INDUCCIÓN FCA 12 ANDALUCÍA

1. A una espira circular de 5 cm de radio, que descansa en el plano XY, se le aplica durante el intervalo de tiempo de t = 0 a t = 5 s un campo magnético $\vec{B} = 0{,}1t^2\,\vec{k}\ \mathrm{T}$ donde t es el tiempo en segundos.
a) Calcule el flujo magnético que atraviesa la espira y represente gráficamente la fuerza electromotriz inducida en la espira en función del tiempo.
b) Razone cómo cambiaría la fuerza electromotriz inducida en la espira si: i) el campo magnético fuera $\vec{B} = (2 - 0{,}01t^2)\,\vec{k}\ \mathrm{T}$; ii) la espira estuviera situada en el plano XZ.

2. a) Fuerza electromotriz inducida. Ley de Lenz-Faraday.
b) Una espira se encuentra en reposo en el plano horizontal, en un campo magnético vertical y dirigido hacia arriba. Indique en un esquema el sentido de la corriente que circula por la espira si: i) aumenta la intensidad del campo magnético; ii) disminuye dicha intensidad.

3. Una espira de 0,1 m de radio gira a 50 rpm alrededor de un diámetro en un campo magnético uniforme de 0,4 T y dirección perpendicular al diámetro. En el instante inicial el plano de la espira es perpendicular al campo.
a) Escriba la expresión del flujo magnético que atraviesa la espira en función del tiempo y determine el valor de la f.e.m. inducida.
b) Razone cómo cambiarían los valores máximos del flujo magnético y de la f.e.m. inducida si se duplicase la frecuencia de giro de la espira.

INDUCCIÓN FCA 12 ANDALUCÍA

1.- a) r = 0,05 m B = 0,1 t^2 T S = π r^2 = 7,85 · 10^{-3} m^2

El flujo magnético se define como el producto escalar entre el campo magnético y el vector superficie de la espira

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\theta$$

como el campo magnético es de dirección normal al plano de la espira θ = 0º y por lo tanto cos θ = 1

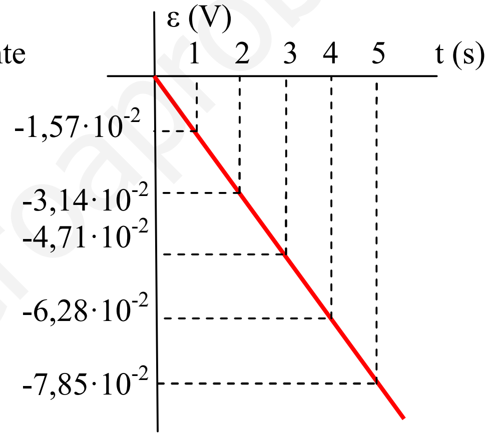
$$\Phi_m = B \cdot S = 0{,}1t^2 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3}\ Wb = 7{,}85 \cdot 10^{-3} t^2\ Wb$$

Calculamos primero la expresión de la f.e.m. en función del tiempo

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -1{,}57 \cdot 10^{-2} t\ V$$

realizamos la tabla y la gráfica correspondiente

t (s)	ε (V)
0	0
1	-1,57·10^{-2}
2	-3,14·10^{-2}
3	-4,71·10^{-2}
4	-6,28·10^{-2}
5	-7,85·10^{-2}



b) i) Calculamos el nuevo flujo magnético ($\vec{B} = (2 - 0{,}01t^2)\vec{k}$ T), como el campo magnético es de dirección normal al plano de la espira θ = 0º y por lo tanto cos θ = 1

$$\Phi_m = B \cdot S = (2 - 0{,}01t^2) \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3}\ Wb = 1{,}57 \cdot 10^{-2} - 7{,}85 \cdot 10^{-4} t^2\ Wb$$

Calculamos la nueva expresión de la f.e.m.

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -1{,}57 \cdot 10^{-3} t\ V$$

ii) Si la espira estuviera situada en el plano XZ, como el campo magnético es de la misma dirección que el plano de la espira, θ = 90º y por lo tanto cos θ = 0, en consecuencia, el flujo magnético sería, constantemente, cero y no se induciría corriente eléctrica.

