

Examen final de Física. Juny de 2002

Problema 1.

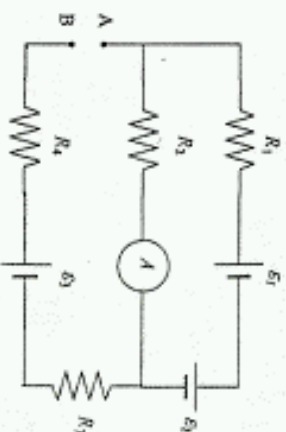
Sigui el circuit indicat a la figura.

Dades: $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, $R_4 = 200 \Omega$, $\epsilon_1 = 35 \text{ V}$, $\epsilon_2 = 15 \text{ V}$, $\epsilon_3 = 10 \text{ V}$.

a) Troba l'orientació i el valor de la força electromotriu que cal posar entre A i B per tal que no passi corrent per l'amperímetre (podeu suposar nul·la la seva resistència).

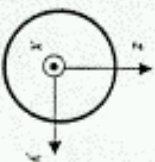
b) Calculeu l'equivalent de Thévenin del circuit entre els punts A i B (sense la f.e.m. de l'apartat a).

c) Si entre els punts A i B col·loquem dos condensadors en sèrie de $4 \mu\text{F}$ i $2 \mu\text{F}$ respectivament, troba la càrrega i el potencial de cada un, quan s'hàn carregat completament.

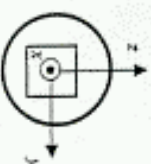


Problema 2

A la figura es mostra la projecció en el pla yz d'un solenoide de secció circular de 15 cm de radi, $1,2 \text{ m}$ de longitud i 5030 espires, orientat en la direcció de l'eix x . Si el camp magnètic al seu interior val $B = 10^{-2} \text{ T}$, determineu:



- a) El valor de la intensitat que crea aquest camp. Quin és el seu sentit?
 b) La força que actua sobre un electró que es mou per l'interior del solenoide amb una velocitat $v = (1000 \text{ km/s})(\hat{y} + \hat{k})$.
 c) El flux del camp magnètic a través d'una espira quadrada de 10 cm de costat situada dins el solenoide i paral·lela al pla yz , tal com s'indica a la figura següent.



- d) El sentit del corrent induït a l'espira de l'apartat anterior si la intensitat que circula pel solenoide augmenta.
 Recordeu que $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ i que la càrrega d'un electró és $q_e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Problema 3

El vector de Poynting d'una ona electromagnètica en el buit val
 $S = 22,0 \times 10^3 \cos^2(12z + 3,6 \times 10^8 t) \hat{k} \text{ W/m}^2$.

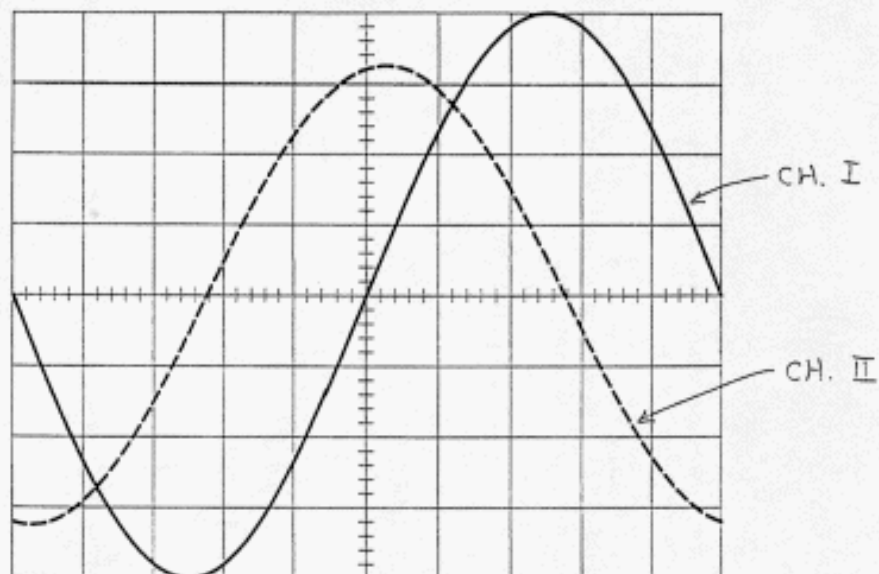
Determineu:

- a) Direcció de propagació, longitud d'ona i freqüència.
 b) Intensitat mitjana, valors efectius del camp elèctric i magnètic.
 c) Si el camp elèctric està polaritzat en un pla que forma 30° amb el pla yz , quines són les expressions dels vectors camp elèctric i magnètic instantanis?
 d) Suposant que es tracta d'una ona que prové d'una font d'ones esfèriques situada a 15 km , amb quina potència mitjana emet aquesta font?

Pràctiques de Laboratori

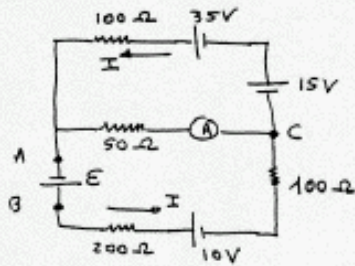
Tenim un circuit sèrie RLC on hem mesurat prèviament el valor de la resistència, i hem obtingut $R = 200\Omega$. Connectem el circuit al generador de funcions i a l'oscil·loscopi observem la figura adjunta, quan connectem el canal I a borns del generador, i el canal II a borns de la resistència. Els coeficients de deflexió són $1V/div$ (CH I) i $0.2V/div$ (CH II). Trobeu:

- L'amplitud del voltatge proporcionat pel generador.
- L'amplitud de la intensitat que passa pel circuit.
- El defasament entre tensió i intensitat. Digueu quina d'aquestes dues magnituds avança l'altra.
- La impedància complexa del circuit.
- El valor de la reactància que caldria afegir en sèrie al circuit per tal d'obtenir ressonància.



