

Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física
14 de Juny del 2013

Model A

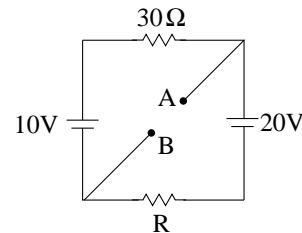
Qüestions: 40% de l'examen

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encerceleu-la de manera clara.

Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

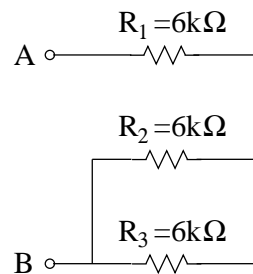
T1) Donat el circuit de la figura, determineu el valor de R sabent que la resistència que connectada entre A i B dissipa la màxima potència és de valor $12\ \Omega$.

- a) $R = 15\ \Omega$. b) $R = 50\ \Omega$.
c) $R = 20\ \Omega$. d) $R = 12\ \Omega$.



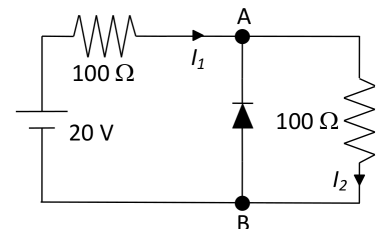
T2) Les tres resistències de la combinació de la figura són de $6\ \text{k}\Omega$. Quina intensitat circula per cadascuna si $V_A - V_B = 18\ \text{V}$?

- a) $I_1 = 2\ \text{mA}$, $I_2 = 1\ \text{mA}$, $I_3 = 1\ \text{mA}$.
b) $I_1 = 3\ \text{mA}$, $I_2 = 6\ \text{mA}$, $I_3 = 6\ \text{mA}$.
c) $I_1 = 1\ \text{mA}$, $I_2 = 2\ \text{mA}$, $I_3 = 2\ \text{mA}$.
d) $I_1 = 6\ \text{mA}$, $I_2 = 3\ \text{mA}$, $I_3 = 3\ \text{mA}$.



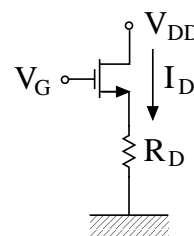
T3) Si el potencial de contacte del díode del circuit de la figura és de $0.7\ \text{V}$, digueu quina de les següents afirmacions és la correcta:

- a) $V_{AB} = 20\ \text{V}$. b) $I_1 = I_2 = 100\ \text{mA}$.
c) $I_2 = 150\ \text{mA}$. d) Pel díode circula un corrent de $186\ \text{mA}$.

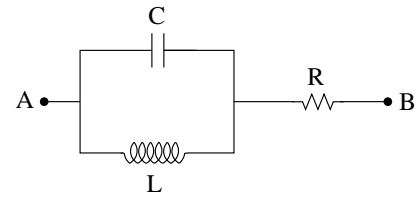


T4) El transistor de la figura té els paràmetres $\beta = 0.2\ \text{mA}/\text{V}^2$ i $V_T = 1\ \text{V}$. Determineu el valor de la resistència R_D sabent que quan $V_G = V_{DD} = 5\ \text{V}$, el corrent de drenador és $I_D = 0.4\ \text{mA}$.

- a) $32\ \text{k}\Omega$ b) $4\ \text{k}\Omega$
c) $5\ \text{k}\Omega$ d) $10\ \text{k}\Omega$



T5) Al circuit de la figura la capacitat del condensador és $C = 5 \mu\text{F}$ i el coeficient d'autoinducció de la bobina és $L = 0.2\text{H}$. Trobeu el valor de la resistència R que fa que el factor de potència sigui 0.5 sabent que la freqüència del senyal que hi circula és $f = 50\text{Hz}$.



- a) $R = 331.27 \Omega$. b) $R = 210.24 \Omega$.
 c) $R = 40.25 \Omega$. d) $R = 137.12 \Omega$.

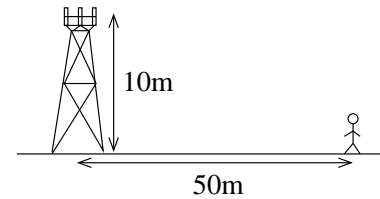
T6) En un circuit RC, el condensador es troba inicialment descarregat. Si τ és la constant de temps, podem dir que el temps que triga el condensador en carregar-se fins la quarta part de la càrrega final és:

- a) $-\tau \ln 0.75$. b) $\frac{1}{RC} \ln 0.75$. c) $\frac{1}{RC} \ln 0.25$. d) $-\tau \ln 0.25$.

