

Práctica 2: POTENCIAL Y CAMPO ELÉCTRICO EMPLEANDO EL CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS

Presentado por:

Mariana Escobar (201710011113)

Cristobal Trujillo (201727515013)

Juan S. Cárdenas (201710008101)

David Plazas (201710005101)

Materia:

Física II (DF0239)

Profesor:

Msc. Alejandro Madrid Sánchez

Universidad EAFIT
Medellín, Colombia
Febrero 7, 2018

1. INTRODUCCIÓN

En este laboratorio experimentamos con solenoides y cómo estos generan campos magnéticos, analizamos los factores que afectan el mismo: el radio, la longitud, el número de vueltas en el embobinado o la corriente en este. Por cuestiones de logística y tiempo el experimento sólo se realizó con un solenoide, pero esto no impidió la toma y comparación de datos con los teóricos.

2. OBJETIVOS

- Medir la intensidad del campo magnético en diferentes solenoides.
- Investigar la dependencia del campo magnético con el radio y el número de vueltas.

3. MARCO TEÓRICO

La ley de Biot y Savart es utilizada para encontrar el campo magnético total \vec{B} debido a la corriente en un circuito completo en cualquier punto en el espacio mediante la expresión

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2} dx \quad (1)$$

Para el caso de una espira circular delgada, como la utilizada en el laboratorio, por la que circula una corriente I , se tiene de la expresión anterior, que la magnitud del campo magnético es

$$B = \frac{\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

Donde a corresponde al radio de la espira, x es la distancia a la cual se está midiendo el campo producido por la espira circular y μ_0 es la permeabilidad magnética del espacio libre. Ahora, suponga que se tienen una bobina de N espiras del mismo radio. Si se supone además que la separación entre las espiras es muy pequeña entonces cada espira contribuye por igual al campo, y el total es N veces el campo producido por una sola espira [1]:

$$B = \frac{N\mu_0 I a^2}{2(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (3)$$

El valor máximo del campo está en $x=0$, el centro de la espira o bobina, como

$$B = \frac{N\mu_0 I}{2a} \quad (4)$$

Sin embargo, las espiras, generalmente, no se encuentran muy juntas; en este caso, se debe considerar la contribución de campo magnético generado por las espiras desde su posición. Al resolver la Ley de Biot-Savart bajo estas condiciones, se obtiene una expresión para el campo a lo largo del eje:

$$B_x = \frac{\mu_0 I N}{2L} \left(\frac{L/2 - x}{\sqrt{(L/2 - x)^2 + a^2}} + \frac{L/2 + x}{\sqrt{(L/2 + x)^2 + a^2}} \right) \quad (5)$$

4. DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL

Antes de describir el experimento realizado, se listarán los instrumentos utilizados para el mismo:

- Solenoides de cobre de distintas vueltas y longitudes.
- Regla de madera.
- Teslámetro digital.
- Mesa para posicionar los solenoides.
- Sensor de efecto Hall.
- Varilla de 15cm.
- Fuente de potencia DC variable.
- Flexómetro.
- Amperímetro digital.
- Cinta de enmascarar.
- Nuez doble.
- Pie cónico.
- Conectores respectivos.

Antes de emprender la toma de datos, se debía tener en cuenta la información proporcionada por los fabricantes de los solenoides, como era el número de vueltas, el diámetro y los valores soportados (a fin de no quemarlos). Como el montaje estaba casi listo una vez llegamos al laboratorio, sólo se tuvo que fijar una posición inicial para el teslámetro y ajustarlo para que el extremo sensor esté, en lo posible, en el centro del solenoide.

Para la primera parte, se debía fijar una corriente de 1A y colocar el extremo sensor del teslámetro al comienzo del solenoide, éste punto sería $-\frac{L}{2}$, siendo L la longitud del mismo; esto implica que la distancia $x = 0$ justamente en el centro del solenoide. Una vez fijada esta posición, se debía registrar el campo magnético e ir variando la distancia del sensor a distancias de $\frac{L}{8}$ una de la otra.

Para la segunda parte, se realizó un proceso similar al ya descrito, se debía ajustar el sensor a la posición $x = 0$, es decir, en la mitad del solenoide; luego, se comenzaba con una corriente de 0.2A y se debía variar 0.1A para cada medición. En cada variación se registraba el campo magnético producido por el solenoide por el que pasa corriente y verificar la dependencia de éste de la corriente.

