

(1)

GUIA 10: Fuentes de campo magnético

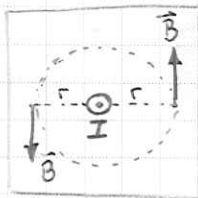
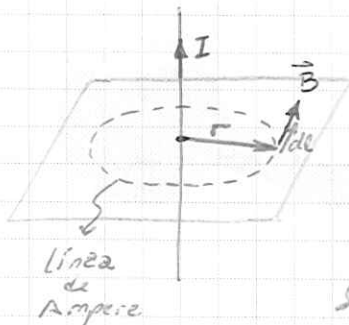
1) Ley de Ampere

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \cdot i_{\text{neto}}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \left[\frac{T \cdot m}{A} \right]$$

↓
permeabilidad magnética del vacío

Aplicación: Conductor infinitamente largo



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{\text{neto}}$$

$$\oint B dl \cos 0^\circ = \mu_0 \cdot I$$

$$B \oint dl = \mu_0 \cdot I$$

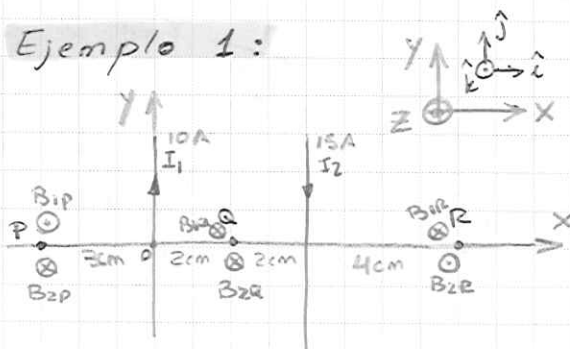
$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 \cdot I$$

$$B = \left(\frac{\mu_0}{2\pi} \right) \cdot \frac{I}{r}$$

$$2 \cdot 10^{-7}$$

⊙ saliente
⊗ entrante

Ejemplo 1:



a) Campo magnético en P

$$\vec{B}_{1P} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{0,03m} \hat{k} = (66,67 \mu T) \hat{k} \quad (\text{saliente})$$

$$\vec{B}_{2P} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{0,07m} \hat{k} = -(42,86 \mu T) \hat{k} \quad (\text{entrante})$$

$$\vec{B}_P = \vec{B}_{1P} + \vec{B}_{2P} = (23,81 \mu T) \hat{k}$$

b) Campo magnético en Q

$$\vec{B}_{1Q} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{0,02m} \hat{k} = -(100 \mu T) \hat{k}$$

$$\vec{B}_{2Q} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{0,02m} \hat{k} = -(150 \mu T) \hat{k}$$

$$\vec{B}_Q = \vec{B}_{1Q} + \vec{B}_{2Q} = -(250 \mu T) \hat{k}$$

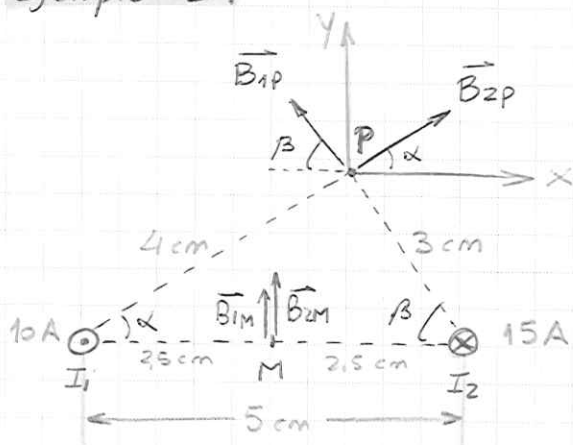
c) ¿En que punto sobre el eje x el campo magnético es nulo?

$$\|B_{1S}\| = \|B_{2S}\|$$

$$\frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{x_s} = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{0,04 + x_s} \Rightarrow x_s = ?$$

↓
lo tomo negativo.

