Física II. Grado en Ingeniería de la Salud. Segunda Convocatoria (09/09/2021).

Tema 1. Campo eléctrico.

1. (2 puntos) Dos cargas puntuales $q_1 = q_2 = 5\,\mu$C se encuentran a una distancia d tal que se repelen con una fuerza de módulo $F = 250\,$N. (a) Calcular dicha distancia d. (b) Si mantenemos fija q_1 y dejamos libre q_2, determinar el trabajo W realizado por la fuerza eléctrica sobre q_2 cuando alcance una distancia de q_1 que sea el doble de la distancia inicial. (c) En la posición inicial del apartado "a", si q_1 está en el punto $P_1 = (0, 0)$ y q_2 en el punto $P_2 = (d, 0)$, sin hacer ninguna cuenta pero explicándolo, dibujar los campos electrícos $\vec{E}_{13}$ y $\vec{E}_{23}$ creados por q_1 y q_2 en el punto $P_3 = (d/2, d)$, así como el campo total $\vec{E}_3$ producido por ambas cargas en P_3.

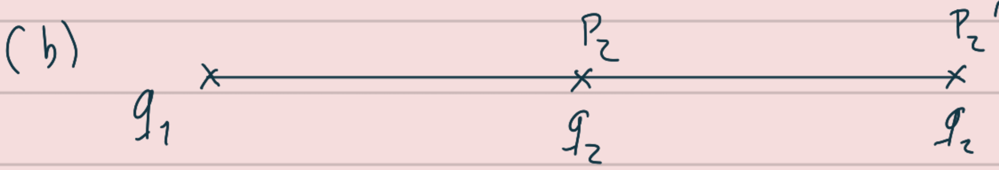
(a) El módulo de la fuerza entre dos cargas puntuales vale

$$F = k_e \frac{|q_1||q_2|}{d^2} \text{, como } q_1 = q_2 \text{ positiva:}$$

$$F = k_e \frac{q_1^2}{d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{k_e q_1^2}{F}} = q_1 \sqrt{\frac{k_e}{F}} = 5\times10^{-6}\,C \sqrt{\frac{9\times10^9 \frac{N\cdot m^2}{C^2}}{250\,N}} = 5\times10^{-6} \times 6\times10^{3}\,m$$

$$\Rightarrow \boxed{d = 0{,}03\,m = 30\,cm}$$

(b)

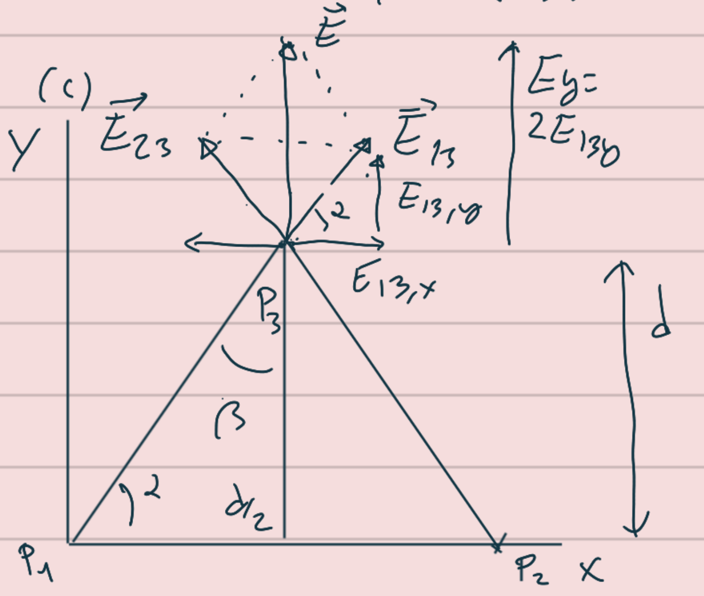


El trabajo realizado por el campo creado por q_1 es $W = U(P_2) - U(P_2')$, donde U es la energía de q_2 en el campo creado por q_1. Entonces:

$$W = k_e \frac{q_1 q_2}{P_1P_2} - k_e \frac{q_1 q_2}{P_1P_2'} = k_e \frac{q_1^2}{d} - k_e \frac{q_1^2}{2d} = \frac{1}{2} k_e \frac{q_1^2}{d} \Rightarrow$$

$$W = \frac{1}{2}\, 9\times10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{(5\times10^{-6}\,C)^2}{0.03\,m} \Rightarrow \boxed{W = 3{,}75\ J}$$

(c)



Por simetría, $\vec{E}_{13}$ y $\vec{E}_{23}$ son simétricos respecto al eje vertical que pasa por P_3.