T7) Un circuit RLC sèrie té la freqüència angular de ressonància $\omega_0 = 200\text{rad/s}$. Si quan es treballa a una freqüència desconeguda els valors de la reactància inductiva i capacitiva són $X_L = 2 \Omega$ i $X_C = 50 \Omega$, podem afirmar que els valors de L i C del circuit són:

- a) $L = 2\text{H}$ & $C = 500 \mu\text{F}$. b) $L = 0.02\text{H}$ & $C = 500 \mu\text{F}$.
 c) $L = 5\text{H}$ & $C = 200 \mu\text{F}$. d) $L = 0.05\text{H}$ & $C = 500 \mu\text{F}$.

T8) Una antena de la xarxa de telefonia mòbil situada a 10 metres d'alçada emet uniformement en totes les direccions amb una potència d'emissió de 3 kW. L'amplitud del camp elèctric que arriba a un observador situat a 50 m del peu de l'antena és: (dades: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{C}^2/(\text{N m}^2)$)



- a) $E = 6.7\text{V/m}$. b) $E = 4.2\text{V/m}$.
 c) $E = 8.3\text{V/m}$. d) $E = 12.8\text{V/m}$.

Les notes sortiran com a màxim el divendres 21 de Juny i la revisió només de l'exàmen final es farà el dimarts 25 de Juny de 11h30 a 12h30 a l'aula B4-212. Consulteu el racó per possibles actualitzacions.

Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física
14 de Juny del 2013

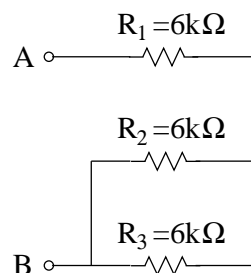
Model B

Qüestions: 40% de l'examen

A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encercleu-la de manera clara.
Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

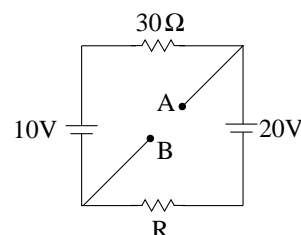
T1) Les tres resistències de la combinació de la figura són de $6\text{ k}\Omega$. Quina intensitat circula per cadascuna si $V_A - V_B = 18\text{ V}$?

- a) $I_1 = 3\text{ mA}$, $I_2 = 6\text{ mA}$, $I_3 = 6\text{ mA}$.
- b) $I_1 = 2\text{ mA}$, $I_2 = 1\text{ mA}$, $I_3 = 1\text{ mA}$.
- c) $I_1 = 1\text{ mA}$, $I_2 = 2\text{ mA}$, $I_3 = 2\text{ mA}$.
- d) $I_1 = 6\text{ mA}$, $I_2 = 3\text{ mA}$, $I_3 = 3\text{ mA}$.



T2) Donat el circuit de la figura, determineu el valor de R sabent que la resistència que connectada entre A i B dissipa la màxima potència és de valor $12\ \Omega$.

- a) $R = 12\ \Omega$.
- b) $R = 20\ \Omega$.
- c) $R = 50\ \Omega$.
- d) $R = 15\ \Omega$.

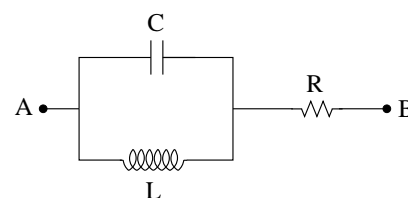


T3) Un circuit RLC sèrie té la freqüència angular de ressonància $\omega_0 = 200\text{ rad/s}$. Si quan es treballa a una freqüència desconeguda els valors de la reactància inductiva i capacitiva són $X_L = 2\ \Omega$ i $X_C = 50\ \Omega$, podem afirmar que els valors de L i C del circuit són:

- a) $L = 0.05\text{ H}$ & $C = 500\ \mu\text{F}$.
- b) $L = 0.02\text{ H}$ & $C = 500\ \mu\text{F}$.
- c) $L = 5\text{ H}$ & $C = 200\ \mu\text{F}$.
- d) $L = 2\text{ H}$ & $C = 500\ \mu\text{F}$.

