

Ejercicios sobre corrientes eléctricas paralelas

Ejercicio resuelto N° 1

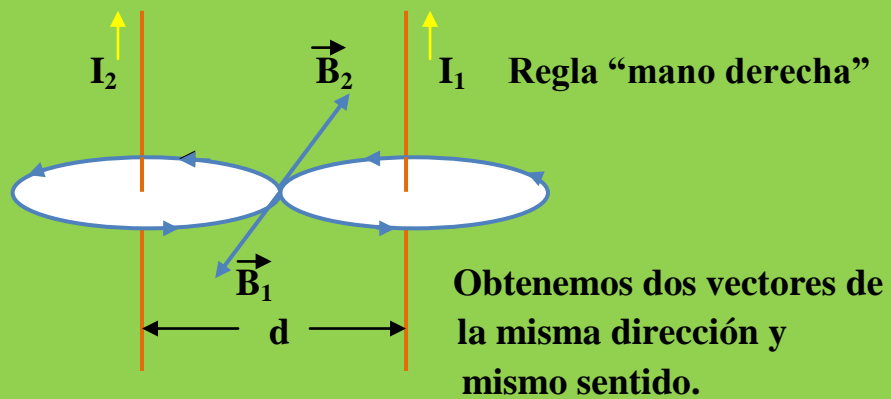
Por dos conductores rectilíneos paralelos, separados una distancia de 45 cm, en donde el más pequeño de ambos mide 60 cm pasan corrientes de intensidad 5 y 7 A del mismo sentido. Trabajando en el aire determinar:

- Campo creado en el punto medio de la distancia que une los dos conductores.
- Naturaleza de las fuerzas que se ejercen mutuamente y su valor.

NOTA: Realizar un esquema del fenómeno electromagnético que estamos estudiando.

Resolución

a)



$$B_T = B_{mayor} - B_{menor}$$

$$I_1 = 7 \text{ A}$$

$$I_2 = 5 \text{ A}$$

$$d = 45 \text{ cm} \cdot 1 \text{ m} / 100 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Punto medio} = \frac{1}{2} 0,45 \text{ m} = 0,225 \text{ m}$$

$$\mu \approx \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$$

EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS

Calculemos los campos B_1 y B_2 :

$$B_1 = \mu_0/2\pi \cdot I_1/a ; B_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}/2\pi \cdot 7 \text{ A} / 0,225 \text{ m} = 62,2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$B_2 = \mu_0/2\pi \cdot I_2 / a ; B_2 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A}/2\pi \cdot 5 \text{ A} / 0,225 \text{ m} = 44,4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

Nos vamos a la ecuación:

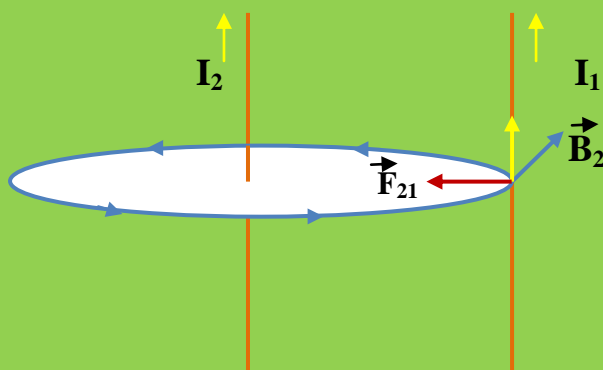
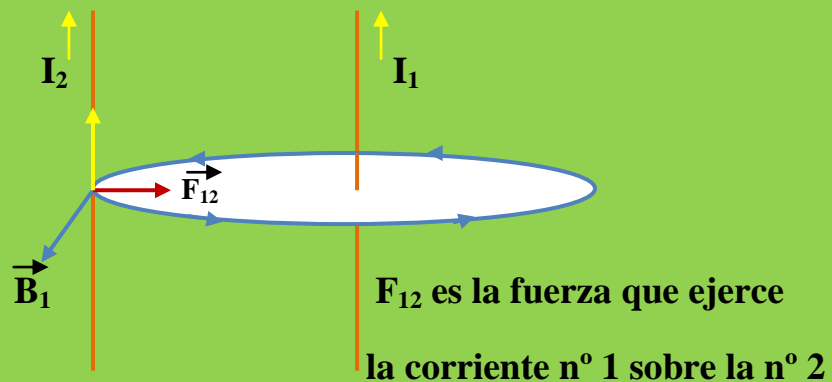
$$B_T = B_{\text{mayor}} - B_{\text{menor}}$$

y sustituimos valores:

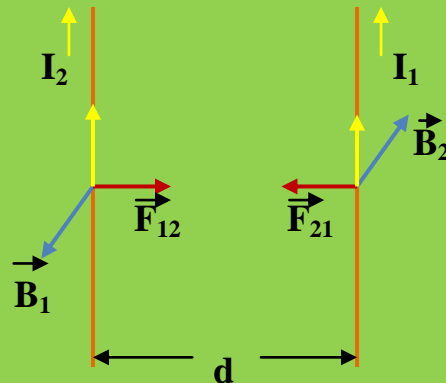
$$B_T = 62,2 \cdot 10^{-7} \text{ T} - 44,4 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$B_T = (62,2 - 44,4) \text{ T} \cdot 10^{-7} = 17,8 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

b)



EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS



Se trata de FUERZAS ATRACTIVAS. Su valor:

Tomaremos como valor de la longitud de los conductores la correspondiente al conductor más pequeño:

$$60 \text{ cm} \cdot 1 \text{ m}/100 \text{ cm} = 0,60 \text{ m}$$

$$F_{12} = F_{21} = F = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 / d \cdot L$$

$$F = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 / 2\pi \cdot 7 \text{ A} \cdot 5 \text{ A} / 0,45 \text{ m} \cdot 0,60 \text{ m}$$

$$F = 93,3 \cdot \text{N} \cdot \text{A}^2 \cdot \text{m} / \text{A}^2 \cdot \text{m} = 93,3 \text{ N}$$

Ejercicio resuelto nº 2

Dos corrientes paralelas y de sentido contrario, separadas entre sí una distancia de 150 cm tienen de intensidades 8 y 15 A respectivamente. Calcular:

- Campo magnético resultante en el punto medio de la línea que las une.
- Fuerza por unidad de longitud que se ejercen mutuamente.

Resolución



EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS

b)

Recordemos que $F_{12} = F_{21} = F = \mu_0/2\pi \cdot (I_1 \cdot I_2/d) \cdot L$

d = Distancia entre conductores

L = longitud de los conductores

La fuerza por unidad de longitud podemos deducirla de la ecuación anterior:

$$F/L = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2/d$$

$$F/L = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2/2\pi \cdot 8 \text{ A} \cdot 15 \text{ A} / 1,5 \text{ m}$$

$$F/L = 160 \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^2/\text{A}^2 \cdot \text{m} = 160 \cdot 10^{-7} \text{ N/m}$$

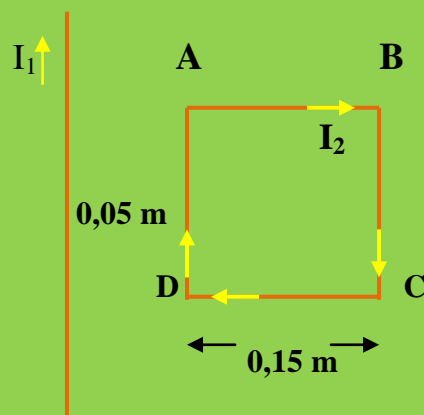
Ejercicio resuelto nº 3

Sea un conductor rectilíneo de longitud infinita por el que circula una corriente de 10 A. Una espira cuadrada de lado 15 cm está colocada con dos lados paralelos al conductor y a una distancia mínima de 5 cm. Por la espira circula una intensidad de 0'2 A. Determinar:

a) Módulo dirección y sentido del campo magnético creado por el conductor rectilíneo en cada uno de los lados de la espira paralelos al conductor.

