

Practica N°4

- **Tema: Campos Magnéticos Uniformes.**

- **Armado del circuito:**

- **Fundamentación Teórica:**

Para obtener un campo magnético que no varíe con el tiempo, todo lo que hay que hacer es mantener constante la corriente que lo genera. ¿Pero como podemos conseguir un campo que sea uniforme en un volumen de espacio razonable? Se puede preparar un campo eléctrico uniforme en el espacio utilizando dos placas metálicas paralelas y próximas entre sí que poseían cargas iguales y opuestas. Con este dispositivo el campo eléctrico es constante entre las placas excepto en las proximidades de los bordes.

¿Servirá en este caso un sistema análogo? ¿Una lámina uniforme de corriente, semejante a la lámina uniforme de carga en el caso eléctrico daría lugar a un campo magnético uniforme? En efecto, en el caso de un campo magnético podremos curvar la lámina de corriente plana hasta darle forma de cilindro y todavía tendremos un campo eléctrico uniforme en su interior. En la práctica, la lámina de corriente está formada por un hilo largo arrollado uniformemente como una bobina cilíndrica de espiras próximas. El campo en su interior está dirigido a lo largo del eje de la bobina y es uniforme excepto en las proximidades de sus extremos.

Para obtener el campo magnético en el interior de esta bobina, o solenoide como se denomina corrientemente, podemos utilizar el teorema de la circulación. Consideremos el circuito formado por un rectángulo con uno de sus lados en el interior de la bobina y paralelo a su eje en donde el campo es B ; el rectángulo se completa en el exterior, donde el campo es muy débil. En el exterior no se aprecia sensiblemente el campo excepto en las proximidades de los extremos. Este lado, por lo tanto, no contribuye sensiblemente a la circulación. Tampoco lo hacen los otros dos lados más cortos, porque las líneas de campo son prácticamente perpendiculares a dichos segmentos y únicamente la componente del campo paralela a la trayectoria contribuye a la circulación. Así pues, casi toda la circulación procede de la longitud l del interior de la bobina. Se obtiene la conclusión, por consiguiente, de que la circulación alrededor del rectángulo es precisamente Bl .

Supongamos que atraviesan el rectángulo n vueltas de conductor. Entonces, según el teorema de Ampère la circulación de B a lo largo de la curva es $Bl = 2\pi nI$ y el campo interior es $B = 2\pi nI / l$. Es decir, depende únicamente del número de vueltas por unidad de longitud de la bobina, n/l , y de la corriente I . No depende la longitud ni del diámetro de la bobina en tanto n/l sea constante y la longitud de la bobina sea grande comparada con el diámetro. Si se desplaza el rectángulo hacia la derecha o hacia la izquierda (pero manteniéndolo alejado de los extremos) la corriente que lo atraviesa no varía, siempre que la bobina esté arrollada uniformemente. Lo mismo es válido para un desplazamiento del rectángulo hacia dentro o hacia fuera, arriba o abajo, con tal de que el segmento permanezca en el interior de la bobina. Así pues, de acuerdo con el teorema de Ampère, la circulación a lo largo del rectángulo no varía. Las líneas del campo son en todos los puntos al lado l . Por tanto, no solo es la circulación constante, sino que también lo es B en el interior de la bobina, excepto cerca de los extremos. Si hacemos $N = n/l$ (número de espiras por unidad de longitud de la bobina), la expresión para el campo dentro de la bobina es $B = 2\pi N I$.

Ahora bien, para determinar el valor de K en esta expresión, todo lo que necesitamos es realizar una medida del campo uniforme en un solenoide largo de N espiras por unidad de longitud por las que circula una corriente I . Esto puede hacerse con la balanza de corriente. El extremo de la balanza que lleva un trozo corto de conductor recto de longitud l' se coloca en el campo uniforme del solenoide. Con una corriente I en la

bobina y otra I' en las pilas de la balanza, se colocan distintas masas conocidas m en el extremo de la balanza exterior a la bobina hasta que se consigue el equilibrio. Entonces, como $F = I' B \ell$, el campo B en el interior de la bobina es $m g / I' \ell$. Igualando este valor de B con la expresión obtenida para B y utilizando el teorema de la circulación, resulta $m g / I' \ell = 2 \ell K N I$. Esto da para el valor de la constante: $K = \frac{m g}{2 I' \ell^2 N}$.

