

CAMPO MAGNÉTICO DE UN SOLENOIDE O BOBINA

1. Objetivos

El objetivo de la práctica es medir el campo creado por un solenoide en su interior variando los parámetros de los que depende.

2. Material

Como material imprescindible tenemos :

Solenoide

Fuente de alimentación

Amperímetro

Teslámetro.

3. Fundamentos

Primeramente definiremos lo que es un solenoide, un solenoide está formado por una serie de espiras iguales colocadas de forma paralela por las que circula una corriente. El solenoide permite crear campos magnéticos importantes en su interior.

Un solenoide se comporta como un imán y su campo en el interior queda definido con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{B} = \mu \cdot \mathbf{N} / \mathbf{l} \cdot \mathbf{I}$$

Donde N corresponde al número de espiras que contiene el solenoide

l: es la longitud del solenoide

I: es la intensidad de corriente

$N / l = n$, siendo n la densidad de espiras; es igual al número de espiras dividido por la longitud del solenoide.

Por lo que es el campo en el interior del solenoide $= \mu \cdot n \cdot I$

μ = permeabilidad magnética del vacío, pero en vez del vacío puede haber otro tipo de material. La permeabilidad magnética del material corresponde al valor $4 \cdot 10^{-7}$ T.

4. Método

Una vez definido el concepto de solenoide y el campo magnético en su interior, pasaremos realizar las pruebas que se nos preguntan.

Construimos el circuito propuesto en la figura adjunta. La fuente de alimentación deberá de funcionar como fuente de intensidad y se respetarán sus indicaciones. El amperímetro permitirá medir la intensidad que suministra la fuente. La bobina posee tres devanados, con un número distinto de espiras cada uno. Es

teslámetro es el aparato que nos permite medir el campo magnético.

Fuente de

alimentación A

Teslámetro

Bobina

Sonda

Poseemos de una sonda móvil en cuyo extremo se sitúan dos detectores, cada uno de los cuales mide el campo en una dirección.

5. Desarrollo

1 Variación del campo a través del eje de la bobina

La fuente de alimentación es la que nos va a proporcionar la intensidad de corriente que vamos a introducir en el circuito para que se cree el campo magnético en su interior. La fuente de alimentación viene con una serie de instrucciones que respetaremos, por lo que la intensidad introducida ira de 0 a 3 A

La bobina corresponde al solenoide en cuyo interior vamos a calcular el campo magnético, esta bobina actúa a través de 3 números diferentes de espiras o devanados: 135, 270 y 405.

Teslámetro es el que nos va a medir el campo en el interior, éste lo mide en militeslas que tendremos más adelante que prestar atención para cambiarlo a teslas.

*Nota a tener en cuenta es que el propio ambiente en el que se realiza la prueba ya tiene un campo magnético el cual a su vez varío con rapidez por ello antes de realizar cada medida tomaremos la medida del medio para posteriormente restarla a la del interior del solenoide para que nos de el campo verdaderamente creado.

.

Colocaremos el amperímetro a una misma intensidad durante todas las medidas y también utilizaremos únicamente un devanado de los tres propuestos.

La intensidad elegida ha sido de 223.2 A y el devanado de 135 espiras.

Tomaremos ahora los diferentes campos magnéticos en el interior tomando valores de cm en cm a lo largo de su distancia (16 cm), así como fuera del solenoide sin aplicarle ninguna corriente.

X (cm)	B t (solenoides + fuera)	B a (fuera)	B v (solo interior)
0	1.00	0.29	0.71
1	1.62	0.27	1.35
2	1.92	0.26	1.66
3	2.03	0.3	1.73
4	2.10	0.25	1.85
5	2.13	0.25	1.88
6	2.16	0.24	1.92

7	2.17	0.24	1.93
8	2.17	0.23	1.94
9	2.17	0.22	1.93
10	2.15	0.22	1.93
11	2.13	0.22	1.91
12	2.1	0.22	1.89
13	2.07	0.21	1.86
14	1.65	0.26	1.39
15	1.04	0.26	0.78
16	0.99	0.25	0.74

Representamos los valores del campo magnético en el interior de la bobina en función de la distancia al centro del solenoide.

2.Variación del campo con la intensidad.

a) Medidas

Vamos a comprobar que el campo dado es proporcional a la intensidad administrada. Utilizaremos para ello el devanado que se desee , se colocará el sensor en el centro de la bobina , que es donde el campo se expresa más correctamente, vamos variando la intensidad e iremos tomando datos de el campo, teniendo en cuenta que inicialmente ya existe un campo exterior como ya hemos señalado antes.

Tomamos 10 valores y los ajustamos por mínimos cuadrados de este modo nos dará la pendiente de la que haremos utilidad para hallar conociendo los valores de N y l.

