

Laboratorio de Física

Campo Magnetico

INTRODUCCIÓN

Aunque los antiguos griegos conocían las propiedades electrostáticas del ámbar, y los chinos ya fabricaban imanes con magnetita en el 2700 a.C., los fenómenos eléctricos y magnéticos no empezaron a comprenderse hasta finales del siglo XVIII, cuando comenzaron a realizarse experimentos en estos campos. En 1785, el físico francés Charles de Coulomb confirmó por primera vez de forma experimental que las cargas eléctricas se atraen o se repelen con una intensidad inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa (ley de Coulomb). Más tarde el matemático francés Siméon Denis Poisson y su colega alemán Carl Friedrich Gauss desarrollaron una potente teoría para calcular el efecto de un número indeterminado de cargas eléctricas estáticas arbitrariamente distribuidas.

Dos partículas con cargas opuestas se atraen, por lo que tienden a acelerarse una hacia la otra. Si el medio a través del cual se mueven ofrece resistencia, pueden acabar moviéndose con velocidad constante (en lugar de moverse con aceleración constante) a la vez que el medio se calienta y sufre otras alteraciones. La posibilidad de mantener una fuerza electromotriz capaz de impulsar de forma continuada partículas eléctricamente cargadas llegó con el desarrollo de la pila química en 1800, debido al físico italiano Alessandro Volta. La teoría clásica de un circuito

eléctrico simple supone que los dos polos de una pila se mantienen cargados positiva y negativamente debido a las propiedades internas de la misma. Cuando los polos se conectan mediante un conductor, las partículas cargadas negativamente son repelidas por el polo negativo y atraídas por el positivo, con lo que se mueven hacia él y calientan el conductor, ya que ofrece resistencia a dicho movimiento. Al llegar al polo positivo las partículas son obligadas a desplazarse dentro de la pila hasta el polo negativo, en contra de las fuerzas que se oponen a ello según la ley de Coulomb. El físico alemán Georg Simon Ohm descubrió la existencia de una constante de proporcionalidad sencilla entre la corriente que fluye por el circuito y la fuerza electromotriz suministrada por la pila. Esta constante es la resistencia eléctrica del circuito, R . La ley de Ohm, que afirma que la resistencia es igual a la fuerza electromotriz, o tensión, dividida entre la intensidad de corriente, no es una ley fundamental de la física de aplicación universal, sino que describe el comportamiento de una clase limitada de materiales sólidos.

Los conceptos elementales del magnetismo, basados en la existencia de pares de polos opuestos, aparecieron en el siglo XVII y fueron desarrollados en los trabajos de Coulomb. Sin embargo, la primera conexión entre el magnetismo y la electricidad se encontró en los experimentos del físico y químico danés Hans Christian Oersted, que en 1819 descubrió que un cable conductor por el

que fluía una corriente eléctrica desviaba una aguja magnética situada en sus proximidades. A la semana de conocer el descubrimiento de Oersted, el científico francés André Marie Ampère demostró experimentalmente que dos cables por los que circula una corriente ejercen una influencia mutua igual a la de los polos de un imán. En 1831, el físico y químico británico Michael Faraday descubrió que podía inducirse el flujo de una corriente eléctrica en un conductor en forma de espira no conectado a una batería, moviendo un imán en sus proximidades o situando cerca otro conductor por el que circulara una corriente variable. La forma más fácil de enunciar la íntima relación entre la electricidad y el magnetismo, perfectamente establecida en la actualidad, es a partir de los conceptos de campo eléctrico y magnético. La intensidad, dirección y sentido del campo en cada punto mide la fuerza que actuaría sobre una carga unidad (en el caso del campo eléctrico) o una corriente unidad (en el caso del campo magnético) situadas en ese punto. Las cargas eléctricas estacionarias producen campos eléctricos; las corrientes —esto es, las cargas en movimiento— producen campos eléctricos y magnéticos. Un campo eléctrico también puede ser producido por un campo magnético variable, y viceversa. Los campos eléctricos ejercen fuerzas sobre las partículas cargadas por el simple hecho de tener carga, independientemente de su velocidad; los campos magnéticos sólo ejercen fuerzas sobre partículas cargadas en movimiento.

Estos hallazgos cualitativos fueron expresados en una forma matemática precisa por el físico británico James Clerk Maxwell, que

desarrolló las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que llevan su nombre. Las ecuaciones de Maxwell relacionan los cambios espaciales y temporales de los campos eléctrico y magnético en un punto con las densidades de carga y de corriente en dicho punto. En principio, permiten calcular los campos en cualquier momento y lugar a partir del conocimiento de las cargas y corrientes eléctricas. Un resultado inesperado que surgió al resolver las ecuaciones fue la predicción de un nuevo tipo de campo electromagnético producido por cargas eléctricas aceleradas. Este campo se propagaría por el espacio con la velocidad de la luz en forma de onda electromagnética, y su intensidad disminuiría de forma inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En 1887, el físico alemán Heinrich Hertz consiguió generar físicamente esas ondas por medios eléctricos, con lo que sentó las bases para la radio, el radar, la televisión y otras formas de telecomunicación. Véase Radiación electromagnética.