T4) Al circuit de la figura la capacitat del condensador és $C = 5\ \mu\text{F}$ i el coeficient d'autoinducció de la bobina és $L = 0.2\text{ H}$. Trobeu el valor de la resistència R que fa que el factor de potència sigui 0.5 sabent que la freqüència del senyal que hi circula és $f = 50\text{ Hz}$.

- a) $R = 210.24\ \Omega$.
- b) $R = 40.25\ \Omega$.
- c) $R = 137.12\ \Omega$.
- d) $R = 331.27\ \Omega$.

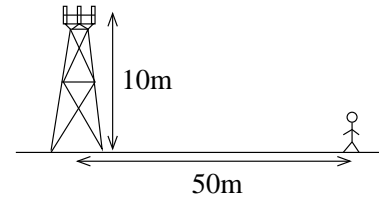


T5) En un circuit RC, el condensador es troba inicialment descarregat. Si τ és la constant de temps, podem dir que el temps que triga el condensador en carregar-se fins la quarta part de la càrrega final és:

- a) $\frac{1}{RC} \ln 0.25$.
- b) $\frac{1}{RC} \ln 0.75$.
- c) $-\tau \ln 0.75$.
- d) $-\tau \ln 0.25$.

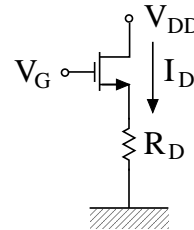
T6) Una antena de la xarxa de telefonia mòbil situada a 10 metres d'alçada emet uniformement en totes les direccions amb una potència d'emissió de 3 kW. L'amplitud del camp elèctric que arriba a un observador situat a 50 m del peu de l'antena és: (dades: $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N m}^2)$)

- a) $E = 8.3 \text{ V/m}$. b) $E = 12.8 \text{ V/m}$.
 c) $E = 4.2 \text{ V/m}$. d) $E = 6.7 \text{ V/m}$.



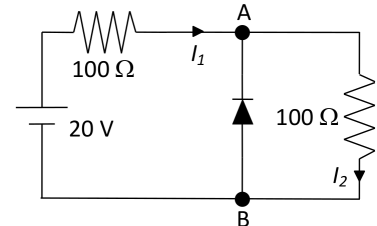
T7) El transistor de la figura té els paràmetres $\beta = 0.2 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$. Determineu el valor de la resistència R_D sabent que quan $V_G = V_{DD} = 5 \text{ V}$, el corrent de drenador és $I_D = 0.4 \text{ mA}$.

- a) $10 \text{ k}\Omega$ b) $4 \text{ k}\Omega$
 c) $32 \text{ k}\Omega$ d) $5 \text{ k}\Omega$



T8) Si el potencial de contacte del díode del circuit de la figura és de 0.7 V, digueu quina de les següents afirmacions és la correcta:

- a) $I_2 = 150 \text{ mA}$. b) $V_{AB} = 20 \text{ V}$.
 c) $I_1 = I_2 = 100 \text{ mA}$. d) Pel díode circula un corrent de 186 mA.

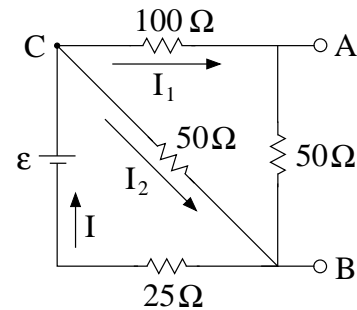


Les notes sortiran com a màxim el divendres 21 de Juny i la revisió només de l'exàmen final es farà el dimarts 25 de Juny de 11h30 a 12h30 a l'aula B4-212. Consulteu el racó per possibles actualitzacions.

