PROBLEMAS TEMA 7. CAMPO ELECTROMAGNETICO

7.1 Una bobina circular de 4 cm de radio consta de 200 espiras y tiene una resistencia de 20 Ω. Está situada en un campo magnético perpendicular al plano de sus espiras cuya inducción varía con el tiempo según $B=0.5e^{-t/2}$. Determinar el valor de la intensidad de corriente inducida en cualquier instante por el campo magnético variable.

7.2 Se hace girar una espira cuadrada de 0.6 m de lado con una velocidad angular constante y una frecuencia de rotación de 3 Hz en el interior de un campo magnético uniforme de 1.2 T de inducción. Calcular la fem inducida en el cuadro.

7.3 Una bobina con 200 espiras y 0.1 m de radio se coloca en un campo magnético de 0.2 T con su eje paralelo al mismo. Encontrar la fem inducida en la bobina si variando linealmente el campo, en 0.1 segundos: a) se duplica el campo; b) se reduce el campo a cero; c) se invierte el sentido del campo. Si la bobina empieza a rotar con velocidad angular uniforme, calcular si en 0.1 s: a) rota 90°; b) rota 180°.

7.4 A una distancia a=2 m de un cable recto muy largo se tiene una pequeña espira cuadrada, coplanaria con el cable, de lado b=1 cm y resistencia de 0.5 Ω. La espira está colocada de tal forma que uno de sus lados es paralelo al cable. Por el cable circula una corriente que varia linealmente con el tiempo $I(t)=I_0t/t_0$. Calcular la intensidad y el sentido de la corriente inducido en la espira si esta se aleja con velocidad 5 m/s.

$= -4V$
$= 4V$
$= 8V$

7.5 Un circuito eléctrico por el que pasa una corriente de 2 A crea un campo magnético de tal manera que el flujo que lo atraviesa es de 0.8 Wb. Si la variación de la intensidad es lineal con el tiempo, calcular la fem inducida en el circuito si en 0.2 segundos la corriente: a) se duplica; b) se reduce a cero; c) se invierte.

7.6 En un lugar en el que el campo magnético terrestre es 1.45×10^{-5} T, orientado de sur a norte, se encuentra un solenoide largo y estrecho de longitud 50 cm, sección 10 cm^2 y coeficiente de autoinducción $L=8\pi \times 10^{-4}$ H, cuyo eje está en la dirección este-oeste. El solenoide se conecta a una batería de 1V, siendo la corriente estacionaria que pasa por el mismo de 0,01 A. Despreciando los efectos debidos al tamaño finito del solenoide calcular: a) El número de espiras del solenoide y su resistencia ohmnica; b) el campo magnético creado por el solenoide en su centro (comparar con el campo magnético terrestre). Cortocircuitamos el circuito y empezamos a girarlo (cuando la intensidad de la corriente es cero) con velocidad angular constante, de tal forma que al cabo de 1 segundo el solenoide está orientado norte-sur: d) obtener la intensidad de la corriente en función del tiempo I(t) que aparece en el solenoide. ¿Por qué pueden despreciarse los efectos de la autoinducción?

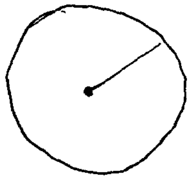
7.7 El flujo magnético que atraviesa una espira de resistencia R es Φ_B. En un tiempo determinado, el flujo varía una cantidad $\Delta\Phi_B$. Obtenga la cantidad de carga que atraviesa el circuito durante el proceso.

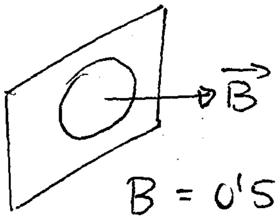
NO 7.8 Un condensador de placas plano paralelas está separado por dos placas circulares de radio 5 cm, separadas una distancia de 1 mm. Inicialmente el condensador está descargado. Si se conecta a una fem dependiente del tiempo ε(t) a través de una resistencia de 1 MΩ, calcule la intensidad que circula por el circuito y el campo eléctrico en el interior del condensador si $\varepsilon(t)= \varepsilon_0\omega t$, con ε_0=50V y ω= 1 kHz.

NO 7.9 Un solenoide largo tiene una longitud l y una sección A. Si tiene N espiras y su interior contiene un material de permeabilidad magnética μ, calcular el valor de la autoinducción del solenoide.