20000 I'

Cuando se realiza cuidadosamente esta experiencia se encuentra que el valor de K es $2,00 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$

Podemos ahora incluir el valor de la constante en las ecuaciones para la circulación, el campo alrededor de un conductor largo rectilíneo y el campo en el interior de un solenoide largo:

$$\text{Circulación} = (4 \pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) I$$

$$B_{\text{cond. Rectilíneo}} = (2 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) I/r$$

$$B_{\text{solenoid}} = (4 \pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) N I$$

Aquí I debe medirse en amperes y la longitud en metros; por lo tanto el campo B se obtiene en newtons/amp-m. Puede resultar extraño el que la constante de proporcionalidad, K , resulte un número sencillo como $2,00 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$. La razón se basa en las unidades escogidas, el ampere corresponde a $6,25 \times 10^{18}$ cargas elementales por segundo. Esto hizo que nuestra unidad coincidiese con el ampere absoluto que se determina normalmente haciendo que K sea exactamente 2×10^{-7} .

• **Tabla de datos (1)(Graf. 1y2):**

I (a)		tg	Bc = Bt tg ($\times 10^{-5}$)	tg = K (1/A) I	Bc = K ($\times 10^{-5}$T/A) I
0,1		0,30	0,59	3,0	5,9
0,2		0,58	1,2	2,9	6,0
0,3		0,84	1,7	2,8	5,7
0,4		1,09	2,2	2,7	5,5
0,5		1,30	2,6	2,6	5,2
0,6		1,57	3,1	2,6	5,2
0,7		1,80	3,6	2,6	5,1
0,8		2,14	4,3	2,7	5,4
0,9		2,41	4,8	2,7	5,3
1,0		2,75	5,5	2,8	5,5
				k = 2,7 °/A	k = 5,5x10⁻⁵ T/A

•

• **Calculos (1):**

Br Bc

Bt

$$T_g = \frac{B_c}{B_t} B_c = \frac{\mu_0 N I}{l}$$

$$B_t l$$

$$B_c = B_t \tan \theta_0 = \frac{B_c l}{l}$$

$$B_c = \frac{\mu_0 N I}{l}$$

$$l$$

$$\theta_0 = \frac{5,5 \times 10^{-5} \text{ T/A} \cdot 1,8 \times 10^{-2} \text{ m}}{1,0 \text{ A}}$$

$$B_t \tan \theta_0 = \frac{\mu_0 N I}{l} \cdot 1,0 \text{ A}$$

$$l$$

$$\tan \theta_0 = \frac{\mu_0 N}{l}$$

$$l \text{ Bt}$$

$$2,7 \text{ A}^{-1} = \frac{\mu_0 N}{l}$$

$$l \text{ Bt}$$

$$\theta_0 = \frac{2,7 \text{ A}^{-1} \cdot 1,8 \times 10^{-2} \text{ m}}{2 \times 10^{-5} \text{ T}}$$

$$10$$

• Tabla de datos (2)(Graf. 3y4):

N de V		tg	Bc =Bt tg (x10 ⁻⁵)	tg = K (1/A) N de V	Bc = K (x10 ⁻⁶ T/A) N de V
10		1,3	2,6	0,13	2,6
9		1,2	2,4	0,13	2,7
8		1,1	2,2	0,14	2,8
7		0,9	1,9	0,13	2,7
6		0,8	1,6	0,13	2,7
5		0,7	1,4	0,14	2,8
4		0,6	1,1	0,15	2,8
3		0,4	0,85	0,13	2,8
2		0,3	0,59	0,15	3,0
1		0,2	0,33	0,12	3,3
				k = 0,14 °/NdeV	k = 2,8x10 ⁻⁶ T/NdeV

• Calculos (2):

$$B_r B_c$$

Bt

$$T_g = B_c B_c = \mu_0 N I$$

Bt l

$$B_c = B_t \tan B_c = \mu_0 I$$

$$B_c = \mu_0 N I N l$$

l

$$\mu_0 = 2,8 \times 10^{-6} \text{ T } 1,8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$B_t \tan = \mu_0 N I 0,5 A$$

l

$$\tan = \mu_0 I$$

N l Bt

$$0,14 = \mu_0 I$$

l Bt

$$\mu_0 = 0,14 1,8 \times 10^{-2} \text{ m } 2 \times 10^{-5} \text{ T}$$

0,5A

• **Grafica (1):**

• **Grafica (2):**

• **Grafica (3):**

• **Grafica (4):**

• **Conclusión:**

ElCa

$$\mu_0 = 9,7 \times 10^{-8} \text{ Tm/A}$$

$$\mu_0 = 9,9 \times 10^{-8} \text{ Tm/A}$$

$$\mu_0 = 10,08 \times 10^{-8} \text{ Tm/A}$$

$$\mu_0 = 10,08 \times 10^{-8} \text{ Tm/A}$$

El Campo Magnético es directamente proporcional a la Intensidad de corriente y al Numero de Espiras e inversamente proporcional a la longitud del conductor.