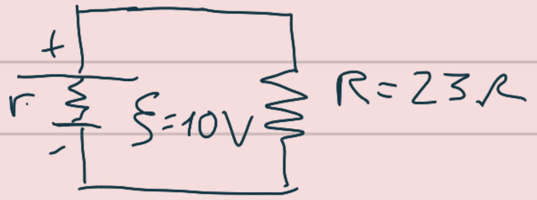
Sus componentes horizontales se anulan y las verticales son iguales y se suman:

$E = 2\,E_{13,y} = 2\,E_{13} \operatorname{sen}\alpha$ y

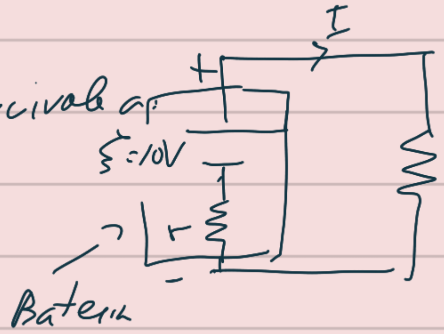
$$\boxed{\vec{E} = 2 E_{13} \operatorname{sen}\alpha\ \vec{j}}$$

Tema 2. Corriente continua.

2. (2 punto) Una resistencia de $R = 23\,\Omega$ se conecta a una batería de $10\,\text{V}$ que posee cierta resistencia interna r. (a) Calcular r e I sabiendo que en la resistencia externa R se consume una potencia de 3.68 W. (b) Determinar la potencia, P_r, que se consume en la resistencia interna, r, de la batería. (c) Determinar la diferencia de potencial entre los bornes de la baterial real $V_+ - V_-$ así como la potencia suministrada al circuito por ésta.



El circuito equivale a:



Sabemos que $P_R = I^2 R$ por la ley de Joule. También que $\xi = I(R+r)$ por la ley de mallas de Kirchhoff. Obtenemos I de la primera y r de la segunda:

$$I = \sqrt{\frac{P_R}{R}} = \sqrt{\frac{3.68\,W}{23\,\Omega}} \Rightarrow I = 0.4\,A \; ; \; R + r = \frac{\xi}{I} \Rightarrow r = \frac{\xi}{I} - R \Rightarrow$$

$$r = \frac{10\,V}{0.4\,A} - 23\,\Omega \Rightarrow \boxed{r = 2\,\Omega}$$

(b) $P_r = I^2 r = (0.4\,A)^2\, 2\,\Omega \Rightarrow \boxed{P_r = 0.32\,W}$

También como la potencia producida es igual a la consumida:

$$\xi I = P_R + P_r \Rightarrow P_r = \xi I - P_R = 10\,V \times 0.4\,A - 3.68\,W = 0.32 \quad \text{c.q.d.}$$

(c) Como la batería equivale a una batería ideal ξ en serie con una resistencia r, $V_+ - V_- = \xi - I r = 10\,V - 0.4\,A \times 2\,\Omega \Rightarrow \boxed{V_+ - V_- = 9.2\,V}$.

o bien es la caída de potencial en el resto del circuito, $V_+ - V_- = IR \Rightarrow$
$V_+ - V_- = 0.4\,A \times 23\,\Omega = 9.2\,V$, c.q.d.

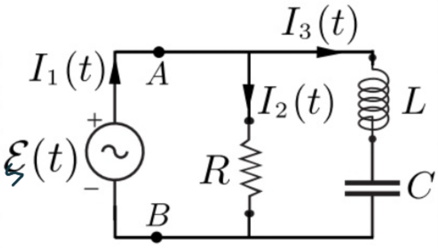
La batería real aporta al circuito la energía que consumen sus elementos externos, esto es R. Luego $P_{\xi r} = P_R = 3.68\,W$.

o bien, la energía producida por la batería ideal menos la consumida en la resistencia interna.

$$P_{\xi r} = \xi I - I^2 r = 10\,V \times 0.4\,A - (0.4\,A)^2 \times 2\,\Omega = 4\,W - 0.32\,W = 3.68\,W, \text{ cqd.}$$

Tema 3. Corriente alterna. Obligatorio

3. (4 puntos) En el circuito de corriente alterna de la figura $\mathcal{E}(t) = 48\cos(10^4\,t)$ V, siendo la resistencia $R = 80\,\Omega$ y las reactancias de la bobina y el condensador $X_L = 120\ \Omega$ y $X_C = 40\ \Omega$ respectivamente. (**a**) Determinar las intensidades $I_1(t)$, $I_2(t)$ e $I_3(t)$ así como las tensiones en los elementos: $V_R(t)$, $V_L(t)$ y $V_C(t)$. (**b**) Dibujar un diagrama de fasores para las tres intensidades. (**c**) Calcular la potencia media suministrada por el generador así como la consumida por los elementos del circuito verificando su igualdad.



