INDUCCIÓN

1. lado $a = 10\,cm = 0{,}1\,m$ $\quad R = 2\,\Omega$ $\quad B_0 = 0{,}3\,T$ $\quad S = a^2 = 0{,}1^2 = 0{,}01\,m^2$

a) $\omega = 10\,rpm = 10\,\frac{vueltas}{min}\,\frac{2\pi\,rad}{1\,vuelta}\,\frac{1\,min}{60\,s} = \frac{\pi}{3}\,rad/s$ es un MCU. $\varphi = \omega t$; $\varphi_0 = 0$

Varía el ángulo entre $\vec{B}$ y $\vec{S}$ $\quad \phi = B\cdot S\cdot\cos\varphi = B\cdot S\cdot\cos(\omega t)$

$\phi = B\cdot S\cdot\cos(\omega t) = 0{,}3\cdot 0{,}01\cdot\cos(\frac{\pi}{3}\cdot t) = 3\cdot 10^{-3}\cos(\frac{\pi}{3}t)\ (Wb)$

$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}[3\cdot 10^{-3}\cos(\frac{\pi}{3}t)] = 3\cdot 10^{-3}\frac{\pi}{3}\,sen(\frac{\pi}{3}t) = \pi\cdot 10^{-3}\,sen(\frac{\pi}{3}t)\ (V)$

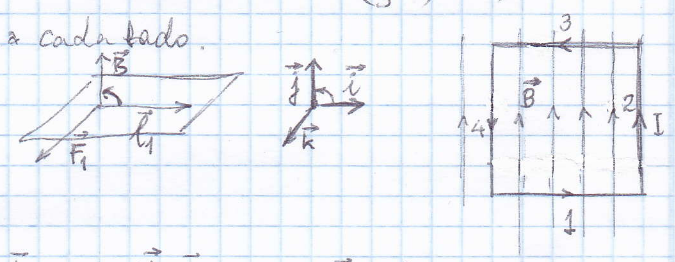
$\varepsilon = R\,I$; $\quad I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3{,}14\cdot 10^{-3}}{2}\,sen(\frac{\pi}{3}t) = 1{,}57\cdot 10^{-3}\,sen(\frac{\pi}{3}t)\ (A)$.

b) Aplicando la ley de Laplace a cada lado.

$\vec{F} = I\,\vec{l}\times\vec{B}$; $\quad \vec{F_1} = I\,\vec{l_1}\times\vec{B}$

$\vec{B} = B\,\vec{j}$; $\vec{l_1} = l_1\,\vec{i}$

$\vec{B} = 0{,}3\,\vec{j}\,(T)$; $\vec{l_1} = 0{,}1\,\vec{i}\,(m)$



$\vec{F_1} = I\,\vec{l_1}\times\vec{B} = 0{,}5\cdot 0{,}1\,\vec{i}\times 0{,}3\,\vec{j} = 0{,}015\,(\vec{i}\times\vec{j}) = 0{,}015\,\vec{k}\ (N)$

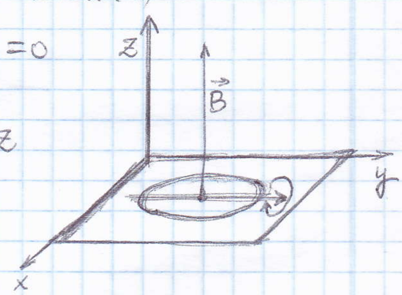
$\vec{F_2} = I\,\vec{l_2}\times\vec{B} = 0{,}5\cdot 0{,}1\,\vec{j}\times 0{,}3\,\vec{j} = 0$; $\quad F_2 = I\,|l_2|\cdot|B|\cdot sen\varphi = 0$; pues $\varphi = 0$

$\vec{F_3} = I\,\vec{l_3}\times\vec{B} = 0{,}5\cdot(-0{,}1\,\vec{i})\times 0{,}3\,\vec{j} = -0{,}015\,(\vec{i}\times\vec{k}) = -0{,}015\,\vec{k}\ (N)$