Solució

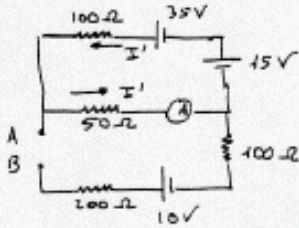
1) a)



$$I_A = 0 \Rightarrow V_A = V_C \Rightarrow V_A - V_C = 0$$

$$V_A - V_C = \begin{cases} 50V - I \cdot 100\Omega & \Rightarrow I = 0.50 \text{ A} \\ 10V - E + I \cdot 300\Omega & \Rightarrow \underline{\underline{E = 160V}} \end{cases}$$

b)

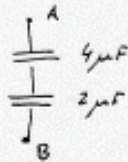


$$I' = \frac{50V}{150\Omega} = 0.333 \text{ A}$$

$$\underline{\underline{V_{TH} = V_A - V_B = -10V + 50\Omega \cdot I = 6.66V}}$$

$$R_{TH} = R_{AB} = 333.3\Omega$$

c)



$$V_A - V_B = 6.66V$$

$$\underline{\underline{Q_1 = Q_2 = Q = C_{eq} (V_A - V_B) = 1.33\mu F \cdot 6.66V = 8.88\mu C}}$$

$$\Delta V = \frac{Q}{C} \Rightarrow \underline{\underline{\Delta V(4\mu F) = 2.22V}} \quad \underline{\underline{\Delta V(2\mu F) = 4.44V}}$$

2) a) $B = \mu_0 n I \Rightarrow I = 1.89 \text{ A}$, sentit anti horari

$$b) \vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} 0.01 \text{ T}$$

$$\vec{F} = 1.6 \times 10^{-15} \text{ N} (-\vec{j} + \vec{k})$$

$$c) \phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = 0.01 \text{ T} (0.1 \text{ m})^2 = 0.0001 \text{ Tm}^2 = 1 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

d) ϕ primariid: constant i augmentant $\Rightarrow B(I_{ind})$ augmentant
 $\Rightarrow I_{ind}$ sentit horari

$$3) \quad \vec{S} = -22.0 \times 10^3 \cos^2(12z + 3.6 \times 10^9 t) \vec{u} \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

$$a) \quad 12 \text{ m}^{-1} = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \underline{\lambda = 0.5236 \text{ m}}$$

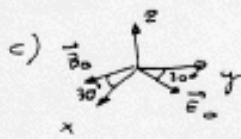
$$3.6 \times 10^9 \text{ s}^{-1} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 1.745 \times 10^{-9} \text{ s} \Rightarrow \underline{\omega = 5.73 \times 10^9 \text{ Hz}}$$

Direcció de propagació: eix z (sentit negatiu)

$$b) \quad \vec{I} = \langle S \rangle = \frac{1}{2} 22.0 \times 10^3 \frac{W}{m^2} = \underline{11.0 \times 10^3 \text{ W/m}^2}$$

$$\vec{I} = \frac{E_{ef} B_{ef}}{\mu_0}, \text{ amb } B_{ef} = E_{ef}/c \Rightarrow E_{ef} = (c\mu_0 \vec{I})^{\frac{1}{2}} = 2.036 \frac{V}{m}$$

$$B_{ef} = 6.788 \times 10^{-9} \text{ T}$$



$$\vec{E}_0 = \sqrt{2} = 2.036 (\sin 30^\circ, \cos 30^\circ, 0) = (1.44, 2.50, 0) \frac{V}{m}$$

$$\vec{B}_0 = \sqrt{2} \times 6.788 \times 10^{-9} (\cos 30^\circ, -\sin 30^\circ, 0) = (4.31, -4.80, 0) \times 10^{-9} \text{ T}$$

$$\vec{E}(z, t) = \vec{E}_0 \cos(12z + 3.6 \times 10^9 t)$$

$$\vec{B}(z, t) = \vec{B}_0 \cos(12z + 3.6 \times 10^9 t)$$

Una segona solució s'obté aplicant una rotació de 60° entorn de l'eix z als dos vectors \vec{E}_0 , \vec{B}_0 . En aquest cas,

$$\text{tindríem } \vec{E}_0 = (-1.44, 2.50, 0) \frac{V}{m}$$

$$\vec{B}_0 = (8.31, 4.80, 0) \times 10^{-9} \text{ T}$$

$$d) \quad \vec{I} = \frac{\vec{P}}{S} \Rightarrow \vec{P} = 11.0 \times 10^3 \frac{W}{m^2} \cdot 4\pi (15000 \text{ m})^2 = 3.11 \times 10^7 \text{ W}$$

Pràctiques de laboratori

$$a) \quad V_0 = 4V$$

$$b) \quad V_{R_0} = 0.64V \Rightarrow I_0 = 3.2 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$c) \quad I \text{ avança } V; \quad |\varphi| \approx \left(\frac{2.2}{10} \right) 2\pi = 1.38 \text{ rad} = 79.2^\circ \Rightarrow \boxed{\varphi \approx -79.2^\circ}$$

$$d) \quad z = V_0/I_0 = 1250 \Omega \quad \boxed{\vec{Z} = z e^{i\varphi} \approx (200 - i 1230) \Omega}$$

$$e) \quad \underline{X_L = +1230 \Omega}$$