PROBLEMAS TEMA 7 - CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

7.1





$B = 0'5 \cdot e^{-t/2}$

¿$I(t)$ en la bobina?

$$B(t) \longrightarrow \phi(t) \longrightarrow \varepsilon = -\frac{d\phi_m}{dt} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{Re}$$

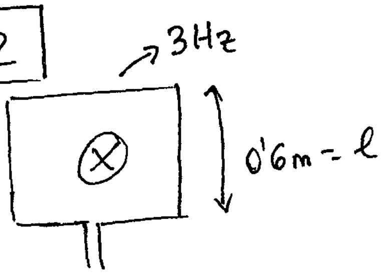
$$I_{bobina} = \frac{1}{Re} \cdot \frac{d\phi_m}{dt};$$

$$\phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{s} = \int B\, ds \underbrace{\cos 0°}_{1} = B \int ds = B\pi r^2 N = 0'5 \cdot e^{-\frac{t}{2}} \pi r^2$$

$$\frac{d\phi_m}{dt} = \frac{d}{dt}\left(0'5 \cdot e^{-t/2} \cdot \pi r^2 N\right) = 0'5 \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot e^{-t/2}\right) \pi r^2 \cdot N$$

$$I_{bobina} = \frac{d\phi_m}{dt} \cdot \frac{1}{Re} = \frac{-N\pi r^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{1}{2} \cdot e^{-t/2}\right)}{Re} = \underline{0'0126 \cdot e^{-t/2}\ A}$$

$\boxed{7.2}$



$B = 1'2\,T$

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

$$\phi_m = \int \vec{B}\cdot d\vec{s} = \int B\,.\,ds\,.\cos\theta = B.\,S.\,\cos\theta$$

$f = 3\,Hz$

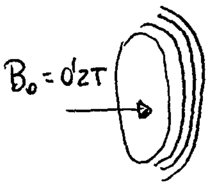
$\omega = 2\pi f \;\frac{rad}{s} = 6\pi\;\frac{rad}{s}$

$\Rightarrow \theta = \omega.t + \varphi_0 = \omega.t = \boxed{6\pi t}$

$$\phi_m = B.S.\cos(\omega t) = B.S.\cos(6\pi t)$$

$$\mathcal{E} = \frac{-d\phi_m}{dt} = \frac{-d}{dt}\left(B.S.\cos(6\pi t)\right) = 6\pi B.S.\,\text{sen}(6\pi t) = 6\pi\,B.\,\ell^2.\,\text{sen}(6$$

$\boxed{7.3}$



$N = 200$

$r = 0'1\,m$

c.i.f.e.m si B varía $\underline{\text{linealmente}}$? $\longrightarrow$ $B = B_0 + \overset{\text{constante}}{\overset{\uparrow}{K}}t$

cuadrado $B = B_0 + K$

cúbico $B = B_0 + K$

exponencial $B = B_0 + e$

a) en $t = 0'1$ $\quad B(0'1\,s) = 2B_0$

$B_0 = 0'2 \Rightarrow B(0'1) = 2B_0 = 0'4$

$B(0'1) = 0'2 + K.0'1 = 0'4 \Rightarrow \boxed{K = 2}$

$\Downarrow$

$\boxed{B = B_0 + 2t}$

$$\mathcal{E} = \frac{d\phi_m}{dt} = \frac{d}{dt}\left[\int \vec{B}.d\vec{s}\right] = \frac{-d}{dt}\,B.S = \frac{-d}{dt}(B_0 + Kt)N\pi r^2 =$$

$$= -N\pi r^2 \frac{d}{dt}(B_0 + Kt) = -N\pi r^2.\,K = -200.\,\pi.\,(0'1)^2.\,2 =$$

$$\boxed{= -12'6\;\;V}$$

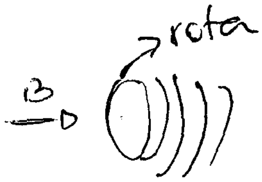
7.3 b) en $t = 0'1$ s $\longrightarrow$ $B(0'1) = 0$

f.e.m $= +12'6$ V ya que en (A) $\vec{B}$ varió de $0'2$ a $0'4$, entonces en el apartado b variará igual pero en sentido contrario

c) ~~Se invierte el sentido del campo~~

f.e.m. $= +25'2$ V

d)