$\vec{F_4} = I\,\vec{l_4}\times\vec{B} = 0{,}5\cdot(-0{,}1\,\vec{j})\times 0{,}3\,\vec{j} = -0{,}015\,(\vec{j}\times\vec{j}) = 0$

8. $r = 2\,cm \Rightarrow S = \pi r^2$ $\quad B = 3{,}6\,T$ paralelo al eje Z

$\omega = 6\,rad/s$; MCU: $\varphi = \omega t$



a) si $R = 3\,\Omega$ Determinar I_{max}

$\phi = B\cdot S\cdot\cos\varphi = 3{,}6\cdot\pi\cdot 0{,}02^2\cos(6\,t)\ (Wb)$

$\phi = 4{,}52\cdot 10^{-3}\cos(6t)\ (Wb)$

$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}[4{,}52\cdot 10^{-3}\cdot\cos(6\cdot t)] = 6\cdot 4{,}52\cdot 10^{-3}\,sen(6t) = 2{,}71\cdot 10^{-2}\,sen(6\,t)\ (V)$

$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2{,}71}{3}\,10^{-2}\,sen(6t) = 9{,}05\cdot 10^{-3}\,sen(6\cdot t)\ (A)$; si $sen(6t) = 1 \Rightarrow I_{max}$

$I = I_{max}\cdot sen(6\cdot t) \Rightarrow I_{max} = 9{,}05\cdot 10^{-3}\,A$; $\quad$ si $sen(6t) = 1 \Rightarrow 6t = \frac{\pi}{2}\,rad$

$\varphi = \frac{\pi}{2}\,rad \Rightarrow$ la espira estará contenida en el plano YZ.

b) $\varepsilon = 2{,}71\cdot 10^{-2}\,sen(6t) = 2{,}71\cdot 10^{-2}\,sen(6\cdot 3) = 2{,}71\cdot 10^{-2}(-0{,}75) = -2{,}04\cdot 10^{-2}\,V$

9. Bobina de 10 espiras; $r = 20\,cm = 0{,}2\,m$; $B = 0{,}04\,T$ inicialmente perpendicular al plano de la bobina $\varphi_0 = 0$; Gira alrededor de uno de sus diámetros. MCU $\varphi = \varphi_0 + \omega t$, $\varphi = \omega t$

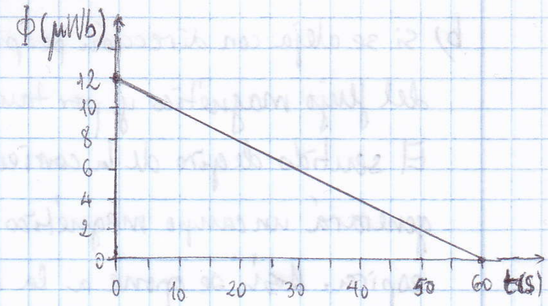
a) $\phi = N\,B\cdot S\cdot\cos\varphi = 10\cdot 0{,}04\cdot\pi\cdot 0{,}2^2\cdot\cos(\omega t) = 0{,}0503\cos(\omega t)\ (Wb)$

si $\cos(\omega t) = 1 \Rightarrow \phi_{max} = 0{,}0503\,Wb$

b) $\omega = 120\,rpm = 120\,\frac{2\pi}{60} = 4\pi\,rad/s$; $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}[0{,}0503\cos(4\pi t)] = 4\pi\cdot 0{,}0503\,sen(4\pi t)\ (V)$

Para $t = 0{,}1\,s$; $\varepsilon(t) = 0{,}632\cdot sen(4\pi\cdot t)\,(V)$ $\quad \varepsilon(0{,}1\,s) = 0{,}632\cdot sen(4\pi\cdot 0{,}1) = 0{,}601\,V$

INDUCCIÓN



5. Datos: $l = 10\ cm = 0{,}1\ m$; v. constante MRU

a) El flujo es una función lineal del tiempo.