Calculamos las impedancias: $\tilde{Z}_R = R = 80\,\Omega$; $\tilde{Z}_L = jX_L = 120j\,\Omega$ y $\tilde{Z}_C = -jX_C = -40j\,\Omega$. El fasor de $\mathcal{E}(t)$ es $\tilde{\mathcal{E}} = 48e^{j0}$ V.

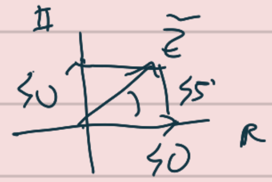
Obtenemos la impedancia de la asociación en serie de $\tilde{Z}_L$ y $\tilde{Z}_C$:

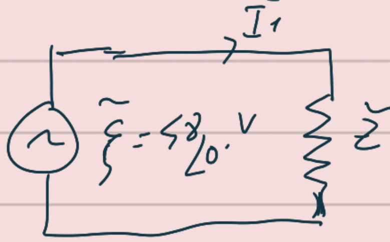
$$\tilde{Z}_{LC} = \tilde{Z}_L + \tilde{Z}_C = 120j - 40j \Rightarrow \underline{\tilde{Z}_{LC} = 80j\,\Omega}.$$

La impedancia equivalente a $\tilde{Z}_R$ y $\tilde{Z}_{LC}$ en paralelo es:

$$\frac{1}{\tilde{Z}} = \frac{1}{\tilde{Z}_R} + \frac{1}{\tilde{Z}_{LC}} = \frac{1}{80} + \frac{1}{80j} = \frac{1}{80}\left(1 + \frac{1}{j}\right) = \frac{1}{80}(1-j) \Rightarrow$$

$$\tilde{Z} = \frac{80}{(1-j)}\frac{(1+j)}{(1+j)} = \frac{80(1+j)}{1^2+1^2} \Rightarrow \underline{\tilde{Z} = 40 + 40j\,\Omega = 40\sqrt{2}\,e^{j45^\circ}\,\Omega}.$$



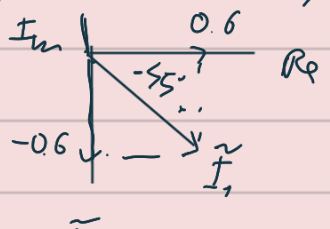


Obtenemos $\tilde{I}_1$ usando la ley de mallas de Kirchhoff en ca:

$$\sum \tilde{\xi}_i = \sum \tilde{I}_i \tilde{Z}_i \Rightarrow \tilde{\xi}_1 = \tilde{I}_1 \tilde{Z}_1 \Rightarrow \tilde{I}_1 = \frac{\tilde{\xi}_1}{\tilde{Z}} \Rightarrow$$

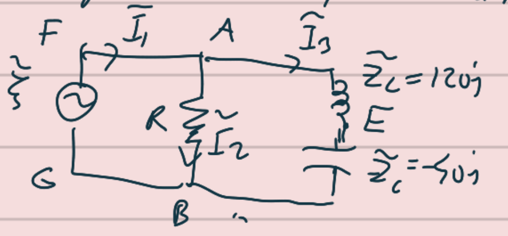
$$\tilde{I}_1 = \frac{48}{40(1+j)} = \frac{1.2}{(1+j)}\frac{(1-j)}{(1-j)} = \frac{1.2}{1^2+1^2}(1-j) = 0.6(1-j) \Rightarrow$$

$$\boxed{\tilde{I}_1 = 0.6 - 0.6j\ \text{A} = 0.6\sqrt{2}\,e^{-j45^\circ}\ \text{A}}$$



e $\boxed{I_1(t) = 0.6\sqrt{2}\cos(10^4 \tfrac{\text{rad}}{\text{s}}\,t)\ \text{A}}$

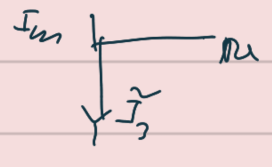
Para obtener $\tilde{I}_2$, vemos que en la malla con R y $\tilde{\xi}$ (FABG) podemos también aplicar la ley de mallas: $\tilde{\xi} = \tilde{I}_2 \tilde{Z}_R = \tilde{I}_2 R$. $\tilde{I}_1$ no aparece pues no recorre ninguna impedancia.



