

Práctica: Campo magnético en el interior de una bobina

Objetivo

Determinar la constante de permeabilidad magnética en el aire a través de la medida de la inducción magnética en el centro de un solenoide.

Estudiar las líneas de campo magnético a lo largo del eje del solenoide.

Cuestiones previas

Oersted descubrió en 1820 que las corrientes eléctricas producen campos magnéticos. Biot y Savart enunciaron una ley que permite calcular el campo magnético creado por un elemento de corriente. Escribe la expresión matemática de esta ley e identifica cada magnitud utilizando un dibujo de ayuda.

Hipótesis

Hay muchos dispositivos, como electroimanes, transformadores, etc., en los que los conductores están enrollados formando una bobina. Por eso es importante conocer el campo magnético producido por uno de estos enrollamientos. Proponer factores que puedan influir en el valor de la inducción magnética en el centro de una espira circular.

El valor del campo magnético puede hacerse muy mayor si en lugar de una espira se agrupa un gran número de ellas en forma de hélice, lo cual se conoce con el nombre de solenoide o bobina. ¿Qué factores crees que influyen en el valor del campo magnético en el interior de un solenoide o bobina?

Consulta la bibliografía y escribe la expresión matemática que permite calcular el valor de la inducción magnética en el interior de un solenoide. Explica detalladamente qué representa cada magnitud que aparece en la expresión matemática.

Si se pide diseñar una bobina en cuyo interior el campo sea exactamente de 10 mT, ¿qué características le darías?, ¿podrías generar con ella campos distintos a 10 mT?

Material y montaje

Averiguar para qué sirve un teslámetro y en qué se basa su funcionamiento.

- 1 Cable de conexión corto
- 2 Cables de conexión largos
- 1 Destornillador plano fino
- 1 Fuente alimentación F24
- 1 Multímetro digital
- 1 Reóstato 5 A
- 1 Solenoide

- 1 Teslámetro T100

Multímetro digital (o polímetro)

Es un instrumento que permite hacer medidas de voltaje CA/CC, corriente CA/CC, resistencias, etc. Para medir la intensidad corriente continua, seguir los siguientes pasos:

- Conectar la punta de prueba negra al terminal COM y la roja al terminal 10 A para medidas de un máximo de 10 A.
- Colocar el conmutador selector de funciones en el margen de CC deseado.
- Conectar las puntas de prueba en serie con el circuito.

Reóstato

Es una resistencia eléctrica variable. Según la ley de Ohm, la resistencia eléctrica de un circuito determina cuánta corriente fluye en el circuito cuando se aplica un voltaje determinado. La resistencia de un conductor es proporcional a la longitud del mismo de tal forma que al desplazar el cursor del reóstato, varía la longitud del conductor que atraviesa la corriente y por lo tanto varía también la intensidad de corriente que circula (mantenida fija la diferencia de potencial aplicada). A mayor longitud recorrida, mayor resistencia y por lo tanto menor intensidad de corriente.

Solenoides

Está compuesto por dos hilos conductores enrollados sobre un mismo soporte cilíndrico. El tubo cilíndrico tiene un diámetro exterior de 49 mm y las espiras enrolladas a él tienen un diámetro medio de 50 mm. Cada uno de estos hilos tiene un diámetro de 1 mm y presenta 200 espiras. Uno de los hilos, que nombraremos E_1 , está conectado a los bornes de color negro situados en los extremos del solenoide. El otro hilo, que recibe el nombre E_2 , posee en cambio salidas intermedias (bornes rojos).

El solenoide tiene una guía de plástico adaptada a la sonda del teslámetro que permite deslizarla a lo largo del mismo. La graduación de la sonda permite conocer la distancia de ésta al centro del solenoide.

Teslámetro

Es un instrumento que utiliza el efecto Hall para la medida de campos magnéticos. Consta de un aparato de base y de una sonda capaz de detectar dos componentes del campo magnético: B_x (paralela a la sonda) y B_z (perpendicular a la sonda). El aparato dispone de un interruptor que permite seleccionar la componente que se desea medir.