El comportamiento de los campos eléctrico y magnético en estas ondas es bastante similar al de una cuerda tensa muy larga cuyo extremo se hace oscilar rápidamente hacia arriba y hacia abajo. Cualquier punto de la cuerda se mueve hacia arriba y hacia abajo con la misma frecuencia que la fuente de las ondas situada en el extremo de la cuerda. Los puntos de la cuerda situados a diferentes distancias de la fuente alcanzan su máximo desplazamiento vertical en momentos diferentes. Cada punto de la cuerda hace lo mismo que su vecino, pero lo hace algo más tarde si está más lejos de la fuente de vibración (véase Oscilación). La velocidad con que se transmite la perturbación a lo largo de la cuerda, o la “orden”

de oscilar, se denomina velocidad de onda (*véase* Movimiento ondulatorio). Esta velocidad es función de la densidad lineal de la cuerda (masa por unidad de longitud) y de la tensión a la que esté sometida. Una fotografía instantánea de la cuerda después de llevar moviéndose cierto tiempo mostraría que los puntos que presentan el mismo desplazamiento están separados por una distancia conocida como longitud de onda, que es igual a la velocidad de onda dividida entre la frecuencia. En el caso del campo electromagnético, la intensidad del campo eléctrico se puede asociar al movimiento vertical de cada punto de la cuerda, mientras que el campo magnético se comporta del mismo modo pero formando un ángulo recto con el campo eléctrico (y con la dirección de propagación). La velocidad con que la onda electromagnética se aleja de la fuente es la velocidad de la luz.

⊗ OBJETIVO GENERAL:

○ Estudiar y comparar los campos magnéticos producidos en bobinas usando para ello la sonda de Hall

⊗ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprobar que el campo magnético B es función lineal de la corriente, $B = f(I)$, siendo I la corriente que circula por la bobina.
- Comprobar que el campo magnético B es función lineal del número de espiras, $B = f(n)$, siendo n el número de espiras de la bobina.
- Analizar $B = f(x)$, donde x es cualquier punto en el eje de la bobina.

➤ Estudiar $B = f(x)$, donde x es cualquier punto en el eje común de dos bobinas separadas a cierta distancia.

➤ Estudiar el campo B creado por las bobinas de Helmholtz.

➤ Comprender el funcionamiento de la sonda de may y el principio físico sobre el cual se basa su construcción y funcionamiento.

⊗ MATERIALES A UTILIZAR.

Bobina larga.

Fuente de poder Terco TF – 103.

Sonda de may Leybold.

Fuente de alimentación de la sonda de may Leybold.

Placa base para tubo de rayo filiforme con bobinas de Helmholtz Leybold 55550.

Bobinas de 1000, 500 y 250 espiras Leybold.

Multímetro Leybold.

Base cuadrada, doble nueces, varilla de 25 cm.

Amperímetro.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL USADO EN LOS EXPERIMENTOS.

1. Sonda de Hall: está constituida por una plaquita rectangular semiconductor de In As, con una resistencia interna de 3 ohm, se emplea para medir campos magnéticos en la dirección perpendicular a ella. La sonda de Hall está basada en el efecto Hall, siendo la corriente del conductor la corriente de mando de la sonda. Los terminales amarillos se conectan a los bornes amarillos en la fuente de alimentación de la sonda y los terminales rojos a la entrada del amplificador de voltaje.

2. Fuente de alimentación de la sonda de Hall: se utiliza para la alimentación de corriente de mando de la sonda de Hall.

3. Amplificador de voltaje: este en unión con un instrumento de carrete móvil es un voltímetro calibrado para tensiones continuas. La resistencia de entrada es superior a $1\text{ M}\Omega$. existen siete intervalos de medida de $30\ \mu\text{V}$, $100\ \mu\text{V}$, $300\ \mu\text{V}$, $1\ \text{mV}$, $3\ \text{mV}$, $100\ \text{mV}$ y $300\ \text{mV}$.

4. Bobinas de Helmholtz y placa base: las bobinas están colocadas en la base de tal forma que el centro geométrico de las bobinas es igual a la mitad de su diámetro.

Las bobinas de Helmholtz están constituidas por dos bobinas cada una de 130 espiras y 150 mm de radio, pudiendo soportar hasta una corriente de 5 A.

La conexión usual es en serie, es decir, recorrida la corriente en la bobina en igual sentido, pudiendo invertirse en cada una de ellas, sin más que invertirse las conexiones en la placa base.

DATOS TEÓRICOS Y EXPERIMENTALES.

Montaje.

1. Circuito de alimentación de la bobina constituida por la fuente Terco, bobina y amperímetro.

2. Circuito de medida constituido por el amplificador de voltaje, Multímetro Leybold, sonda de Hall y fuente para la sonda de Hall.