Luego: $\tilde{I}_2 = \frac{\tilde{\xi}}{R} = \frac{48}{80} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} I_2 = 0.6\,\text{A} = 0.6e^{j0}\ \text{A} \\ I_2(t) = 0.6\cos(10^4 \tfrac{\text{rad}}{\text{s}}\,t)\ \text{A} \end{array}}$

$\tilde{I}_3$ lo podemos obtener con la ley de mallas en FAEBG: $\tilde{\xi} = \tilde{I}_3 \tilde{Z}_{LC}$ o por la ley de nudos en A: $\sum \tilde{I}_i = 0$: $\tilde{I}_2 + \tilde{I}_3 - \tilde{I}_1 = 0 \Rightarrow \tilde{I}_3 = \tilde{I}_1 - \tilde{I}_2 \Rightarrow$

$$\tilde{I}_3 = 0.6 - 0.6j - 0.6 \Rightarrow \boxed{\tilde{I}_3 = -0.6j\ \text{A} = 0.6e^{-j90^\circ}\ \text{A}}$$



e $\boxed{I_3(t) = 0.6\cos(10^4 \tfrac{\text{rad}}{\text{s}}\,t - 90^\circ)\ \text{A}}$

Calculamos las caída de potencial. Vemos que $\xi(t) = V_{AB}(t) = V_R(t) = V_{LC}(t)$.

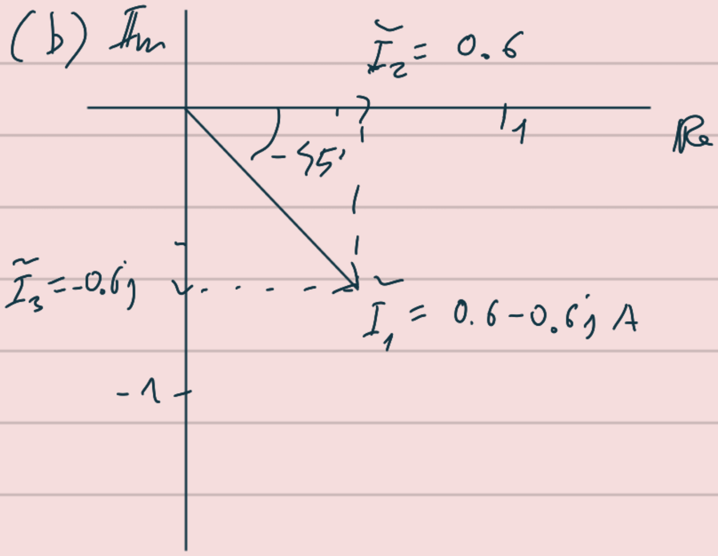
Luego $V_R(t) = \xi(t) \Rightarrow \boxed{V_R(t) = 48\cos(10^5 \tfrac{rad}{s}\, t)\ V}$

Calculamos $\tilde V_L$ y $\tilde V_C$:

$\tilde V_L = \tilde I_3 \tilde Z_L = -0.6j\ 120j = 72(-j^2) = 72 \Rightarrow \boxed{\tilde V_L = 72e^{j0} V;\quad V_L(t) = 72\cos(10^5 \tfrac{rad}{s}\, t)\ V}$

$\tilde V_C = \tilde I_3 \tilde Z_C = -0.6j\,(-40j) = 24(j^2) = -24 \Rightarrow \boxed{\tilde V_C = 24e^{j180°} V;\ V_C(t) = 24\cos(10^5 \tfrac{rad}{s} + 180°)\ V}$

(b)



Vemos que $\tilde I_1 = \tilde I_2 + \tilde I_3$ según la ley de nudos.

(c) L y C no consumen ni producen potencia. R sí: $P_R = \frac{1}{2} I_{10}^2 R \Rightarrow$

$P_R = \frac{1}{2}\, 0.6^2\, 80 \Rightarrow \boxed{P_R = 14.4\ W}$ $\quad \boxed{P_L = P_C = 0}$

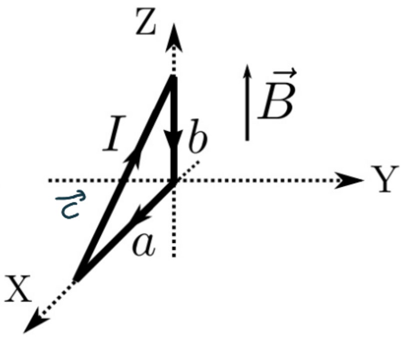
La potencia media producida por el generador vale: $P_\xi = \frac{1}{2} \xi I_{10} \cos(\varphi)$, siendo φ el desfase entre $\tilde\xi$ e $\tilde I_1$: $\varphi = 0 - (-45°) = 45° \Rightarrow$

$P_\xi = \frac{1}{2}\, 48 \times 0.6\sqrt{2}\cos(45°) = \frac{1}{2}\, 48\times 0.6\sqrt{2}\,\frac{\sqrt{2}}{2} = 24\times 0.6 \Rightarrow \boxed{P_\xi = 14.4\ W}$

Efectivamente se cumple que $P_\xi = P_R + P_L + P_C$: $\underline{14.4 = 14.4 + 0 + 0}$, c.q.d.