ω cte. $\quad t = 0'1$ s $\quad \theta_F = 90^\circ \quad \theta_F' = 180^\circ$

$\theta = \omega t + \theta_0$

$\cancel{\theta = t}$

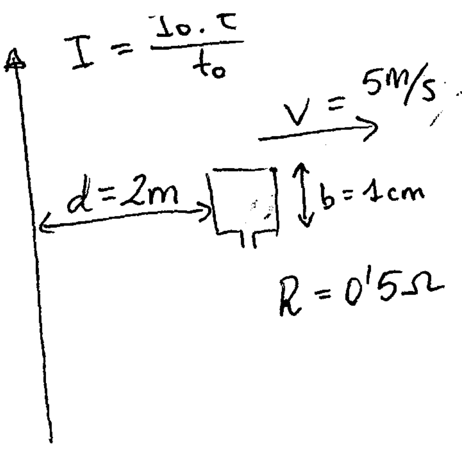
$$\mathcal{E} = \frac{d\phi_m}{dt} \qquad \phi_m = B.S.\cos\theta = B.S.\cos(\omega t + \theta_0)$$

$$\omega = \frac{\pi/2}{0'1} = \frac{\pi}{2} \cdot 10 = 5$$

$$\mathcal{E} = \frac{-d\phi_m}{dt} = +BS\omega\,\text{sen}(\omega t + \theta_0) =$$

$$= BS\omega\,\text{sen}(\omega t + \theta_0) = 0'2\,\pi\,(0'1)^2 . 200 . 5\pi . \text{sen}(5\pi t)$$

7.4



¿ I_{espira}, sentido?

$$\boxed{\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}}$$

$$\boxed{I = \frac{\mathcal{E}}{R}}$$

El B generado por el cable $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \rightarrow$ dist. cable

Porque $b \lll d$ voy a simplificar y supongo B uniforme en el interior de mi espira.

$$B = \mu_0 \frac{I_0 t}{t_0} \cdot \frac{1}{2\pi(d_0 + vt)}$$

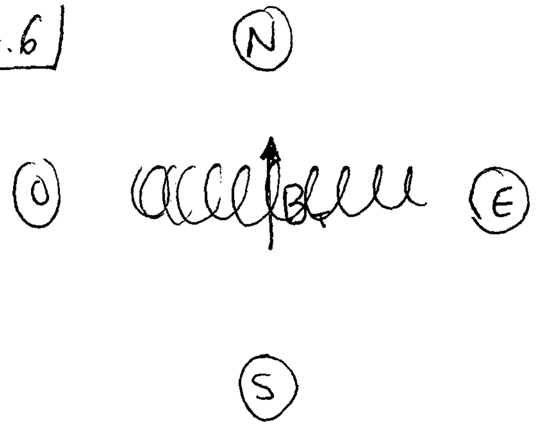
$$\mathcal{E} = \frac{d\phi_m}{dt} = \frac{-d}{dt}(B.S) = \frac{-d}{dt}\left(\frac{\mu_0 . I_0 . t . b^2}{2\pi\, t_0 (d_0 + vt)}\right) = \frac{-b^2 \mu_0 I_0}{2\pi t_0} \cdot \frac{d}{dt}\left(\frac{t}{d_0 + vt}\right)$$

$$= \frac{-b^2 \mu_0 I_0}{2\pi\, t_0} \cdot \frac{d}{(d + vt)^2}$$

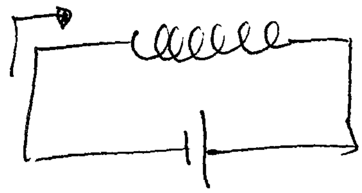
$$I = \frac{-b^2 \mu_0 I_0}{2\pi R\, t_0}\left(\frac{d_0}{d_0 + vt}\right) = -\frac{32}{(2t + 5t)^2} \quad pA$$

7.6

$B_{terrestre} = 1'45 . 10$ [illegible]



$I = 0'01 A$



despreciando propiedades de tamaño finito... Entonc

B_{int} = uni:

$B_{ext} = 0$

$l = 0'5\ m$

$S = A = 10\ cm^2$

$L = 8\pi . 10^{-4}$ H

a) N y R_Ω

$$L = \mu_0\, n^2 . l . A = \mu_0 \frac{N^2}{l^2} . l . A \Rightarrow N = \sqrt{\frac{l . L}{\mu_0 . A}} = 1000$$

$$R_\Omega = \frac{V}{I} = \frac{1V}{0'01A} = 100\ \Omega$$

b) $B_{solenoide}$ en su centro

$$B = \frac{\mu_0 . N . I}{l} = 2'51 . 10^{-5}\ T$$

c) gira 90° en 1 seg. $\theta = \omega . t = \frac{\pi}{2} t$

$$I(t) = \frac{\varepsilon}{R_\Omega} = \frac{-1}{R_\Omega} . \frac{d\phi_m}{dt}$$

$$\phi_m = S . B . \cos(\omega t)$$

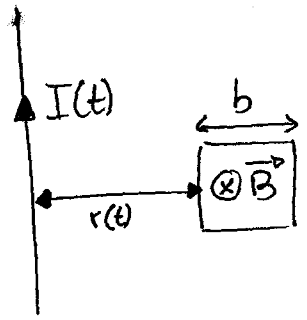
$$I = -\frac{SB}{R} . \frac{d}{dt} . \cos(\omega t) = \frac{SB}{R} . \omega . \text{sen}(\omega t) = \frac{N . A . B}{R} . \omega . \text{sen}(\omega t)$$

$$= 2'28 . 10^{-7} . \text{sen}\left(\frac{\pi}{2} t\right)$$

$I_{auto} = - \frac{\varepsilon}{R} \cdot \frac{d\phi}{dt} = 7.10^{-\dots} \cdot sen\left(\frac{\pi}{2} t\right)$