Problema 1 (20% de l'examen)

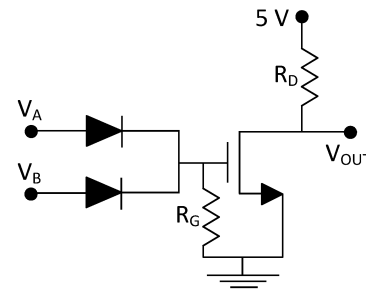
En el circuit de la figura mesuram $V_A - V_B$ en circuit obert i veiem que val 3.5 V. Trobeu:

- Els valors de I , I_1 , I_2 i ϵ . (4p)
- El circuit equivalent Thévenin entre A i B . (4p)
- La càrrega al règim estacionari d'un condensador de $5 \mu\text{F}$ connectat entre A i B . (2p)

**Problema 2 (20% de l'examen)**

El circuit de la figura està format per dues resistències ($R_G = 1 \text{ k}\Omega$ i $R_D = 100 \Omega$), dos díodes amb un potencial de contacte $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$, i un transistor NMOS amb uns paràmetres característics $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$. Si la tensió a les entrades dels dos díodes és de 5 V, determineu:

- El potencial de la porta i la intensitat que circula per la resistència R_G . (3p)
- La intensitat que circula per la resistència R_D i la tensió a la sortida V_{OUT} . En quina zona treballa el transistor? (4p)
- Determineu per quin valor de la resistència R_D el transistor passa de treballar en règim de saturació a treballar en règim òhmic. (3p)

**Problema 3 (20% de l'examen)**

Una ona electromagnètica plana, harmònica i linealment polaritzada es propaga pel buit en el sentit negatiu de l'eix Y. L'amplitud del camp magnètic és $\vec{B}_0 = 4 \hat{i} \text{ nT}$ i la longitud d'ona és de 300 nm. També sabem que a l'instant $t = 0$ el camp magnètic presenta un màxim a $y = 0$. (Dades: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$). Determineu:

- Les expressions de \vec{B} i \vec{E} en funció de la posició i el temps. (4 p.)
- El valor mig de la intensitat de l'ona, abans i després de travessar un polaritzador situat al pla XZ i tal que el seu eix òptic forma 45° amb l'eix X. (3 p.)
- La freqüència i la longitud d'ona de la llum si la fem passar per una fibra òptica d'índex de refracció $n_1 = 1.55$. Quin ha de ser l'índex de refracció n_2 del recobriment per tal de tenir un angle crític de 85° ? (3p.)

Respostes correctes de les qüestions del Test

Qüestió	Model A	Model B
T1)	c	b
T2)	a	b
T3)	b	a
T4)	c	b
T5)	c	c
T6)	a	a
T7)	d	d
T8)	c	c

Resolució del Model A

T1) La resistència que connectada entre A i B dissipa la màxima potència és de valor igual a la resistència de Thévenin del circuit entre aquests dos punts en circuit obert. La resistència de Thévenin del circuit és troba fent el paral·lel de R amb la resistència de $30\ \Omega$. Amb tot aixó obtenim la condició

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{R} = \frac{1}{12}$$

d'on resulta $R = 20\ \Omega$.

T2) Les resistències R_3 i R_3 es troben connectades en paral·lel, i per tant la seva resistència equivalent és $3\ \text{k}\Omega$. Aquest conjunt es troba connectat en sèrie amb R_1 , i aixó fa que la resistència total sigui $R_{eq} = 9\ \text{k}\Omega$. Per tant, amb $V_A - V_B = 18\ \text{V}$, resulta $I_1 = (V_A - V_B)/R_{eq} = 2\ \text{mA}$. Per altra banda al ser $R_2 = R_3$, resulta $I_2 = I_3 = I_1/2 = 1\ \text{mA}$.

T3) El díode està en polarització inversa, per la qual cosa no condueix i per les dues resistències circula la mateixa intensitat: $I_1 = I_2 = 20/(100 + 100) = 0.1\ \text{A} = 100\ \text{mA}$. Així doncs, la diferència de potencial $V_{AB} = 100 \cdot 0.1 = 10\ \text{V}$.

T4) Com que $V_G = V_D = 5\ \text{V}$, resulta $V_G - V_T = 5 - 1 = 4 < 5 = V_D$ i per tant veiem que $0 < V_{GS} - V_T < V_{DS}$, de forma que el transistor treballa en saturació per qualsevol valor de V_S entre $0\ \text{V}$ i $5\ \text{V}$. Sabent el valor del corrent $I_{DS} = 0.4\ \text{mA}$ i el fet que $I_{DS} = \frac{1}{2}\beta(V_{GS} - V_T)^2$ en saturació, trobem $V_S = V_G - V_T - \sqrt{\frac{2I_{DS}}{\beta}} = 5 - 1 - \sqrt{\frac{2 \cdot (4 \cdot 10^{-4})}{2 \cdot 10^{-4}}} = 2\ \text{V}$. A partir d'aquest valor, apliquem la llei d'Ohm a la resistència i obtenim $R_D = V_S/I_{DS} = 2/(4 \cdot 10^{-4}) = 5\ \text{k}\Omega$.

