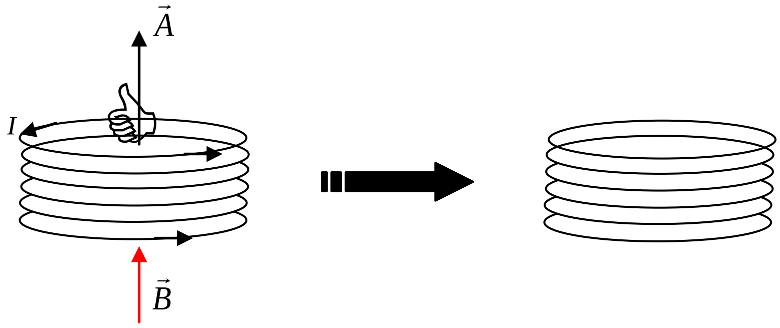
Problemas de inducción electromagnética

6 Una bobina tiene 400 espiras de 10 cm^2 y 20 Ω de resistencia, está situada perpendicularmente a un campo magnético de 0,5 T que la atraviesa de abajo arriba. Se saca del campo en 0,1 s. Determina la f.e.m. inducida media y la corriente, indicando su sentido.

Vamos a representar la bobina asignando un sentido para la corriente I y por la regla de la mano derecha definimos el vector superficie $\vec{A}$ para después determinar el flujo magnético. Mientras está en el campo la bobina está atravesada por un flujo magnético, después de salir valdrá cero y esta variación de flujo producirá una f.e.m. inducida.



Inicialmente el flujo magnético a través de todas las espiras de la bobina vale:

$\Phi_{m,I} = N \cdot \phi_m = N\,B \cdot A \cos 0 = 400 \cdot 0{,}5\,T \cdot 10.10^{-4}\ m^2 = 0{,}2\,Wb$; El flujo final es nulo: $\Phi_{m,F} = 0$

La f.e.m. inducida media es: $\left(\varepsilon_{ind}\right)_{media} = -\dfrac{\Delta\Phi_m}{\Delta t} = -\dfrac{\Phi_{m,F} - \Phi_{m,I}}{\Delta t} = -\dfrac{0 - 0{,}2\,Wb}{0{,}1\,s} = 2V$

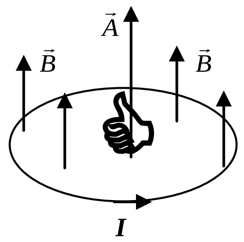
La corriente valdrá:

$$I = \frac{\left(\varepsilon_{ind}\right)_{media}}{R} = \frac{2V}{20\,\Omega} = 0{,}1\,A$$

El signo positivo de la intensidad indica que la corriente inducida tiene el mismo sentido que el convencional inicialmente propuesto.

7 Una espira circular situada horizontalmente de radio r = 0,3 m y resistencia R = 0,2 □□□□es atravesada por un campo magnético perpendicular y hacia arriba, cuyo módulo es variable con el tiempo B = 4 t; en unidades S.I. Determina la f.e.m. inducida en la espira y el valor de la corriente con su sentido real. Verifícalo después aplicando la ley de Lenz.

Asignamos un sentido a la corriente y con la regla de la mano derecha aplicada al sentido elegido, determinamos el vector superficie $\vec{A}$. Obsérvese en la figura, que en este caso tiene igual dirección y sentido que el campo magnético $\vec{B}$.



El flujo magnético:

$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{A} = 4t \cdot \pi r^2\ \cos 0 = 4\pi r^2\, t$$

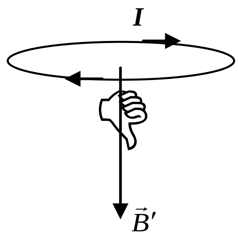
La f.e.m. inducida:

$$\varepsilon_{ind} = -\frac{d\Phi_m}{dt} = -4\pi r^2 = -4\frac{T}{s}\ \pi\ 0{,}3^2\ m^2 = -1{,}1\frac{Wb}{m^2}\frac{1}{s}m^2 = -1{,}1\frac{V \cdot s}{s} = -1{,}1V$$

$$I=\frac{\varepsilon_{ind}}{R}=\frac{-1,1V}{0,2\,\Omega}=-5,5\,A$$

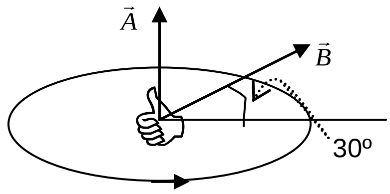
La corriente vale $\|I\|=5,5\,A$ con sentido contrario al inicialmente asignado.