↓ Es sumamente más pequeña $\Rightarrow$ por eso la despreciamos.

7.4 HECHO POR LA LOCA



$I(t) = I_0 \frac{t}{t_0} = \frac{2}{5} t$

I_{ind}? si $r(t) = 5 m/s$

$$B = \frac{\mu_0 . I(t)}{2\pi \, r(t)}$$

$b = 1 cm$

$a = 2 cm$

$I_0 = 2A$

$t_0 = 5s$

$$\boxed{\phi_m(t) = b^2 . B(t) = \frac{b^2 . \mu_0 . I(t)}{2\pi \, r(t)}}$$

$$\left.\begin{array}{l} I(t) = \frac{2}{5} t \\ r(t) = 2 + 5t \end{array}\right\} I_{ind} = \frac{\varepsilon_{ind}}{R} = \frac{-1}{R} \cdot \frac{d\phi_m}{dt} =$$

$$= \frac{-\mu_0 . b^2}{2\pi R} \cdot \frac{d}{dt}\left(\frac{2t/5}{2+5t}\right) = \frac{-\mu_0 . b^2}{2\pi R}\left[\frac{1}{2+5t} - \frac{5t}{(2+5t)^2}\right] = \frac{-32}{(2+5t^2)} \; pA$$

7.7

$\phi_m = \phi_B$

$\Delta t \rightarrow \Delta \phi$

$$\varepsilon = IR = \frac{dQ}{dt} R$$

$$\varepsilon_{ind} = \frac{-\Delta \phi_B}{\Delta t}$$

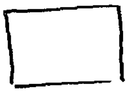
$$\boxed{\Delta Q = \frac{-\Delta \phi_B}{R}}$$

RESUMEN - PREEJERCICIOS

LEY DE FARADAY

$$\mathcal{E} = f.em. = \Delta V = \frac{-d\Phi_m}{dt}$$

circuito 1



$B_2(t)$

$\downarrow$

$\Phi_m(t)$

$\downarrow$

$\mathcal{E}$

circuito 2

$I_2(t)$

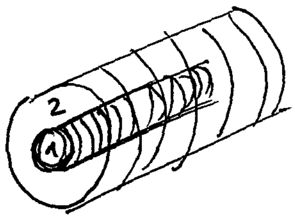
Coeficiente de inducción de 2 sobre 1

$$\mathcal{E}_1 = -M_{12}\frac{dI_2}{dt}$$

$$\Phi_{12} = M_{12} I_2$$

$$[M_{12}] = H \quad \text{(henrios)}$$

Calculamos el coeficiente de inducción de dos bobinas concéntricas. $\boxed{L_1 = L_2}$



R_1, N_1, L_1

R_2, N_2, L_2

Coeficiente de inducción de 1 sobre 2

La bobina ~~genera~~ pequeña genera $\rightarrow B_1 = \mu_0 \frac{N_1}{\ell} I_1 \quad R < R_1$

$\rightarrow B = 0 \quad R > R_1$

$$\Phi_{21} = B_1 N_2 \pi r_1^2 + \underbrace{\cancel{B_1}}_{0} \pi (r_2^2 - r_1^2) \qquad n_1 = \frac{N_1}{\ell} \quad n_2 = \frac{N_2}{\ell}$$

$$M_{21} = \frac{\Phi_{21}}{I_1} = \frac{B_1 N_2 \pi r_1^2}{I_1} = \frac{\mu_0 \frac{N_1}{\ell} I_1 N_2 \pi r_1^2}{I_1} = \underbrace{n_1 n_2 \ell \mu_0 \pi r_1^2}_{\text{NO DEPENDE DE LA CORRIENTE}}$$

→ Ejercicio: calcular el de 2 sobre 1 ⇒ solución: $M_{12} = M_{21} = M$

$\boxed{\text{coeficiente de inducción mutuo}}$

⇒ ~~SO~~ M SÓLO DEPENDE DE LA GEOMETRÍA