Tema 4. Campo magnético.

4. (2 puntos) La espira conductora de la figura está circulada por una intensidad $I = 5$ A y tiene forma de triángulo rectángulo siendo la longitud de sus catetos $a = 32$ cm y $b = 24$ cm y c la hipotenusa. En la zona existe un campo magnético uniforme $\vec{B} = 0.45\,\hat{k}$ T . (a) Calcular el vector fuerza magnética $\vec{F}_c$ sobre el lado más largo de la espira, la hipotenusa c. (b) Realizar un dibujo con la proyección en el plano XZ y deducir en el dibujo la dirección y sentido de $\vec{F}_c$. (c) Calcular el momento magnético de la espira $\vec{m}$ y el momento de fuerzas magnéticas sobre la espira $\vec{\tau}$. (d) Realizar un dibujo simular al anterior con las fuerzas sobre los tres lados (sin hacer cuentas) y deducir la dirección y sentido del momento de fuerzas $\vec{\tau}$.



(a) La fuerza magnética sobre un conductor recto vale: $\vec{F}_m = |I|\vec{\ell} \times \vec{B}$, donde $\vec{\ell}$ es un vector paralelo al conductor y con el sentido de la intensidad.

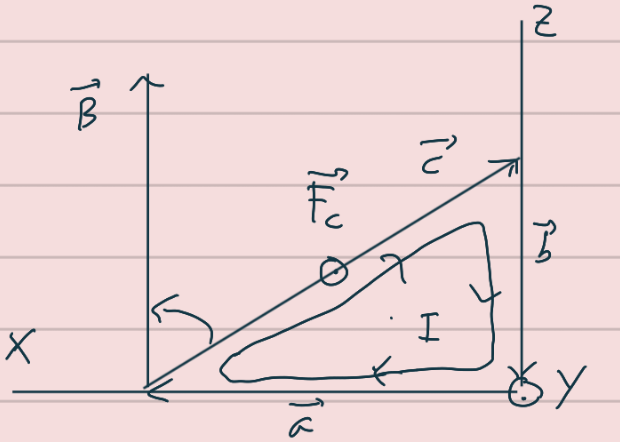
Llamando $\vec{c}$ al vector correspondiente a la hipotenusa:

$\vec{a} = a\vec{i} = 0.32\,\vec{i}$ m ; $\vec{b} = -b\vec{k} = -0.24\,\vec{k}$ m; $\vec{c} = -\vec{a} - \vec{b} = -a\vec{i} - b\vec{k}$.

$\vec{F}_c = I\,\vec{c} \times \vec{B} = I(-a\vec{i} - b\vec{k}) \times B\vec{k}$, como $\vec{k} \times \vec{k} = 0$ e $\vec{i} \times \vec{k} = -\vec{j}$

$\left(\vec{i} \to \vec{j} \to \vec{k} \right)$ $\Rightarrow \vec{F}_c = I(-a)B(-\vec{j}) = IaB\vec{j} \Rightarrow$

$\vec{F}_c = 5\text{A} \times 0.32\text{m} \times 0.45\text{ T}\,\vec{j} \Rightarrow \boxed{\vec{F}_c = 0.72\,\vec{j}\text{ N}}$



Para obtener $\vec{F}_c = I\,\vec{c} \times \vec{B}$ dibujamos $\vec{B}$ en el origen de $\vec{c}$. Como I es positiva y escalar, $\vec{F}_c \uparrow\uparrow \vec{c} \times \vec{B}$.

$\vec{c} \times \vec{B}$ es perpendicular al plano definido por $\vec{c}$ y $\vec{B}$, esto es el plano XZ. Luego $\vec{c} \times \vec{B}$ tiene la dirección del eje Y ($\pm\vec{j}$). El sentido es el de avance de un tornillo que gira de $\vec{c}$ a $\vec{B}$ por el camino más corto (antihorario), luego $\vec{c} \times \vec{B}$ y $\vec{F}_c$ saldrían del papel $\odot$, es decir $\vec{F}_c = |\vec{F}_c|\vec{j}$, como se había calculado. Estará aplicada en el centro de c.