Al conectar el teslámetro, se enciende un indicador luminoso rojo. Antes de comenzar a efectuar las medidas, hay que esperar (unos 10 minutos) hasta que el indicador pase a verde, indicándonos así que los circuitos internos han eliminado los efectos térmicos sobre las medidas.

Si antes del paso de corriente por la bobina, la indicación del teslámetro no es cero, deberemos ajustar el cero del teslámetro. Para eso, la sonda dispone de dos pequeños potenciómetros que pueden ser ajustados mediante un destornillador.

Procedimiento experimental

I) Dependencia del campo magnético con la intensidad de corriente. Determinación de m_0

Conecta el teslámetro y espera que el testigo luminoso pase de rojo a verde. Introduce la sonda del teslámetro en el interior del solenoide. Cuando el cero de graduación de la sonda coincida con la marca de referencia de la guía, la sonda se encontrará en el centro del solenoide, sobre su eje. Selecciona la componente B_x en el teslámetro. Ajusta a cero el teslámetro antes de conectar la fuente de alimentación del solenoide. Hacer las conexiones que describe la figura 1

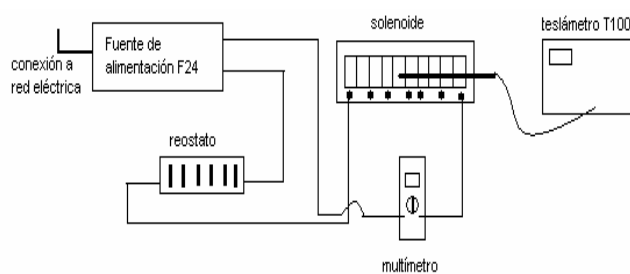


Figura 1

Conecta el solenoide entre los extremos del hilo E_2 (bornes rojo). En esta posición, la longitud horizontal recorrida por la corriente eléctrica es 40,5 cm y 200 espiras. Selecciona, mediante el reóstato, una intensidad de corriente de 2,5 A. Tengamos cuidado de no sobrepasar la intensidad máxima que soporta el reóstato (4,6 A) Tomar como mínimo seis medidas de intensidades de corriente (entre 2,5 y 4,0 A) y sus correspondientes valores de inducción B_x .

I (A)	B_x (mT)

Representa, utilizando *Excel*, el campo magnético creado por el solenoide (componente B_x) frente a la intensidad de corriente que circula. Calcula la recta que mejor se ajusta a los datos experimentales de la gráfica anterior e incluye el factor de correlación de la misma.

A partir del valor de la pendiente de la recta obtenida y usando la ecuación teórica (1) que proporciona el valor de la inducción magnética en el centro de un solenoide, calcula el valor de la permeabilidad magnética del aire, μ_0

$$(1) B = \mu Y \frac{N}{L}$$

Comparar el valor de μ_0 obtenido con el valor teórico $\mu_0 = 4.10^{-7}$ S.I., indicando el porcentaje de discrepancia existente y posibles causas de incertidumbre de la medida.

II) Estudio de las líneas de campo magnético a lo largo del eje del solenoide

Conecta la fuente de alimentación (con $I = 4$ A) a una fracción de 20,24 cm del solenoide (bornes rojos, salidas nº 5)

Sitúa la sonda en el centro del solenoide (graduación 0). Selecciona la componente B_x en el teslámetro y anotar su valor. A continuación seleccionar la componente B_z y anotar su valor.

Repite el procedimiento anterior, pero variando en cada caso la distancia entre la sonda y el centro del solenoide. Anotar los resultados en una tabla.

d	B_x	B_z

Representa $B_x = f(d)$ y $B_z = f(d)$ e interpreta las gráficas obtenidas.

Cuestiones finales

Explicar bajo qué condiciones es aplicable la expresión (1) de la inducción magnética en el centro de un solenoide.

$$(1) B = \mu Y \frac{N}{L}$$

Idear un procedimiento experimental para calcular el valor mínimo del cociente (longitud / radio) a partir del que se puede considerar el solenoide infinitamente largo.

En casi todas las aplicaciones técnicas en las que se requiere campos magnéticos intensos se utilizan bobinas enrolladas en torno a un núcleo de hierro o material semejante. Busca las ventajas que aporta esta opción frente a una bobina ordinaria.