T5) Amb un factor de potència $\cos\varphi = 0.5$ el desfasament entre intensitat i tensió és de 60° . El condensador i la bobina es troben connectats en paral·lel, i per tant la impedància $Z_{||}$ d'aquesta part del circuit és

$$\frac{1}{Z_{||}} = \frac{1}{jL\omega} + \frac{1}{-j(1/C\omega)} \quad \rightarrow \quad Z_{||} = j\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega},$$

que és imaginària pura. Al connectar-la en sèrie amb la resistència, obtenim una impedància equivalent $Z = R + j\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega}$, d'on resulta

$$\tan\varphi = \frac{\left(\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega}\right)}{R} \quad \rightarrow \quad R = \frac{\left(\frac{1}{\frac{1}{L\omega} - C\omega}\right)}{\tan\varphi}.$$

Substituint, amb $\omega = 2\pi \cdot 50$, resulta $R = 40.25 \Omega$.

T6) La càrrega del condensador en funció del temps és $Q(t) = Q_{final}(1 - e^{-t/\tau})$ amb $\tau = RC$ la constant de temps. En el nostre cas $Q_{final}(1 - e^{-t/\tau}) = 0.25 Q_{final}$ i per tant $e^{-t/\tau} = 1 - 0.25 = 0.75$. D'aquí traiem el resultat final $t = -\tau \ln 0.75$.

T7) La condició de ressonància al circuit RLC sèrie és $L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$ on $\omega_0 = 200 \text{ rad/s}$ és la freqüència a la que ressona el circuit. Al nostre cas i amb les dades de l'enunciat, això vol dir

$$LC = \frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{40000}$$

Per altra banda, a la freqüència angular desconeguda ω les reactàncies són $X_L = L\omega = 2 \Omega$ i $X_C = 1/C\omega = 50 \Omega$, de forma que

$$X_L X_C = (L\omega) \left(\frac{1}{C\omega} \right) = \frac{L}{C} = 100 \Omega .$$

Multiplicant els dos resultats anteriors obtenim

$$(LC) \left(\frac{L}{C} \right) = L^2 = \frac{100}{40000} \quad \rightarrow \quad L = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ H}$$

i a partir de la primera relació

$$C = \frac{1}{L\omega_0^2} = \frac{1}{0.05 \cdot 200^2} = 500 \mu\text{F} .$$

T8) L'antena emet amb una potència P i la intensitat mitjana de l'ona que arriba a l'observador situat a una distància r és $I = P/S$ on $S = 4\pi r^2$ ja que l'ona és esfèrica i emet uniformement. D'altra banda, la intensitat que rep l'observador és $I = c\eta$ on $\eta = \epsilon_0 E_0^2/2$ és la densitat d'energia que transporta l'ona. Igualant termes resulta

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = c\eta = c \frac{1}{2} \epsilon_0 E_0^2 \quad \rightarrow \quad E_0 = \sqrt{\frac{P}{2\pi r^2 c \epsilon_0}} = 8.3 \text{ V/m} .$$

Resolució del Problema 1

- a) Com veiem a la figura, $50I_1 = 3.5 = V_A - V_B$, i per tant $I_1 = 70$ mA. A partir d'aquí resulta $V_C - V_B = 150I_1 = 10.5$ V = $50I_2$, i per tant obtenim $I_2 = 210$ mA. Sumant, obtindrem la intensitat total $I = I_1 + I_2 = 280$ mA. Com $V_C - V_B = 10.5$ V = $\epsilon - 25I$, resulta finalment $\epsilon = 17.5$ V.
- b) Al trobar-se el circuit obert, la tensió Thévenin és precisament la donada a l'enunciat, $V_{Th} = V_A - V_B = 3.5$ V.
- Pel que fa a la resistència de Thévenin, curtcircuitem la font i combinem les resistències. La resistència de 25Ω en paral·lel amb la inclinada de 50Ω dóna $50/3 \Omega$. Aquesta es troba en sèrie amb la de 100Ω , donant $350/3 \Omega$. Finalment, cal combinar-la en paral·lel amb la vertical de 50Ω , arribant al resultat final de 35Ω .
- c) Substituint el circuit pel seu equivalent de Thévenin, la diferència de potencial a extrems del condensador passa a ser la tensió de Thévenin, i la càrrega del condensador és $Q = C \cdot V = 5 \mu\text{F} \cdot 3.5 \text{ V} = 17.5 \mu\text{C}$.