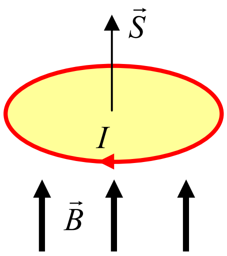
INDUCCIÓN FCA 12 ANDALUCÍA

2.- a) Ver teoría

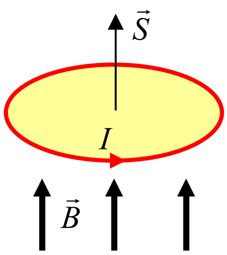
b) Dado que el campo magnético es perpendicular al plano de la espira el vector superficie y el campo son siempre paralelos ($\theta = 0º$), el flujo que atraviesa la espira viene dado por la siguiente expresión

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS\cos\theta = BS$$

al aumentar o disminuir la intensidad del campo magnético B cambia el flujo y por lo tanto se induce una fuerza electromotriz en la espira.
i) Si aumenta la intensidad del campo magnético

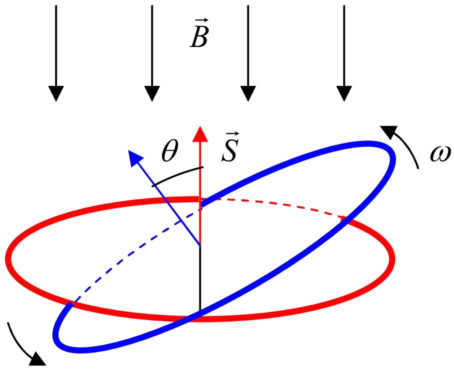


Como vemos en la figura, la corriente inducida es de sentido horario, esto es debido a que al aumentar la intensidad del campo magnético en sentido vertical ascendente, aumenta el flujo magnético en el mismo sentido, con lo que según la ley de Lenz el sentido de la corriente inducida es tal que el campo magnético creado por dicha corriente tiende a oponerse a la variación del flujo magnético que la ha originado, es decir la corriente inducida ha de crear un campo magnético en sentido vertical descendente y para ello ha de girar en sentido horario.
ii) Si la intensidad del campo disminuyese en lugar de aumentar, la fuerza electromotriz cambiaría de signo, lo que significa que el sentido de la corriente inducida ahora sería antihorario como puede apreciarse en la siguiente figura



INDUCCIÓN FCA 12 ANDALUCÍA

3.- a) $r = 0{,}1\ m$ $\omega = 50\,rpm = \frac{5}{3}\pi\,rad\,s^{-1}$ $B = 0{,}4\,T$



Como inicialmente los vectores $\vec{B}$ y $\vec{S}$ son paralelos, no hay fase inicial, por lo tanto la expresión del ángulo en función del tiempo es $\theta = \omega \cdot t$.
Al ser la espira circular, $S = \pi \cdot r^2$, de esta manera nos queda la siguiente expresión para el flujo en función del tiempo

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = B \cdot S \cdot \cos\theta = B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

sustituyendo los datos del ejercicio

$$\Phi = 4 \cdot 10^{-3}\pi \cdot \cos\left(\frac{5}{3}\pi t\right)\ Wb$$

para calcular la fuerza electromotriz inducida utilizamos la ley de Faraday

$$\varepsilon_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = 4 \cdot 10^{-3}\pi \cdot \frac{5}{3}\pi \cdot sen\left(\frac{5}{3}\pi t\right) = 6{,}67 \cdot 10^{-3}\pi^2 \cdot sen\left(\frac{5}{3}\pi t\right)\ V$$

b) La expresión del flujo es $\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$, su valor es máximo cuando el coseno vale 1, por lo tanto, $\Phi_{\max} = B \cdot S$, vemos que el flujo máximo no depende de la frecuencia de giro de la espira.
La expresión de la f.e.m. inducida es

$$\varepsilon_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = B \cdot S \cdot \omega \cdot sen(\omega t)$$

su valor es máximo cuando el coseno vale 1, por lo tanto, $\varepsilon_{ind\,\max} = B \cdot S \cdot \omega$, en consecuencia, al duplicar la frecuencia de giro de la espira, se duplicaría la f.e.m. inducida.