(c) $m = I S$, siendo S el área de la espira $S = \frac{1}{2}ab = \frac{1}{2}\,0.32 \times 0.24\text{ m}^2 \Rightarrow$

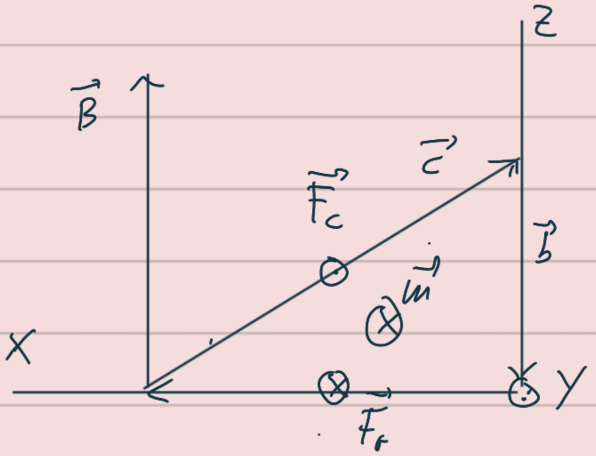
$S = 0.0384\text{ m}^2$ y $m = 5\text{A} \times 0.0384\text{ m}^2 \Rightarrow m = 0.192\text{ Am}^2$.

Su dirección es perpendicular al plano de la espira y con el sentido de un tornillo que gira con la intensidad (horario en el dibujo), luego $\otimes$ $(-\vec{j})$. Entonces $\boxed{\vec{m} = -0.192\text{ Am}^2\,\vec{j}}$

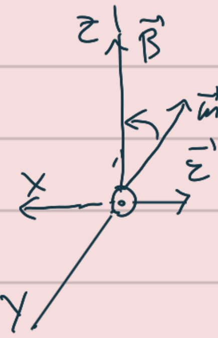
El momento de fuerzas es $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B} = -m\vec{j} \times B\vec{k} = -mB\vec{i}$

$\Rightarrow \tau = 0.192\ Am^2 \cdot 0.45T = 0.0864\ Nm$ y $\boxed{\vec{\tau} = -0.0864\,\vec{i}\ Nm}$

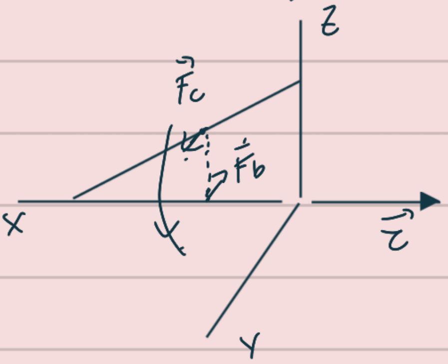
(d)



El producto vectorial $\vec{\tau} = \vec{m} \times \vec{B}$ es perpendicular al plano definido por $\vec{m} = m\vec{j}$ y $\vec{B} = B\vec{k}$, luego paralelo a $\pm\vec{i}$. Si colocamos $\vec{m}$ y $\vec{B}$ con el mismo origen, un tornillo que gira de $\vec{m}$ a $\vec{B}$ avanza en el sentido negativo del eje X, luego $\underline{\vec{m} = -m\vec{i}}$, c.q.d.

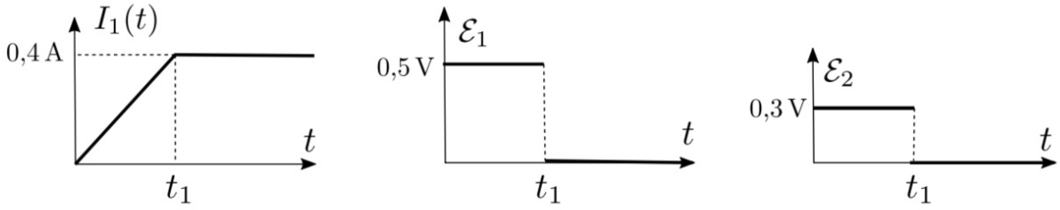


O bien como $\vec{F_b} = 0$ pues $\vec{b}$ y $\vec{B}$ son paralelos y $\vec{F_a} + \vec{F_b} + \vec{F_c} = 0$ en una espira cerrada: $\vec{F_a} = -\vec{F_c}$. Estas dos fuerzas forman un par que hace girar la espira en sentido horario visto desde el eje X, que corresponde a un tornillo que avanza en la dirección $(-\vec{i})$. Luego $\underline{\vec{\tau} = -\tau\vec{i}}$, c.q.d.