Resolució del Problema 2

- a) Com que $V_A = V_B = 5$ V, els dos díodes estan en polarització directa i la tensió als càtodes (part n) dels díodes, igual a la tensió a la porta del transistor, és: $V_G = 5 - V_\gamma = 4.3$ V. La intensitat que circula per R_G és: $V_G/R_G = 4.3$ mA.
- b) Com que la font està connectada a terra, la tensió a la porta és igual a la diferència de potencial porta-font: $V_{GS} = 4.3$ V. Si suposem que el transistor treballa en règim de saturació, tenim $I_D = \beta V_{GT}^2/2 = 2 \cdot (4.3 - 1)^2/2 = 10.89$ mA. Per tant, la tensió a la sortida és $V_{OUT} = V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = 5 - 100 \cdot 0.01089 = 3.91$ V. Com $V_{DS} = 3.91 > (4.3 - 1) = 3.3 = V_{GT}$, efectivament el transistor treballa en saturació. Per tant els valors anteriors són els correctes.
- c) A l'apartat anterior hem vist que la intensitat I_D en saturació és 0.01089 A. Per tant, la tensió drenador-font resulta ser $V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = 5 - 0.01089 R_D$. Com la condició de saturació és $V_{DS} > V_{GT}$, obtenim $5 - 0.01089 R_D > (4.3 - 1) = 3.3$. Per tant $R_D > (5 - 3.3)/0.01089 = 156 \Omega$. Per tant, el valor de transició és $R_D = 156 \Omega$.

Resolució del Problema 3

- a) Es tracta d'una ona amb vector unitari $\hat{u} = \hat{j}$ en la direcció de propagació. Directament, sabem que:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{300 \cdot 10^{-9}} = 2.094 \times 10^7 \text{ rad/m}, \quad \omega = ck = 6.283 \times 10^{15} \text{ rad/s}.$$

Per tal de reflectir que a $t = 0$ el camp magnètic és màxim, fem servir la funció cosinus amb un signe global positiu; a més, el signe dins de l'argument del cosinus també haurà de ser positiu per tal que l'ona es propagui en sentit -Y. En definitiva podem escriure

$$\vec{B}(y, t) = 4 \hat{i} \cos(2.094 \times 10^7 y + 6.283 \times 10^{15} t) \text{ nT}.$$

Per calcular el camp elèctric, considerem:

$$\vec{E}(y, t) = c(\vec{B} \times \hat{u}) = c \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ B_x & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix} = -1.2 \hat{k} \cos(2.094 \times 10^7 y + 6.283 \times 10^{15} t) \text{ N/C}.$$

b) Abans de travessar el polaritzador,

$$\langle I \rangle = c\eta = c \frac{B_0^2}{2\mu_0} = 1.91 \text{ mW/m}^2 ,$$

i tot just després, aplicant la llei de Malus,

$$\langle I' \rangle = \langle I \rangle \cos^2(45^\circ) = 0.95 \text{ mW/m}^2 .$$

c) En travessar una interfase entre dos medis transparents, la freqüència de la radiació electromagnètica incident es conserva, i per tant resulta $f = \omega/2\pi = 10^{15}$ hz. Pel que fa referència a la longitud d'ona, sabem que es satisfà

$$n_{\text{aire}}\lambda_{\text{aire}} = n_{\text{fibra}}\lambda_{\text{fibra}},$$

per la qual cosa resulta

$$\lambda_{\text{fibra}} = \frac{\lambda_{\text{aire}}}{n_{\text{fibra}}} = 193.55 \text{ nm}.$$

Finalment, per tal de tenir un angle crític de 85° cal que

$$n_2 = n_1 \sin(85^\circ) = 1.544.$$