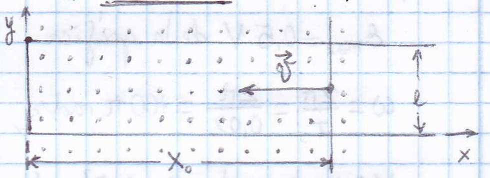
$\phi = \phi_0 - m \cdot t$. De la gráfica $\phi_0 = 12\ \mu Wb$

la pendiente:
$$m = \frac{\phi_0 - \phi}{t} = \frac{12-0}{60} = 0{,}2\ \mu Wb/s$$

$\phi = 12 - 0{,}2 \cdot t\ (\mu Wb)$ o en el S.I. $\phi = 1{,}2 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-7} \cdot t\ (Wb)$

Ley de Faraday - Lenz
$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}\left[1{,}2 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-7} t\right] = \underline{2 \cdot 10^{-7}\ V}$$

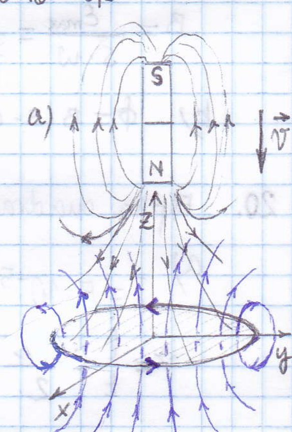
b) $\vec{B} = 200 \vec{k}\ \mu T = 2 \cdot 10^{-4} \vec{k}\ (T)$



El área rectangular $S = l \cdot x = l\,(x_0 - vt)$ es el módulo de $\vec{S}$. La dirección es la del eje Z y el sentido lo tomo como positivo Z. $\varphi = 0$

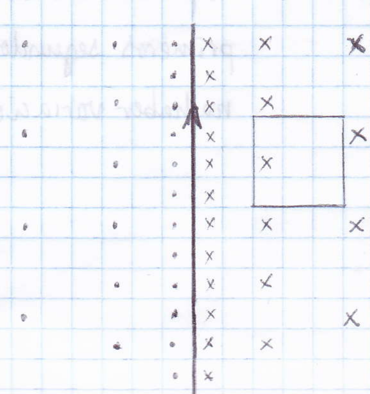
$\phi = B \cdot S \cdot \cos\varphi = B \cdot l \cdot (x_0 - vt) \cdot 1 = B l x_0 - B l v t$ Identificando términos

$\phi = \phi_0 - mt$; $\phi = B l x_0 - B l v t$; $m = B \cdot l \cdot v$; $v = \dfrac{m}{Bl} = \dfrac{2 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}1} = \underline{10^{-2}\ m/s}$



10. a) Al acercarse el imán (por su polo norte) el flujo que atraviesa la espira aumenta (el nº de líneas de campo que atraviesa la superficie delimitada por la espira es cada vez mayor) el flujo magnético aumenta. Según la ley de Lenz la corriente inducida se tendrá que oponer a ese aumento del flujo. En este caso el "campo inducido" tendrá que ir hacia el semieje Z positivo para lo cual tendrá que haber una corriente inducida de sentido antihorario visto desde "arriba" en el dibujo.

b) Al alejarse por el polo sur el número de líneas de campo magnético disminuye. Según la ley de Lenz la corriente inducida debe oponerse a esa disminución haciendo que haya un "campo inducido" con el mismo sentido que el campo externo (el del imán). Para que eso ocurra la corriente inducida debe tener un sentido de giro horario visto desde "arriba".