Razonado con la ley de Lenz, sabemos que por la parte inferior de la espira atraviesa un flujo magnético variable y creciente, procedente de un *N.* La corriente inducida girará en un sentido tal que produzca un flujo adicional que se oponga a este *N,* y el modo de hacerlo es presentarle también su cara *N* . El sentido de la corriente inducida nos lo da una regla práctica que consiste en apuntar el pulgar en el sentido del campo magnético adicional $\vec{B}'$, indicando el resto de los dedos el sentido de giro.



8 Si en el ejercicio **E7** suponemos que el campo magnético forma 30º con el plano de la espira. Determina la f.e.m. inducida y el valor de la corriente con su sentido.

En este caso los vectores superficie $\vec{A}$ y campo magnético $\vec{B}$ forman 60º ver la figura.



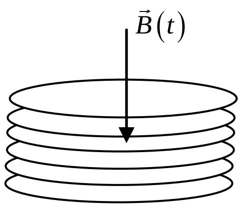
$$\Phi_m=B\,A\cos 60=4\,t\cdot\pi r^2\cdot 0,5=2\,\pi r^2\;\;t$$

$$\varepsilon_{ind}=-\frac{d\Phi_m}{dt}=-2\,\pi r^2=-0,56\,V$$

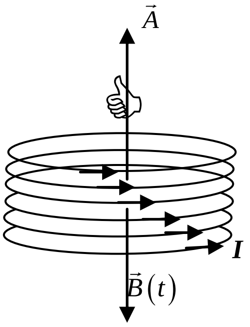
$$I=\frac{\varepsilon_{ind}}{R}=\frac{-0,56\,V}{0,2\,\Omega}=-2,8\,A$$

La corriente inducida vale $|I|=2,8\,A$ en sentido contrario al convenido inicialmente.

9 Un conjunto de 6 espiras circulares, planas y paralelas de radio 0,2 m, están conectadas entre sí. Se encuentran atravesadas por un campo magnético variable con el tiempo, B = 2 t^2, representado en la figura. Sabiendo que todas las espiras presentan una resistencia de 4 Ω. Determina la f.e.m. inducida y la corriente con su sentido. Verifícalo después aplicando la ley de Lenz.



Asignamos un sentido a la corriente $\boldsymbol{I}$. Con la regla de la mano derecha determinamos el vector superficie $\vec{A}$ para poder calcular el flujo magnético.



El flujo magnético por una espira vale**:** $\phi_m = B\,A\cos 180 = 2t^2\ \pi \cdot 0{,}2^2\ (-1) = -0{,}25t^2$

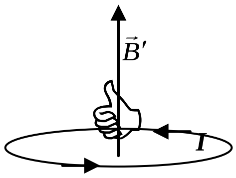
A través de las 6 espiras el flujo valdrá: $\Phi_m = 6\ \phi_m = 6\ (-0{,}25\,t^2) = -1{,}5\,t^2$

La f.e.m. inducida: $\varepsilon_{ind} = -\dfrac{d\Phi_m}{dt} = 3\,t$

La corriente: $I = \dfrac{\varepsilon_{ind}}{R} = \dfrac{3\,t}{4} = 0{,}75\,t$

Tanto la f.e.m. como la intensidad dependen del tiempo, sin embargo el sentido de la corriente coincide con el convencionalmente elegido.

Razonando con la ley de Lenz debemos considerar que hay un flujo magnético entrante y creciente por la parte superior de las espiras, por lo que éstas oponen un flujo magnético adicional de sentido contrario. La corriente inducida creará un polo *N* en la parte superior y de acuerdo con la regla práctica que estamos usando, la corriente circulará en esta ocasión en el sentido que inicialmente habíamos elegido.



10. Una bobina tiene 900 espiras y una longitud de 6 cm, siendo la sección de sus espiras de 25 cm^2. Determina el coeficiente de autoinducción de la bobina si en su interior tiene el vació. ¿Depende del volumen de la bobina?.

$$L = \mu_o\,\frac{N^2}{l}\,S = 4\pi.10^{-7}\ \frac{Wb}{A\,m}\ \frac{900^2}{6.10^{-2}\ m}\,25.10^{-4}\ m^2 = 42.10^{-3}\ H = 42\,mH$$

La ecuación anterior puede expresarse fácilmente en función del volumen.

$$L = \mu_o\,\frac{N^2}{l}\,S = \ \mu_o\,\frac{N^2}{l^2}\,S\,l = L = \mu_o\,\frac{N^2}{l^2}V$$

De modo que el coeficiente de autoinducción depende del volumen de la bobina.