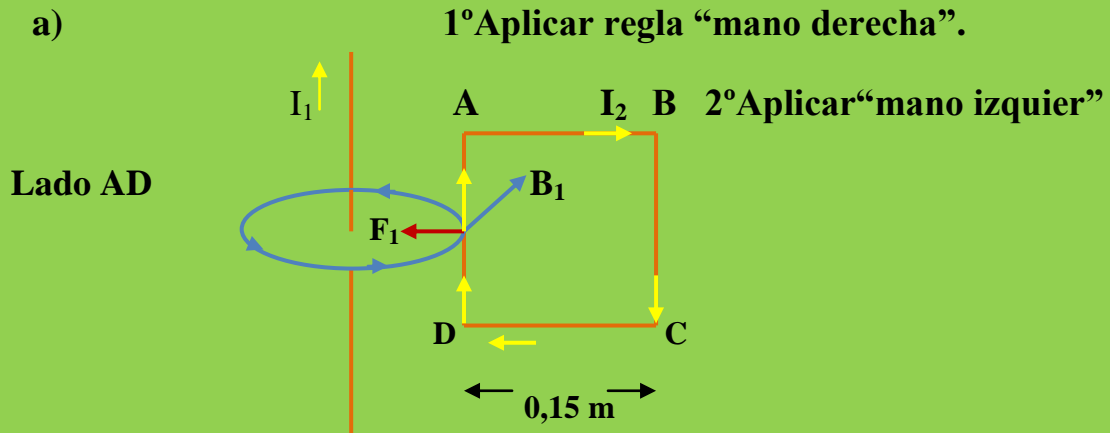
b) Módulo, dirección y sentido de la fuerza sobre cada uno de esos lados.

Resolución



EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS

El enunciado del ejercicio no dice nada acerca de los sentidos de las corriente lo cual hace que el ejercicio sea muy abierto y se pueda plantear varias situaciones. Elijo la opción del dibujo anterior.

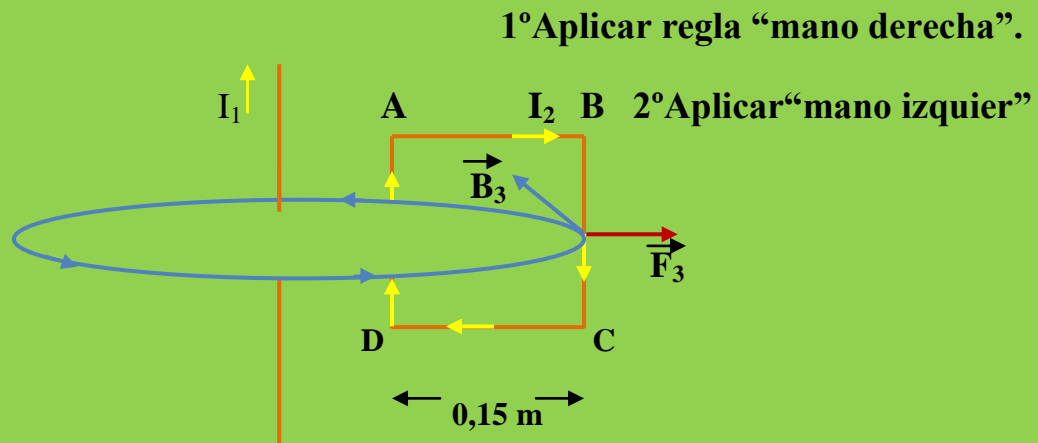


$$B_1 = \mu_0 / 2\pi \cdot I_1 / a = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A} / 2\pi \cdot 10 \text{ A} / 0,05 \text{ m} = 400 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$F_1 = \mu_0 / 2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 / a \cdot L$$

$$F_1 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 / 2\pi \cdot 10 \text{ A} \cdot 0,2 \text{ A} / 0,05 \text{ m} \cdot 0,15 = 12 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

Lado BC:



El valor de B_3 :

$$B_3 = \mu_0 / 2\pi \cdot I_2 / (0,05 + 0,15) \text{ m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A} / 2\pi \cdot 0,2 \text{ A} / 0,20 \text{ m} = 2 \text{ T}$$