$I (A) \pm 0.01$	$B_{ext} (mT) \pm 0.03$	$B_{int} (mT) \pm 0.03$	$B_{real} (mT) \pm 0.03$
0.41	0.08	0.5	0.42
0.58	0.07	0.68	0.61
0.68	0.07	0.78	0.71
0.81	0.12	1.01	0.89
1.02	0.16	1.22	1.06
1.23	0.08	1.36	1.28
1.52	0.09	1.67	1.58
1.71	0.17	1.96	1.79
2.20	0.17	2.49	2.32
2.46	0.18	2.76	2.58

Después de haber introducido los datos en el ordenador hallamos:

Pendiente: 1.04885 ± 0.0143

Ordenada en el origen: 0.00035 ± 0.0094

Coefficiente de correlación: 0.99952

Según la ecuación

$$B = \mu \cdot N / l \cdot I$$

$$Y = a \cdot x + b$$

Sabemos que y corresponde con B y la x con la I entonces la pendiente a tiene que ser igual a $\mu \cdot N / l$

Conocemos el valor de N correspondiente al N° de espiras que las hemos elegido al tomar el devanado y es igual 135 y l correspondiente a la longitud que es igual a 0.16

Pasamos primeramente la pendiente que está en mT a T que si la pendiente es 1.049 mT son $1.049 \cdot 10^{-3}$

b) Cálculo

Entonces calculamos :

$$1.049 \cdot 10^{-3} = \mu \cdot 135 / 0.16$$

$$\mu = 1.049 \cdot 10^{-3} \cdot 0.16 / 135 = 1.24 \cdot 10^{-6} \text{ T es la permeabilidad magnética.}$$

c) cálculo de errores

$$B = \mu \cdot N / l \cdot I$$

$$dB = dB / dI$$

$$dB = \mu \cdot N / l \cdot dI$$

$$B = \mu \cdot N / l \cdot I$$

$$B = 1.24 \cdot 10^{-6} \cdot 135 / 0.16 \cdot 0.01 = 1.05 \cdot 10^{-5}$$

3.Variación del campo con el número de espiras.

El campo en el interior de una bobina es proporcional al número de espiras que contenga el solenoide. Para corroborar tal afirmación colocaremos el detector en el centro del solenoide e iremos cambiando los devanados que contienen los diferentes números de espiras halláramos el campo por espira (B / N)

N (espiras)	Bext (m T) ± 0.03	Bint (mT) ± 0.03	Bfinal (mT) ± 0.03	B / N (mT / esp)
135	0.33	2.9	2.57	0.019
270	0.32	5.39	5.08	0.019
405	0.31	7.91	7.6	0.019

Como la práctica señala flujo por espira es igual en todos los devanados

CUESTIÓN 1

En los libros de física se afirma que el campo en el interior de una bobina es uniforme. Someta a crítica esta afirmación basándose en los resultados obtenidos en el primer apartado. ¿ Qué características geométricas debe poseer la bobina para que esta afirmación se ajuste mejor a la realidad?

Consecuentemente con los resultados obtenidos en la práctica podemos afirmar que el campo en el interior de un solenoide con las características del de el laboratorio y a condiciones ambientales normales no es uniforme.

Según hemos comprobado a medida que la sonda se va introduciendo en la bobina los resultados del campo se acercan más a la realidad y mirando la gráfica adjunta, observamos lo mismo, por ello según mis criterios la bobina debería de ser con una longitud lineal menor, osea más corta.

CUESTIÓN 2

Si en la segunda parte se hubiera medido el campo en otro punto distinto del centro de la bobina, ¿ sería el campo también proporcional a la intensidad? Justifique la respuesta.

Si, aunque posiblemente tendría mayores errores, se supone inicialmente que el campo en toda la bobina es igual por lo que debe ser proporcional en todos los lugares del campo. Además se mide en un lugar constante, el campo puede que no sea el real pero va a seguir siendo proporcional porque según la fórmula inicialmente dada.

$$B = \mu \cdot N \cdot I / l$$

Si μ es una constante no va a variar, lo mismo ocurre con el parámetro N y l es cambiado a otro lugar de la bobina pero es invariable entonces el campo será proporcional a la intensidad.

CUESTIÓN 3

Si se pide diseñar una bobina en cuyo interior el campo sea exactamente de 1T, ¿qué características le daría? ¿ Podría generar con ella campos distintos de 1T?

Debería tener unas características de longitud y de intensidad así como de número de espiras que hicieran que el campo valiese las condiciones iniciales.

por ejemplo suponiendo que la constante dieléctrica del vacío coincida con $4 \cdot 10^{-6} \text{ T}$ la bobina tendría las siguientes condiciones:

N: 100 espiras

I: 1000 A

l: 0.4 m

$$B = 100 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 / 0.4 = 1$$

En caso de que variáramos cualquiera de las condiciones iniciales el campo sería diferente en el interior de la bobina.

CUESTIÓN 4

En casi todas las aplicaciones técnicas en las que se requiere campos magnéticos intensos se utilizan bobinas arrolladas en torno a un núcleo de hierro o material similar. Busque en algún texto las ventajas que aporta esta configuración frente a una bobina ordinaria.

En el texto consultado se dice que la fuerza de un solenoide aumenta mucho si el interior del arrollamiento se rellena con hierro dulce, y en menor grado si se rellena de níquel, cobalto, acero, u óxido de hierro magnético.

Esto se debe a que el hierro se imanta por el solenoide o que muestra magnetismo inducido, cuyos efectos se suman a los del arrollamiento. Beetz demostró que los átomos de hierro ya constituyen por si mismos

pequeños imanes naturales y que su ausencia de propiedades magnéticas en estado natural se debía a las neutralizaciones que entre ellos mismos había . Pero bajo la influencia de un campo magnético exterior , como pueda ser el del solenoide, tales imanes se alinean orientados en la dirección del solenoide sumando sus efectos en lugar de anularse.