Tema 5. Inducción.

5. (2 puntos) Disponemos de dos bobinas acopladas que llamaremos (1) y (2). Por la bobina (1) se hace circular la intensidad $I_1(t)$ indicada en la figura, siendo $t_1 = 2\,\text{ms}$, mientras que la bobina (2) se mantiene en abierto ($I_2 = 0$). Las fuerzas electromotrices (en valor absoluto) inducidas en ambas bobinas, $\mathcal{E}_1$ en (1) y $\mathcal{E}_2$ en (2), se han representado en la figura. (a) Obtener el valor de coeficiente de autoinducción L_1 de la bobina (1) y del coeficiente de inducción mutua M. (b) Dibuje la bobina (1) como una circunferencia (las espiras están superpuestas) en su propio plano y suponga sentido horario para $I_1(t)$ $(0 < t < t_1)$. Dibuje el sentido aproximado del campo magnético $\vec{B}_1$ producido por I_1 en el interior de la bobina y deduzca el sentido aproximado del campo magnético inducido $\vec{B}_i$ así como de la fuerza electrometriz inducida $\mathcal{E}_1$ usando la ley de Lenz.



(a) El flujo magnético en la bobina (1) será $\phi_1 = \phi_{11} + \phi_{12} = L_1 I_1 + M I_2$,

pero $I_2 = 0$, luego $\phi_1 = L_1 I_1 \Rightarrow \xi_1 = -\frac{d\phi_1}{dt} = -L_1 \frac{dI_1}{dt}$, en módulo

$|\xi_1| = L_1 \left|\frac{dI_1}{dt}\right|$ (1)

Igualmente el flujo en la bobina (2) será: $\phi_2 = \phi_{22} + \phi_{21} = L_2 I_2 + M I_1$,

pero como $I_2 = 0$, $\phi_2 = M I_1$ y $\xi_2 = -\frac{d\phi_2}{dt} = -M \frac{dI_1}{dt}$, en módulo $|\xi_2| = M \left|\frac{dI_1}{dt}\right|$ (2)

Para $0 < t < t_1$, vemos en las gráficas que $|\xi_1| = 0.5\,V$ y $|\xi_2| = 0.3\,V$,

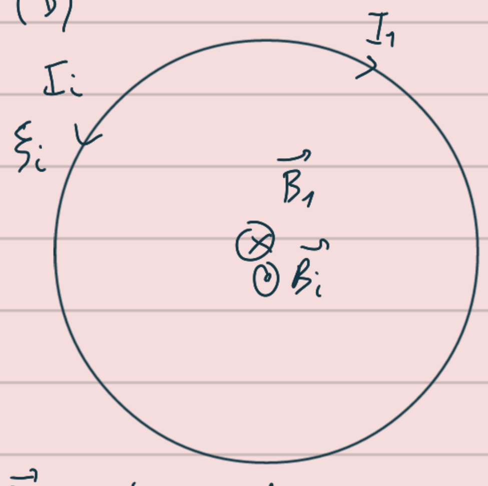
además, vemos que $I_1(t)$ aumenta con pendiente constante $I_1(t) = \frac{0.4A}{t_1} t \Rightarrow$

$I_1(t) = \frac{0.4A}{2\times 10^{-3}\,s} t = 0.2\times 10^3 \frac{A}{s} t \Rightarrow I_1(t) = 200 \frac{A}{s} t \Rightarrow \frac{dI_1}{dt} = 200 \frac{A}{s}$.

Despejando en (1) y (2):

$L_1 = \frac{|\xi_1|}{\left|\frac{dI_1}{dt}\right|} = \frac{0.5V}{200\frac{A}{s}} \Rightarrow \boxed{L_1 = 2.5\,mH}$; $M = \frac{|\xi_2|}{\left|\frac{dI_1}{dt}\right|} = \frac{0.3V}{200\frac{A}{s}} \Rightarrow \boxed{M = 1.5\,mH}$

(b)



Por la regla de Maxwell, I_1 produce un campo magnético en el centro con el sentido de avance de un tornillo que gira con I_1, luego hacia dentro ⊗. Como I_1 está aumentando, también $\phi_1 = L_1 I_1$, un flujo hacia dentro. Por la ley de Lenz, el campo magnético inducido tiende a disminuir el flujo magnético, luego $\vec{B}_i$ será opuesto a $\vec{B}_1$, hacia afuera ⊙, y la intensidad y f.e.m que lo producen tendrán por consiguiente sentido opuesto a $\vec{I}_1$, luego $\boxed{\xi_1 \text{ e } I_i \text{ tienen sentido antihorario.}}$

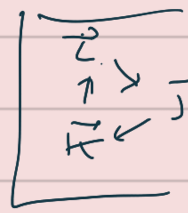
Tema 6. Ondas.