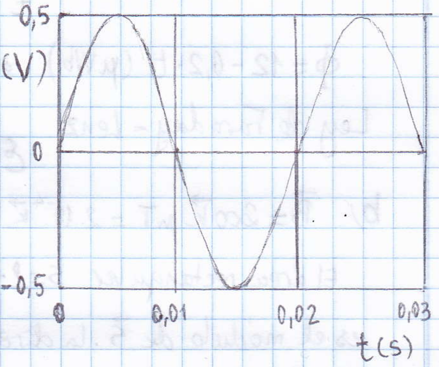


14. Corriente I que genera un campo $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

El módulo de B disminuye con la distancia r al cable.

a) Si la espira se mueve paralelamente al cable no habrá variación del flujo y por tanto no habrá corriente inducida.

b) si se aleja con dirección perpendicular al cable se producirá una disminución del flujo magnético y por tanto habrá una corriente inducida.
El sentido de giro de la corriente inducida será horario ya que esa corriente generará un campo magnético entrante en los puntos del área delimitada por la espira. Así se opone a la disminución de líneas de campo que se produce al alejarse la espira del cable.



15. Espira circular de 5 cm de radio

a) ε varía de forma sinusoidal $\varepsilon = \varepsilon_{max} \operatorname{sen}(\omega t)$

$\varepsilon_{max} = 0{,}5$ V de la gráfica. $T = 0{,}02$ s

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0{,}02} = 100\pi$ rad/s ; $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}02} = \underline{50\,Hz}$

MCU: $\varphi = \omega t$; $S = \pi r^2$; $\phi = B \cdot S \cdot \cos\varphi$

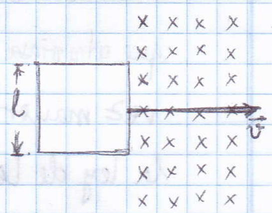
$\phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t)$; $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}[B \cdot S \cdot \cos(\omega t)] = B \cdot S \cdot \omega \operatorname{sen}(\omega t)$; $\varepsilon_{max} = B \cdot S \cdot \omega$

$\varepsilon_{max} = 0{,}5$ V ; $S = \pi r^2 = \pi \cdot 0{,}05^2 = 7{,}85 \cdot 10^{-3}$ m² ; $\omega = 100\pi$ rad/s ;

$$B = \frac{\varepsilon_{max}}{S \cdot \omega} = \frac{0{,}5}{7{,}85 \cdot 10^{-3} \cdot 100\pi} = 0{,}203\ T$$

b) $\phi = B \cdot S \cdot \cos(\omega t) = 0{,}203 \cdot 7{,}85 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(100\pi t) = \underline{1{,}59 \cdot 10^{-3} \cos(100\pi t)\ (Wb)}$

20. Espira cuadrada $l = 5$ cm ; $B = 0{,}1$ T ; $v =$ cte



a) $I = 5 \cdot 10^{-5}$ A en $t = 2$ s ; la velocidad será: $v = \frac{l}{t}$

$v = \frac{l}{t} = \frac{0{,}05}{2} = \underline{0{,}025\ m/s}$

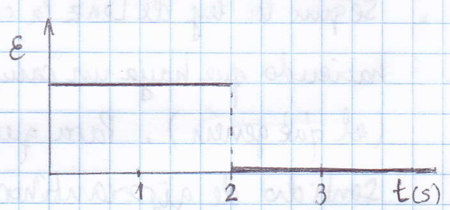
$\phi = B \cdot S \cdot \cos\varphi$; $\varphi = 0°$; $\vec{S}$ va hacia dentro ⇒ sentido de giro horario positivo

$S = l \cdot x = l \cdot v \cdot t$; $\phi = B \cdot S = B \cdot l \cdot v \cdot t$; $\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt}[B \cdot l \cdot v \cdot t] = -B \cdot l \cdot v$

El signo negativo indica que el giro de la corriente inducida es antihorario.

Si hubiese tomado $\varphi = 180°$ ⇒ $\varepsilon = B \cdot l \cdot v$; $I = \frac{\varepsilon}{R}$; $R = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{B\,l\,v}{I}$

$$R = \frac{B\,l\,v}{I} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}025}{5 \cdot 10^{-5}} = 2{,}5\ \Omega$$



b) $\varepsilon = B \cdot l \cdot v = 0{,}1 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}025 = 1{,}25 \cdot 10^{-4}$ V;

La f.e.m es constante durante los dos primeros segundos, luego se anula. Al no haber variación del flujo a partir de los dos segundos $\varepsilon = 0$