Recursos de Internet

<http://es.wikipedia.org/wiki/Electromagnetismo>
Teoría

<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/se/índice3.html>
Niveles campos magnéticos

<http://exa.unne.edu.ar/depar/áreas/física/electymagne/TEORÍA/electmagnet/magnético/cMagnético.html>
Teoría y applet

http://newton.cnice.mecd.se/2bach/campmag/mag_bobina.htm?2&2
Teoría y applets

Ciencia, técnica y sociedad

¿Qué es y para qué se utiliza un electroimán? ¿qué ventaja presenta respecto a los imanes naturales?

Indica dispositivos de la vida cotidiana y del campo científico-tecnológico que utilizan la acción de los campos magnéticos.

Habitualmente estamos rodeados de campos magnéticos generados por nuestros electrodomésticos. Investiga los valores de estos campos y si resultan perjudiciales o no en las condiciones ordinarias de uso.

Final

Elabora un informe a final para colgarlo en la web de la universidad. Éste debe incluir como mínimo lo siguiente (las indicaciones del anexo te pueden orientar):

Título de la experiencia (corto y que indique claramente de qué trata).

Fotografía de los componentes del grupo, nombres y lugar donde estudiáis.

Introducción (objetivo, fecha, donde habéis hecho la experiencia ...)

Fundamento teórico (resumen teórico del fenómeno estudiado)

Hipótesis (qué esperáis obtener, qué variables consideraréis y como esperáis que se comporten...)

Diseño experimental (esquema del montaje, fotografía, características, materiales...)

Procedimiento (explicar las acciones realizadas, incluyendo las observaciones que consideraréis importantes)

Medidas y cálculos (tablas de valores, magnitudes, unidades y representaciones gráficas...)

Respuesta a las cuestiones finales

Conclusiones (qué se ha demostrado, qué ventajas e inconvenientes tiene vuestro diseño experimental y vuestro método, otras cuestiones relacionadas que propondrías para ampliar la investigación ...)

Bibliografía consultada de la siguiente forma:

Apellido, nombre (año de publicación), título del libro en cursiva, Editorial, ciudad de publicación, página donde está la información

- Si la fuente de información es Internet, hay que incluir la dirección electrónica.

Anexo: ayuda para elaborar el informe final

Acciones que debo hacer	Estará bien hecho si...
1. Escoger un título para el informe	1.1 está de acuerdo con la experiencia 1.2 resume el objetivo principal 1.3 es sugerente
2. Identificar el objetivo principal	2.1 está de acuerdo con las finalidades del trabajo realizado 2.2 comienza con un verbo
3. Plantear la hipótesis	3.1 se indican las variables dependiente e independiente 3.2 se indican las variables controlables 3.3 se redactan utilizando la forma: "Si..... entonces
4. Indicar los materiales e instrumentos utilizados en la experiencia	4.1 se anotan todos 4.2 se nombran correctamente
5. Describir el procedimiento seguido	5.1 está de acuerdo con la hipótesis 5.2 se describen los diferentes pasos en párrafos separados 5.3 los párrafos son cortos, precisos y concisos 5.4 se acompaña con esquemas
6. Transcribir las observaciones y los datos	6.1 son sistemáticas en relación con la variable independiente 6.2 se utilizan tablas y cuadros 6.3 se visualizan fácilmente 6.4 incluyen observaciones sobre aspectos divergentes u otros
7. Transformar los datos	7.1 si permiten visualizar y llegar a conclusiones en relación con la hipótesis planteada 7.2 si se utilizan gráficos o esquemas
8. Redactar las conclusiones	8.1 responden a la hipótesis 8.2 se relacionan con aspectos teóricos que explican los resultados obtenidos 8.3 se diferencian las interpretaciones personales de las que son aceptadas científicamente 8.4 en la redacción se utilizan los términos científicos adecuados y sin errores 8.5 si las frases están bien construidas (atención a los conectores)
9. Revisar el texto elaborado	9.1 se comprueba que una persona que no ha hecho el experimento lo puede repetir 9.2 la presentación permite leer fácilmente el texto 9.3 la puntuación y la ortografía son correctos