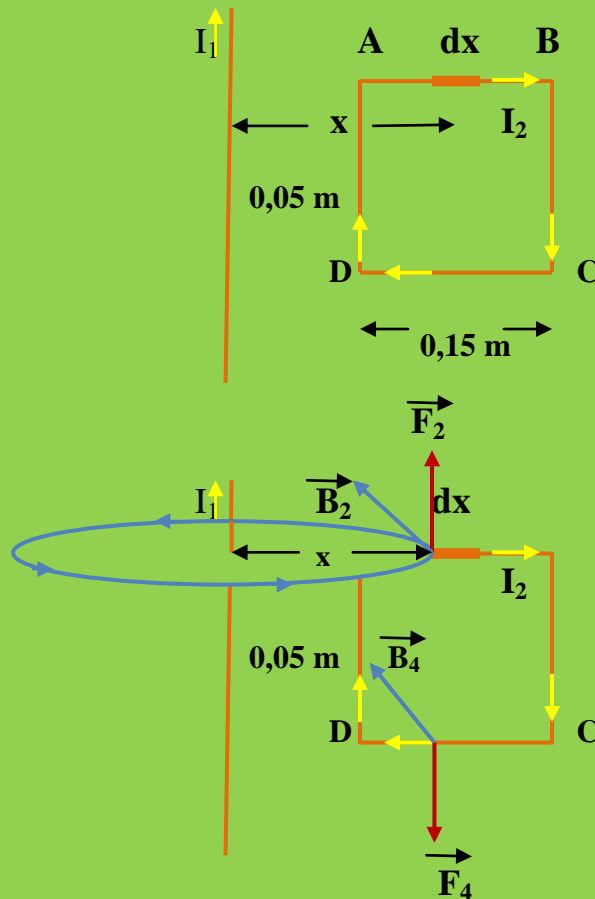
$$F_3 = \mu_0 / 2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 / (0,05 + 0,15) \cdot L$$

$$F_3 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 / 2\pi \cdot 10 \text{ A} \cdot 0,2 \text{ A} / 0,20 \text{ m} \cdot 0,15 \text{ m}$$

$$F_3 = 3 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS

Los lados AB y DC (a los dos lados le ocurre exactamente lo mismo) nos plantean el problema de que la distancia al conductor está variando continuamente. Tendremos que establecer un elemento de longitud y después integral para obtener el campo magnético y la fuerza:



El valor de B_2 y B_4 son exactamente iguales:

$$B_2 = B_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1/x$$

El valor de estos campos dependerá del valor de “x” comprendido entre 0,05 m y 0,15m.

Al actuar el conductor sobre un elemento de longitud (dx), longitud extremadamente pequeña, la fuerza que ejercerá dicho conductor también será extremadamente pequeña (dF). Su valor:

$$dF_2 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2/x \cdot dx$$

EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS

Para obtener la fuerza que actúa sobre todo el lado AB y DC procedemos a la integración de la ecuación anterior:

$$\int_{0,05}^{(0,05+0,15)} dF_2 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 / x \cdot dx$$

En el miembro de la derecha podemos sacar de la integral todo aquello que sea constante:

$$F_2 = F_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 \int_{0,05}^{(0,05+0,15)} 1/x \cdot dx$$

$$F_2 = F_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 \left[\text{Ln } x \right]_{0,05}^{0,2}$$

$$F_2 = F_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 (\text{Ln } 0,2 - \text{Ln } 0,05)$$

La diferencia de Ln procede del Ln de un cociente:

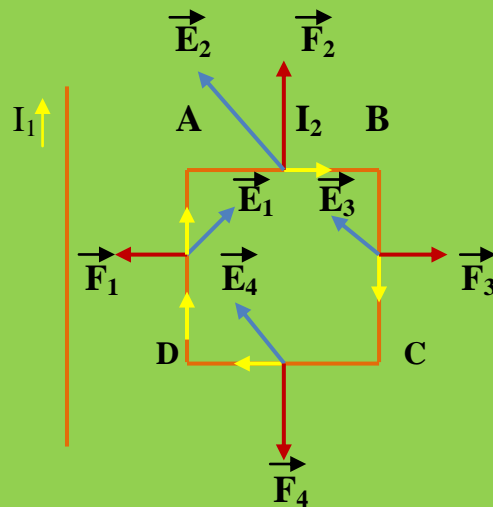
$$F_2 = F_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \text{Ln } 0,2/0,05$$

$$F_2 = F_4 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2/2\pi \cdot 10 \text{ A} \cdot 0,2 \text{ A} \cdot 54,6 = 218,4 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

El esquema final podría quedar de la forma:

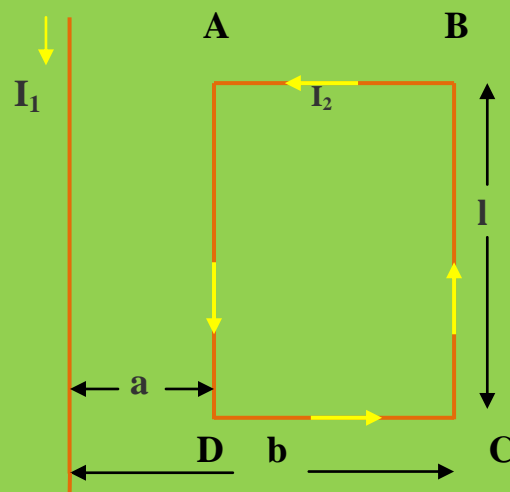


EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS



Ejercicio resuelto nº 4

Dado el esquema siguiente:



DATOS: $I_1 = 40 \text{ A}$; $I_2 = 15 \text{ A}$; $l = 20\text{cm}$; $a = 10 \text{ cm}$; $b = 25 \text{ cm}$

Determinar los campos magnéticos y las fuerzas que origina el conductor rectilíneo sobre cada uno de los lados de la espira.

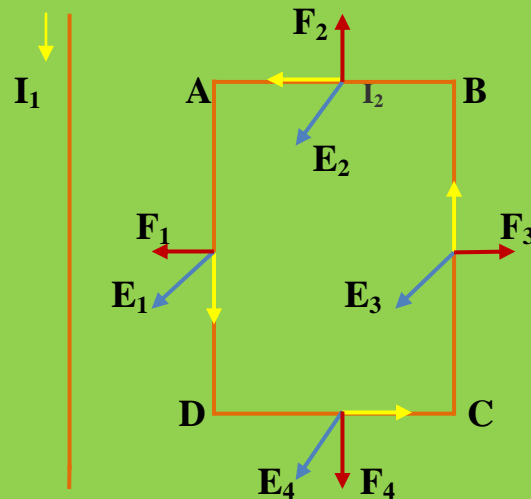
Resolución

En el ejercicio anterior los sentidos de los vectores campo y fuerza han sido demostrados. En este ejercicio haremos esta operación directamente siguiendo las normas:

- a) Aplicar la regla de la “mano derecha” para determinar el sentido del vector campo.

EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS

- b) Aplicar la regla de la “mano izquierda” para determinar el sentido del vector fuerza. La regla de la “mano izquierda es a veces difícil de aplicar, ayúdaros del sentido de la intensidad.



Lado AD:

$$E_1 = \mu_0/2\pi \cdot I_1/a = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A} / 2\pi \cdot 40 \text{ A}/0,10 \text{ m} = 800 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$F_1 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2/a \cdot l = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2/2\pi \cdot 40 \text{ A} \cdot 15 \text{ A}/0,10 \text{ m} \cdot 0,20 \text{ m} = 2400 \cdot 10^{-7} \text{ N} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

Lado BC:

$$E_3 = \mu_0/2\pi \cdot I_1/b = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}/2\pi \cdot 40 \text{ A}/0,25 \text{ m} = 320 \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

$$F_3 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2/b \cdot l = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2/2\pi \cdot 40 \text{ A} \cdot 15 \text{ A}/0,25 \text{ m} \cdot 0,20 \text{ m} = 960 \cdot 10^{-7} \text{ N} = 9,6 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

Lado AB y DC:

$$E_2 = E_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1/x = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}/2\pi \cdot 40 \text{ A}/x = 80 \cdot 10^{-7}/x \text{ T}$$

El valor de los campos E2 y E3 dependerá del valor que tenga “x” que estará entre 0,10 y 0,20 m.

$$dF_2 = dF_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2/x \cdot dx$$

$$\int dF_2 = \int dF_4 = \int_a^b \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2/x \cdot dx$$

EJERCICIOS Y PROBLEMAS RESUELTOS SOBRE DOS CORRIENTES ELÉCTRICAS PARALELAS

$$F_2 = F_4 = \mu_0/2\pi \cdot I_1 \cdot I_2 \int_{a=0,10}^{b=0,25} 1/x \cdot dx$$

$$F_2 = F_4 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2/2\pi \cdot 40 \text{ A} \cdot 15 \text{ A} \left[\text{Ln} \right]_{0,10}^{0,25}$$

$$F_2 = F_4 = 1200 \cdot 10^{-7} \text{ N} (\text{Ln } 0,25 - \text{Ln } 0,10) =$$

$$\begin{aligned} F_2 = F_4 &= 1200 \cdot 10^{-7} \text{ N Ln } 0,25/0,10 = \\ &= 1200 \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot 2,5 = 3000 \cdot 10^{-7} \text{ N} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

----- **O** -----