la práctica

La práctica es de tres sesiones de laboratorio.

### 4. Agradecimientos

Estas notas fueron realizadas con el apoyo del proyecto PAPIME PE105917. Agradecemos a los estudiantes Samuel Corona Aquino y Javier Alejandro López Alfaro por su contribución a la elaboración de estas notas.

### Referencias

- [1] R. A. Serway, “Física, incluye Física Moderna (Tomo II),” McGraw-Hill, Segunda Edición (1993).
- [2] Halliday-Resnick-Walker, “Fundamentals of Physics,” John Wiley & Sons Inc., 2007.
- [3] Jones, R. “The rail gun: A popular demonstration of the Lorentz force,” *Am. J. Phys.* **68**(8), 773-774 (2000).
- [4] Casaca A., Silva J. P., “Magnetic forces acting on rigid current-carrying wires placed in a uniform magnetic field,” *The Physics Teacher* **42**, 161-163 (2004).