

# CANTABRIA 2018

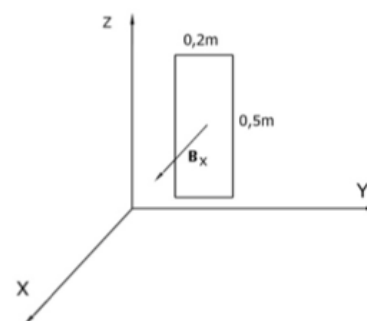
## OPCIÓN 2 · EJERCICIO 3

R. ALCARAZ DE LA OSA · J. SÁNCHEZ MAZÓN

Un conductor rectangular se desplaza en el plano ZY. Calcular la intensidad que circula por el circuito, si tiene una resistencia de  $2\ \Omega$ , en los casos siguientes:

- Se desplaza con velocidad uniforme de  $2\ \hat{j}\text{ m/s}$  y en toda la región existe un campo magnético uniforme  $\vec{B} = 6\ \hat{i}\text{ T}$ .
- Se desplaza con velocidad uniforme de  $2\ \hat{j}\text{ m/s}$  y en toda la región existe un campo magnético  $\vec{B} = (6 - y)\ \hat{i}\text{ T}$ .
- Al cabo de 100 s si existe un campo magnético  $\vec{B} = (6 - y)\ \hat{i}\text{ T}$  y el conductor se desplaza con aceleración de  $2\ \hat{j}\text{ m/s}^2$ .
- Determina en todos los casos el sentido de la f.e.m. inducida.

Inicialmente el lado izquierdo del conductor coincide con el eje OZ.



### Solución

Para determinar la intensidad que circula por el circuito hacemos uso de la LEY DE OHM:

$$\mathcal{E} = I \cdot R \rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

donde, de acuerdo a la LEY DE FARADAY-LENZ:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

será la f.e.m. inducida en cada caso<sup>1</sup>,  $I$  la intensidad y  $R = 2\ \Omega$  la resistencia. El flujo magnético,  $\Phi$ , se calcula en general como la integral de superficie:

$$\Phi = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iint_S B dS \cos \theta,$$

donde  $\vec{B}$  es el vector campo magnético y  $d\vec{S}$  el diferencial de superficie (ver figura 1).

- Como el campo magnético es uniforme en toda la región, no se produce ninguna variación de flujo magnético (es constante) por lo que su derivada temporal será nula y también la f.e.m. inducida:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(\iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S})}{dt} = -\frac{d(\iint_S B dS \cos \theta)}{dt} = 0$$

$$I = 0$$

<sup>1</sup> Notar el signo – que indica que el sentido de la f.e.m. inducida es tal que su efecto se opone al campo magnético (causa) que la produce.

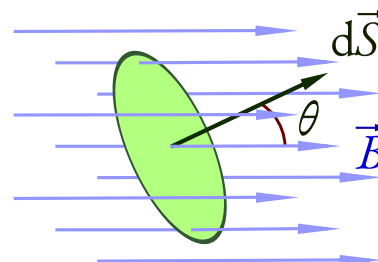


Figura 1: Flujo magnético a través de una espira. Adaptada de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FlujoMagnetico.svg>.

- b) En este caso el campo magnético varía a medida que la espira se desplaza en la dirección  $y$ , por lo que el flujo magnético a través de ella también lo hará<sup>2</sup>. Calculamos lo primero el flujo magnético  $\Phi$ :

<sup>2</sup> Notar que el campo magnético  $\vec{B}$  disminuye hasta  $y = 6$  m, posición a partir de la cual cambia de sentido.

$$\Phi = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_y^{y+0.2} (6-y) \cdot 0.5 dy = 0.5 \left[ 6y - \frac{y^2}{2} \right]_y^{y+0.2} = \dots = 0.59 - 0.1y$$

La f.e.m. inducida será:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(0.59 - 0.1y)}{dt} = -\frac{d(BS \cos \theta)}{dt} = 0.1 \frac{dy}{dt} = 0.1v$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{0.1v}{R} = \frac{0.1 \cdot 2}{2} = 0.1 \text{ A}$$

- c) En este caso la f.e.m. inducida depende del tiempo, ya que la velocidad a la que se mueve la espira no es constante como en b). Aún así nos piden la intensidad que circula por el circuito a los 100 s, por lo que:

$$\mathcal{E}(t) = \dots = 0.1v(t),$$

donde  $v(t) = v_0 + at = 2t$   $\hat{a}$  asumiendo un MRUA ( $a$  constante).

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}(t)}{R} = \frac{0.1v(t)}{R} = \frac{0.1 \cdot 2t}{2} = 0.1t$$

$$I(100 \text{ s}) = 10 \text{ A}$$

- d) En el apartado a) no circula intensidad por el conductor. Tanto en el apartado b) como en el c) nos encontramos con que el campo magnético disminuye hasta  $y = 6$  m para después aumentar pero cambiando de signo. De acuerdo a la LEY DE LENZ, la corriente que circula por la espira deberá crear un campo magnético tal que *contrarreste* la variación de flujo sufrida por la espira. Como el flujo está disminuyendo hasta  $y = 6$  m, la espira creará un campo que haga que aumente el flujo, por lo que la intensidad girará en **SENTIDO ANTIHORARIO** (campo magnético hacia afuera —sentido  $+x$ — de acuerdo a la REGLA DEL SACACORCHOS). Para  $y > 6$  m el campo magnético aumenta pero esta vez está dirigido hacia dentro, pues es negativo ( $-\hat{i}$ ). Aplicando de nuevo la LEY DE LENZ vemos que la intensidad deberá seguir circulando en SENTIDO ANTIHORARIO para oponerse al aumento de flujo.