La práctica sólo se realizó para un solo solenoide por cuestiones de tiempo y de disponibilidad de equipos, ya que sólo se contaba con un teslámetro para todos los equipos.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La Tabla 1 muestra las características del solenoide utilizado en la práctica de laboratorio.

Tabla 1. Características del solenoide utilizado.

Radio (mm)	$a = 20.5\text{mm}$
Longitud (mm)	$L = 55.2\text{mm}$
Vueltas	$N = 100$

5.1. Campo magnético al interior de un solenoide La Tabla 2 muestra los datos obtenidos para el primer experimento.

Tabla 2. Primera toma de datos (variación posición).

I (A)	x (m)	B_{teo} (mT)	B_{exp} (mT)	Error (%)
1	-0.0276	1.07	0.95	11.1
1	-0.0207	1.41	1.30	8.00
1	-0.0138	1.66	1.58	4.72
1	-0.0069	1.79	1.72	3.91
1	0.000	1.83	1.77	3.30
1	0.0069	1.79	1.73	3.35
1	0.0138	1.66	1.61	2.91
1	0.0207	1.41	1.34	5.17
1	0.0276	1.07	1.01	5.49

La corriente se fijó a 1A, la posición x varía a razón de $\frac{L}{8}$, se tomó la intensidad de campo magnético con ayuda del Teslámetro y se calculó el % de error.

5.1.1. Grafique la intensidad del campo magnético (teórico y experimental) medido en el centro del solenoide vs. x

La Figura 1 muestra esta gráfica, tanto para el resultado experimental como para el teórico.

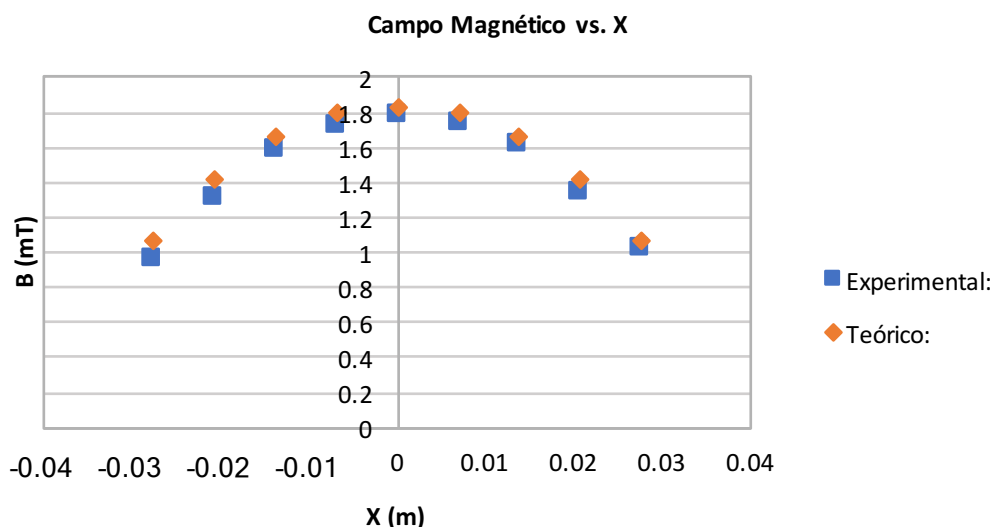


Figura 1. Gráfica de B vs x.

5.1.2. De la gráfica anterior, ¿en qué posición es más intenso el campo magnético?

Cuando $x = 0$.

5.1.3. ¿Cómo es la magnitud del campo magnético en el eje del solenoide comparado con los extremos del mismo?

Es mayor, debido a que en los extremos hay menos contribuciones de campo magnético generado por el extremo opuesto, ya que la magnitud del campo magnético es inversamente proporcional a la distancia al punto de estudio; mientras que en el eje se tienen contribuciones más uniformes y de mayor magnitud.

Tabla 3. Segunda toma de datos (variación corriente).

I (A)	x (m)	B_{teo} (mT)	B_{exp} (mT)	Error (%)
0.2	0	0.366	0.33	9.85
0.3	0	0.549	0.5	8.94
0.4	0	0.732	0.69	5.75
0.5	0	0.915	0.87	4.94
0.6	0	1.10	1.05	4.39
0.7	0	1.28	1.22	4.78
0.8	0	1.46	1.42	3.02
0.9	0	1.65	1.6	2.87
1	0	1.83	1.77	3.30

5.2. Variación del campo magnético con la corriente

5.2.1. Grafique la intensidad de campo magnético (teórico y experimental) medido en el centro del solenoide vs. I. Halle la pendiente de ambas.