Ejemplo 2:



a) Campo magnético en M

$$\vec{B}_{1M} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1}{0.025m} \hat{j} = (80\mu T) \hat{j}$$

$$\vec{B}_{2M} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_2}{0.025m} \hat{j} = (120\mu T) \hat{j}$$

$$\vec{B}_M = \vec{B}_{1M} + \vec{B}_{2M} = (200\mu T) \hat{j}$$

b) Campo magnético en P

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \arctan\left(\frac{3}{4}\right) \\ \beta = 90 - \alpha \end{array} \right.$$

$$\|B_{1P}\| = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{0.04m} = 50\mu T \quad ; \quad \|B_{2P}\| = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{0.03m} = 100\mu T$$

$$\vec{B}_{1P} = [-(50 \cos \beta) \hat{i} + (50 \sin \beta) \hat{j}] \mu T$$

$$\vec{B}_{2P} = [(100 \cos \alpha) \hat{i} + (100 \sin \alpha) \hat{j}] \mu T$$

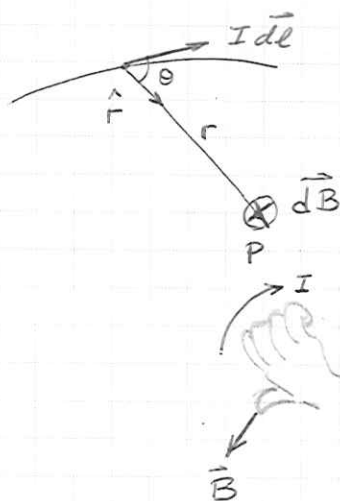
$$\vec{B}_P = B_{Px} \hat{i} + B_{Py} \hat{j} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \|B_P\| = \sqrt{B_{Px}^2 + B_{Py}^2} \\ \gamma = \arctan\left(\frac{|B_{Py}|}{|B_{Px}|}\right) \end{array} \right.$$

2) Ley de Biot-Savart

$$\vec{dB} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

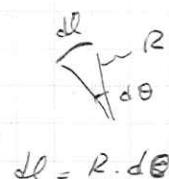
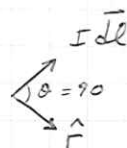
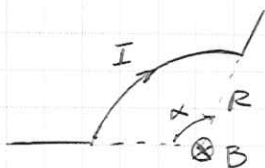
$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I dl \cdot \sin \theta}{r^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I dl \sin \theta}{r^2}$$



(2)

Aplicación 1: Sector de espira circular



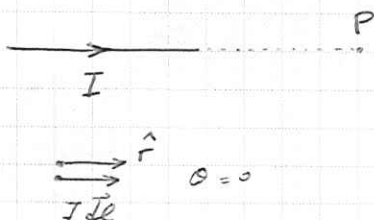
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \, dl \, \sin 90^\circ}{R^2}$$

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_0^\alpha \frac{I \cdot R \, d\theta}{R^2} \Rightarrow$$

$$B = \frac{\mu_0 I \alpha}{4\pi R}$$

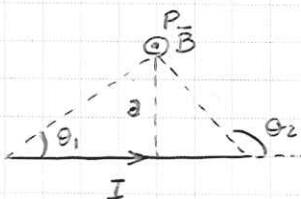
Aplicación 2: Conductor de longitud finita

a) Sobre el eje:



$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \, dl \, \sin 0}{r^2} = 0$$

b) en un punto cualquiera:



$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

Aplicación 3: Espira circular

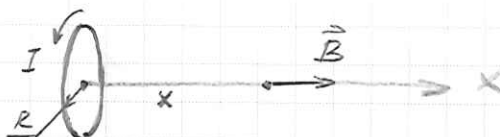
a) En el centro:

$$B = \frac{\mu_0}{2} \frac{I}{R}$$

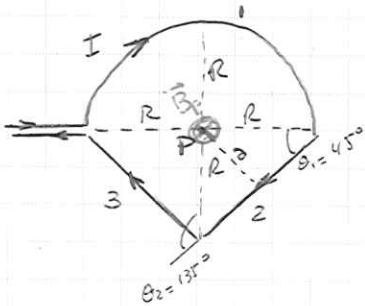


b) sobre el eje:

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



Ejemplo:



$$R = 10 \text{ cm}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

Hallar \vec{B}_p

$$\vec{B}_1 = -\left(\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{R} \pi\right) \hat{k}$$

$$\vec{B}_2 = -\left[\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a} (\cos 45^\circ - \cos 135^\circ)\right] \hat{k}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{a}{R}$$

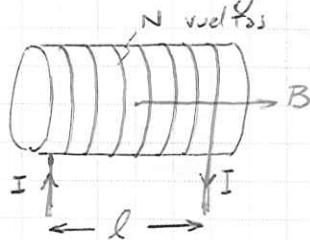
$$a = R \cdot \sin 45^\circ$$

$$\vec{B}_3 = \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_p = \vec{B}_1 + 2\vec{B}_2$$

3) Otras fuentes de campo magnético

a) Solenoide largo:



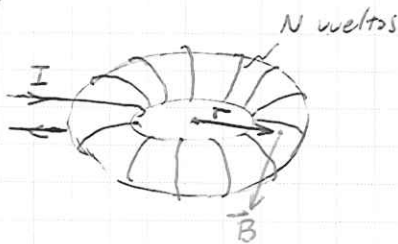
Centro:

$$B = \frac{\mu_0 N I}{l} = \mu_0 n \cdot I$$

densidad
línea de vueltas

extremo: $B = \frac{1}{2} \mu_0 n I$

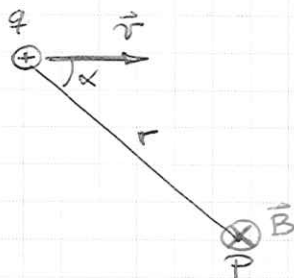
b) Toroide



$$B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$

$$(r_{\text{int}} < r < r_{\text{ext}})$$

c) Carga en movimiento



$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{q \cdot v \cdot \sin \alpha}{r^2}$$

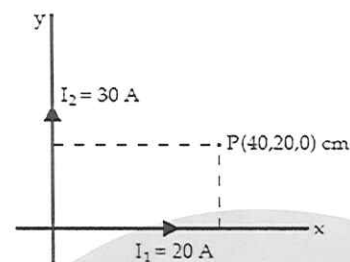


GUIA 10 - FUENTES DE CAMPO MAGNÉTICO

3

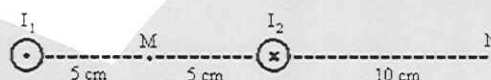
1) Dos alambres rectos y largos conducen corrientes $I_1 = 20 \text{ A}$ en la dirección positiva de x e $I_2 = 30 \text{ A}$ en la dirección positiva de y . Calcule el campo magnético B en el punto $(40, 20, 0) \text{ cm}$.

Rta: $\vec{B}_P = (5\hat{k}) \mu\text{T}$



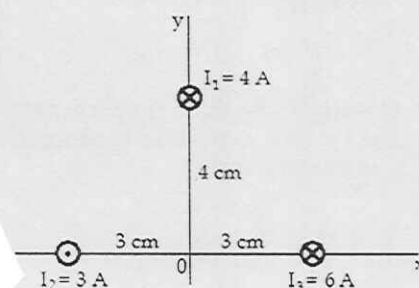
2) Para el arreglo de conductores infinitamente largos y paralelos mostrado, sabiendo que $I_1 = 4 \text{ A}$ e $I_2 = 3 \text{ A}$, se pide:
a) calcular el campo magnético en los puntos M y N y b) ¿Qué valor de corriente I_1 hace que el campo en N sea nulo?

Rta: a) $\vec{B}_M = (28\hat{j}) \mu\text{T}$; $\vec{B}_N = (-2\hat{j}) \mu\text{T}$ b) $I_1 = 6 \text{ A}$



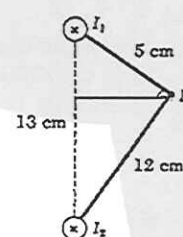
3) En el arreglo de conductores largos paralelos de la figura, calcular el campo en el origen del sistema de coordenadas, sabiendo que $I_1 = 4 \text{ A}$, $I_2 = 3 \text{ A}$ e $I_3 = 5 \text{ A}$. Expresar el resultado en coordenadas rectangulares y polares (módulo y ángulo).

Rta: $\vec{B}_O = (-20\hat{i} + 60\hat{j}) \mu\text{T}$
 $||B_O|| = 63,25 \mu\text{T}$; $\theta_{B_O} = 108,4^\circ$



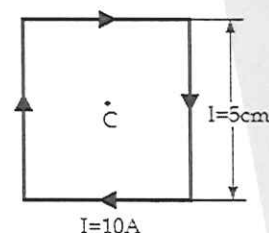
4) Dos conductores largos paralelos llevan corrientes $I_1 = 3 \text{ A}$ e $I_2 = 5 \text{ A}$, ambas dirigidos hacia el interior de la página, como muestra la figura. Los conductores están separados por una distancia de 13 cm. Determine la magnitud y la dirección del campo magnético resultante en el punto P, medida respecto de la horizontal.

Rta: $14,6 \mu\text{T}$ a $282,1^\circ$



5) Calcular el campo magnético en el centro C de una espira cuadrada de 5 cm de lado por la que circula una corriente en el sentido indicado de 10 A.

Rta: $\vec{B}_C = (-226,3\hat{k}) \mu\text{T}$

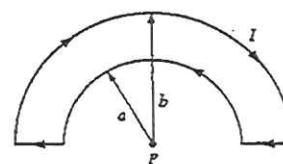


6) Suponga que se corta el alambre del problema anterior, se lo endereza y se confecciona una espira circular. Si la misma corriente circula por la nueva espira, calcule el campo magnético en el centro de la misma. Ayuda: Tenga en cuenta que el perímetro de una circunferencia es $2\pi R$.