Procedimiento :

1. Estudio de la variación del campo magnético con respecto a la corriente, para ello

mantendremos fija a la sonda en un punto del eje de la bobina escogida. Elija la bobina que mejor se adapte para esta experiencia. Explique la razón de su elección y qué normas de seguridad deben tomar en cuenta para proteger la bobina, la fuente. Seleccione el alcance de medida apropiado en el amplificador de voltaje. Grafique $B = f(I)$.

La bobina escogida fue bobina de 250 espiras, ya que ésta ofrece mayor seguridad en comparación con las otras bobinas, pues su intensidad máxima es relativamente mayor que las otras lo que nos permite trabajar con mas comodidad y seguridad

2. Estudio de la variación del campo magnético con respecto al número de espiras de la bobina, para ello disponemos de cinco bobinas de 250, 500, 600, 1000 espiras, para cada número de espiras obtendremos un campo magnético. La sonda de hall deberá permanecer fija en un punto del eje de la bobina. ¿ Qué corriente debe usar para esta experiencia?. ¿ Qué cuidados debe tener en esta parte?. Grafique $B = f(N)$.

3. Estudio de la variación del campo magnético a lo largo del eje de la bobina (elija cualquiera de la bobinas). Para ello fijaremos un sistema de referencia con el origen en el centro geométrico de la bobina y mediremos el campo magnético centímetro a centímetro tanto en el lado positivo como en el negativo del sistema de referencia.

4. Idéntico estudio del realizado en c pero con la bobina larga.

5. Compare las graficas del campo magnético en las bobinas larga y corta.

6. Estudio del campo magnético a lo largo del eje de dos bobinas separadas a una distancia de 4 o 5 cm. Escoja dos y colóquelas en serie. ¿Qué precauciones se deben de tomar en cuenta en esta parte de la experiencia?. Grafique $B = f(x)$.

7. estudio del campo magnético creado por la bobinas de Helmholtz en el eje de las bobinas, y en tres planos paralelos a los planos de las bobinas.

DATOS EXPERIMENTALES.

Tabla 1.

BOBINA	INTENSIDAD (A)	VOLTAJE (mV)	CAMPO (mT)
n = 250 ca = 0.6 ohm L = 0.0027 H Max I= 5 A	1	0.23	2.3×10^{-2}
	2	0.45	4.5×10^{-2}
	3	0.67	6.7×10^{-2}
	4	0.90	9×10^{-2}
n = 500 ca = 2.5 ohm L = 9 mH Max I= 2.5 A	0.25	0.09	9×10^{-2}
	0.50	0.19	1.9×10^{-2}
	0.75	0.3	3×10^{-2}
	1	0.41	4.1×10^{-2}
1000 n = 1000 ca = 9.5 ohm L = 0.0027 H Max I= 5 A	0.2	0.18	1.8×10^{-2}
	0.4	0.6	6×10^{-2}
	0.6	0.6	6×10^{-2}
	0.8	0.79	7.9×10^{-2}

TABLA N° 2

DISTANCIA	INTENSIDAD (A)	VOLTAJE (mV)	CAMPO (mT)
- 4	4	0.5	5×10^{-2}
- 3		0.7	7×10^{-2}

- 2		0.9	9×10^{-2}
- 1		1	5×10^{-2}
0		1	5×10^{-2}
1		1	5×10^{-2}
2		0.9	5×10^{-2}
3		0.7	5×10^{-2}
4		0.5	5×10^{-2}

TABLA N° 3

DISTANCIA	INTENSIDAD	VOLTAJE (mV)	CAMPO (mT)
- 4	1	0.4	4×10^{-2}
- 3			4×10^{-2}
- 2			4×10^{-2}
- 1			4×10^{-2}
0			4×10^{-2}
1			4×10^{-2}
2			4×10^{-2}
3			4×10^{-2}
4			4×10^{-2}

TABLA N° 4

DISTANCIA	VOLTAJE (mV)	CAMPO (mT)
10	0.016	1.6×10^{-4}
9	0.022	2.2×10^{-4}
8	0.028	2.8×10^{-4}
7	0.031	3.1×10^{-4}
6	0.032	3.2×10^{-4}
5	0.031	3.1×10^{-4}
4	0.028	2.8×10^{-4}
3	0.024	2.4×10^{-4}
2	0.020	2.0×10^{-4}
1	0.018	1.8×10^{-4}
0	0.019	1.9×10^{-4}

-1	0.033	3.3×10^{-4}
-2	0.033	3.3×10^{-4}
-3	0.044	4.4×10^{-4}
-4	0.055	5.5×10^{-4}
-5	0.060	6.0×10^{-4}
-6	0.061	6.1×10^{-4}
-7	0.058	5.8×10^{-4}
-8	0.051	5.1×10^{-4}
-9	0.040	4.0×10^{-4}
-10	0.028	2.8×10^{-4}