6. (2 puntos) El campo magnético de una onda electromagnética armónica plana tiene una amplitud de $B_0 = 20\,\mathrm{nT}$ y oscila en la dirección del eje Z. Sabiendo que la onda se propaga en sentido negativo del eje Y y que su longitud de onda es de $\lambda = 20\,\mathrm{cm}$: (a) escribir la expresión del vector campo eléctrico de la onda $\vec{E}$. (b) calcular la energía, U, que incide al cabo de 10 minutos sobre una superficie circular plana de radio 20 cm perpendicular al eje Y. (c) Hacer un dibujo en perspectiva de la onda incluyendo los vectores $\vec{E}$, $\vec{B}$ y $\vec{c}$ en el origen de coordenadas en $t = 0$ suponiendo fase $\phi = 0$ en ese punto e instante.

Sabemos que $\vec{B}\times\vec{c}=\vec{E} \Rightarrow B_0 c = E_0$ y $\vec{B}_0\times\vec{c}=\vec{E}_0$

siendo $\vec{B}_0$ y $\vec{E}_0$, los vectores en $t=0$ en el origen de coordenadas O.

Entonces $E_0 = B_0 c = 20\times10^{-9}\,T \times 3\times10^{8}\,m/s \Rightarrow E_0 = 6\,V/m$.



Además $\vec{B}_0 = B_0\vec{k}$ y $\vec{c} = -c\vec{j}$, luego $\vec{E}_0 = B_0\vec{k}\times(-c\vec{j}) \Rightarrow$

$\vec{E}_0 = B_0 c\,\vec{i} = 6\frac{V}{m}\vec{i}$. $\vec{E}$ vibra en el eje X con componente positiva en el O y $t=0$.

Entonces $\vec{B} = B_0\cos(ky+\omega t)\vec{k}$, la fase vale $\varphi = ky+\omega t$ pues se propaga en el eje Y y en el sentido negativo; luego ambos sumandos tienen el mismo signo (Para $\varphi = cte$, $\frac{d\varphi}{dt}=0 \Rightarrow k\frac{dy}{dt}+\omega t=0 \Rightarrow \frac{dy}{dt}=-\frac{\omega}{k}$ negativo).

Necesitamos K y ω: $k=\frac{2\pi}{\lambda}=\frac{2\pi}{0.2m} \Rightarrow k=10\pi\,rad/m$; $\omega=\frac{2\pi}{T}$ y $c=\frac{\lambda}{T} \Rightarrow$

$\omega=\frac{2\pi}{\lambda/c}=\frac{2\pi}{\lambda}c=\frac{2\pi}{0.2m}3\times10^{8}\frac{m}{s} \Rightarrow \underline{\omega=3\times10^{9}\pi\,rad/s}$.

Entonces:

$$\boxed{\begin{array}{l}\vec{B}=20\cos\left(10\pi\frac{rad}{m}y+3\times10^{9}\pi\frac{rad}{s}t\right)\vec{k}\ nT;\ y\\ \vec{E}=6\cos\left(10\pi\frac{rad}{m}y+3\times10^{9}\pi\frac{rad}{s}t\right)\vec{i}\ \frac{V}{m}\end{array}}$$

La fase inicial es cero, pues nos indican que en $y=0, t=0, \varphi=0$.

(b) $U=Pt$, con $t=10\,min=10\times60\,s \Rightarrow t=600\,s$.

$P=IS$ con $S=\pi R^2=\pi(0.2m)^2=0.04\pi\,m^2=0.0126\,m^2$

$I=\frac{1}{2\mu_0}E_0B_0=\frac{1}{2\times4\pi\times10^{-7}\frac{T\cdot m}{A}}6\frac{V}{m}\times20\times10^{-9}T=\frac{0.15}{\pi}\frac{W}{m^2}=0.0478\frac{W}{m^2} \Rightarrow$

$P=\frac{0.15}{\cancel{\pi}}\frac{W}{\cancel{m^2}}\times0.04\cancel{\pi}\cancel{m^2} \Rightarrow \underline{P=6\,mW}$ y

$U=Pt=6\times10^{-3}W\times600s \Rightarrow \boxed{U=3.6W}$

(c)