Rta: $\vec{B}_C = (-197,4\hat{k}) \mu\text{T}$

7) Calcule el campo magnético en un punto P localizado en el centro de las espiras concéntricas de radios $a = 5 \text{ cm}$ y $b = 8 \text{ cm}$, sabiendo que una corriente $I = 2 \text{ A}$ se mantiene en el circuito de la espira.

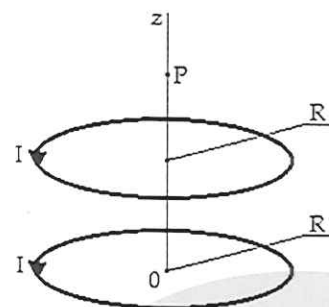
Rta: $\vec{B}_P = (9,425\hat{k}) \mu\text{T}$





8) Dos espiras conductoras iguales de radio R tienen su centro sobre el eje z , una de ellas contenida sobre el plano $z=0$ y la otra en el plano $z=R$. Ambas están siendo recorridas por un corriente I en sentido contrario a las agujas del reloj como muestra la figura. Expresar:

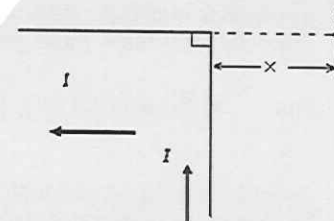
- a) El campo magnético en un punto P sobre el eje z ($P=(0,0,z)$).
b) ¿En que puntos sobre el eje z el campo magnético se anula?



Rta: a) $\vec{B}_P = \frac{\mu_0 I R^2}{2} \left\{ \frac{1}{(z^2 - R^2)^{3/2}} - \frac{1}{[(z-R)^2 + R^2]^{3/2}} \right\} \hat{k} \mu T$

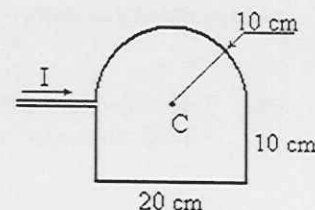
b) $z = R/2$

9) Determine la magnitud del campo en el punto P que está a una distancia x de la esquina de un alambre infinitamente largo que hace un ángulo recto, como se muestra en la figura, cuando $I = 5$ A y $x = 10$ cm.



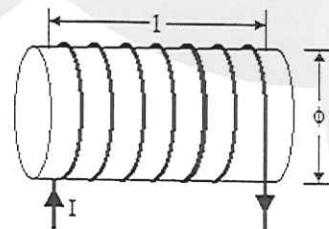
Rta: $\vec{B}_P = (-5\hat{k}) \mu T$

9) Para el arreglo de la figura, halle el campo magnético en el punto C , sabiendo que $I = 10$ A. Desprecie la separación entre los conductores paralelos que llegan y salen del arreglo



Rta: $\vec{B}_P = (-59,70\hat{k}) \mu T$

10) Un solenoide de 30 cm de longitud tiene un diámetro de 0,80 cm y un total de 2000 vueltas distribuidas uniformemente en toda su longitud como muestra la figura. ¿Cuál es la intensidad del campo magnético en el centro del solenoide si por él circula una corriente de 600 mA?



Rta: 5,027 mT

11) ¿Qué corriente se requiere en el devanado de un solenoide que tiene 1000 vueltas uniformemente distribuidas sobre su longitud de 0,4 m para producir un campo magnético de intensidad $100 \mu T$ en su centro?

Rta: 0,0318 A

12) Un devanado toroidal tiene un total de 400 vueltas sobre un núcleo de permeabilidad magnética igual a la del vacío, de radio interno 4 cm y radio externo 6 cm. Calcule la magnitud del campo magnético en un punto medio entre la pared interna y externa del núcleo si la corriente por el devanado es de 0,5 A.

Rta: 800 μT

13) Una carga de $5 \mu C$ se mueve a lo largo del eje x en sentido positivo con una velocidad constante de 10^6 m/s. Hallar el campo magnético en el punto P (4,3,0) cm cuando la carga se encuentra en:

- a) el origen del sistema de coordenadas (0,0,0),
b) en un punto tal que el campo magnético en P es máximo.

Rta: a) $\vec{B}_P = (120,0\hat{k}) \mu T$

b) $\vec{B}_{max P} = (555,6\hat{k}) \mu T$ cuando q está en (4,0,0).