La Figura 2 muestra esta gráfica con las respectivas líneas de tendencia.

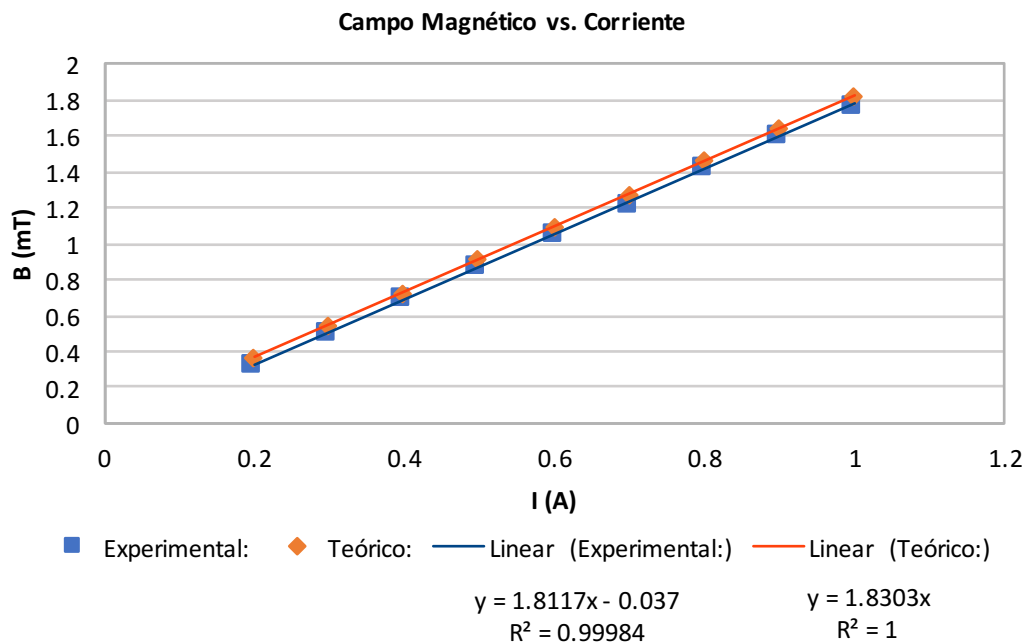


Figura 2. Gráfica de B vs. I.

5.2.2. ¿Qué tipo de relación se obtiene?

La relación entre la corriente y la magnitud del campo magnético es lineal y directamente proporcional. Además, es acorde a lo que muestra la Ecuación 6.

5.2.3. ¿Qué significado físico tiene la pendiente?

La pendiente es:

$$B_x = \frac{\mu_0 N L}{2\sqrt{(L/2)^2 + a^2}} \quad (6)$$

Y representa físicamente las magnitudes físicas del solenoide, tal como la cantidad de vueltas que tiene el objeto, su radio y su longitud.

5.2.4. Calcule el porcentaje de error en la pendiente para la gráfica construida.

El porcentaje de error está dado por:

$$\%Error = \frac{|R_T - R_E|}{|R_T|} \times 100 \% \quad (7)$$

Reemplazando los valores, se tiene

$$\%Error = \frac{|1.83 - 1.81|}{|1.83|} \times 100 \%$$

$$\%Error = 1.09 \%$$

5.2.5. ¿Qué sucede si se cambia la polaridad de la fuente de alimentación?

La magnitud de la corriente se mantiene igual pero, cambia la dirección en que esta se mueve.

6. CONCLUSIONES

- En este laboratorio se logró evidenciar como la intensidad del campo magnético dentro de un solenoide, depende de las dimensiones del solenoide como la cantidad de vueltas que este tiene, su radio y, la longitud del mismo. Al mismo tiempo, este depende de la corriente que pase por el mismo (se observa en la Figura 2) y de la distancia que esté al punto del centro. Por otro lado, se logró observar como el campo magnético generado por este objeto es máximo en el centro (Figura 1), dado que todas las componentes del campo que genera el solenoide son más fuertes en el centro del mismo. Por lo tanto, se logró validar el modelo teórico (la ecuación número 5), y así confirmando la ley de Biot-Savart.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SEARS and ZEMANSKY, Física Universitaria, vol. 2. Pearson, 13 ed., 2009.