

Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física
16 de Juny del 2015

Model A

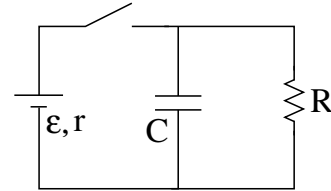
Qüestions: 40% de l'examen

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) Al circuit de la figura $\epsilon = 12\text{ V}$, $r = 3\ \Omega$ i $R = 100\ \Omega$. Quina és la capacitat del condensador, sabent que $5\ \mu\text{s}$ després de tancar l'interruptor assolix el 80% de la càrrega que té al règim estacionari?

- a) $C = 5.23\ \mu\text{F}$. b) $C = 1.06\ \mu\text{F}$.
c) $C = 3.10\ \mu\text{F}$. d) $C = 2.07\ \text{mF}$.



T2) Una ona harmònica que es propaga per una corda ve descrita per la funció d'ona $\psi(x, t) = 2.25 \cos(2x + 4t)$ cm on x es mesura en centímetres y t en segons. Quina de les següents afirmacions es **FALSA**?

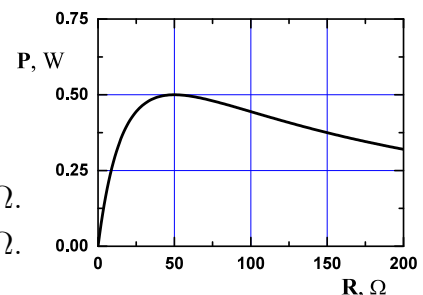
- a) La seva freqüència és $f = 0.63\ \text{s}^{-1}$.
b) La velocitat de la pertorbació és $v = 0.02\ \text{m/s}$.
c) La seva longitud d'ona és $\lambda = 6.28\ \text{cm}$.
d) La pertorbació es propaga en la direcció de les x negatives.

T3) Si la potència activa d'un generador que alimenta un circuit és de $P = 1000\ \text{W}$ i la potència reactiva del circuit és de $Q = 500\ \text{VAR}$, quina de les següents afirmacions és **FALSA**?

- a) Es tracta d'un circuit capacitiu.
b) El factor de potència val 0.894.
c) La potència aparent és de 1118 VA.
d) El factor de potència val 0.447.

T4) El gràfic mostra la potència consumida per una resistència variable connectada a un circuit. Quin és l'equivalent Thévenin del circuit al que es troba connectada?

- a) $\epsilon_{Th} = 25\ \text{V}$, $R_{Th} = 50\ \Omega$. b) $\epsilon_{Th} = 10\ \text{V}$, $R_{Th} = 100\ \Omega$.
c) $\epsilon_{Th} = 10\ \text{V}$, $R_{Th} = 50\ \Omega$. d) $\epsilon_{Th} = 25\ \text{V}$, $R_{Th} = 100\ \Omega$.



T5) Dos emissors emeten ones electromagnètiques coherents i en fase. Situem un aparell de mesura de la intensitat incident en un punt tal que els dos emissors i el punt formen un triangle equilàter. El que es detecta al punt de mesura:

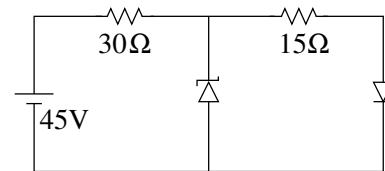
- a) És una interferència destructiva.
- b) És una interferència constructiva.
- c) Depèn de la relació entre els costats del triangle.
- d) Depèn de la longitud d'ona d'emissió.

T6) Donat un circuit d'impedància $\bar{Z} = 100_{\underline{60^\circ}} \Omega$, de quina manera podem aconseguir que entri en ressonància?

- a) Afegint-hi un condensador de 115.5Ω en sèrie.
- b) Afegint-hi una bobina de 86.6Ω en sèrie.
- c) Afegint-hi una bobina de 86.6Ω en paral·lel.
- d) Afegint-hi condensador de 115.5Ω en paral·lel.

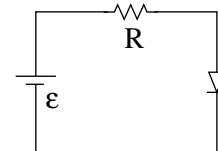
T7) El circuit de la figura conté un díode de $V_\gamma = 1.2 \text{ V}$ i un díode Zener de $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ i $V_Z = 10 \text{ V}$. Quina intensitat circula per la resistència de 15Ω ?

- a) $I = 0.72 \text{ A}$.
- b) $I = 0.62 \text{ A}$.
- c) $I = 0.59 \text{ A}$.
- d) $I = 0.47 \text{ A}$.



T8) Un díode LED de $V_\gamma = 0.9 \text{ V}$, connectat en sèrie a una bateria de fem ϵ i a una resistència $R = 175 \Omega$, dissipa una potència $P = 30 \text{ mW}$. Quant val ϵ ?

- a) $\epsilon = 6.73 \text{ V}$
- b) $\epsilon = 5.82 \text{ V}$
- c) $\epsilon = 7.39 \text{ V}$
- d) $\epsilon = 4.57 \text{ V}$



Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física
16 de Juny del 2015

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) Donat un circuit d'impedància $\bar{Z} = 100_{\underline{60^\circ}} \Omega$, de quina manera podem aconseguir que entri en ressonància?

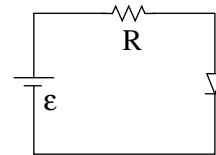
- a) Afegint-hi una bobina de 86.6Ω en paral·lel.
- b) Afegint-hi condensador de 115.5Ω en paral·lel.
- c) Afegint-hi una bobina de 86.6Ω en sèrie.
- d) Afegint-hi un condensador de 115.5Ω en sèrie.

T2) Dos emissors emeten ones electromagnètiques coherents i en fase. Situem un aparell de mesura de la intensitat incident en un punt tal que els dos emissors i el punt formen un triangle equilàter. El que es detecta al punt de mesura:

- a) Depèn de la longitud d'ona d'emissió.
- b) Depèn de la relació entre els costats del triangle.
- c) És una interferència destructiva.
- d) És una interferència constructiva.

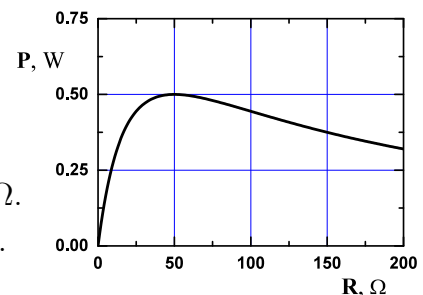
T3) Un díode LED de $V_\gamma = 0.9 \text{ V}$, connectat en sèrie a una bateria de fem ϵ i a una resistència $R = 175 \Omega$, dissipa una potència $P = 30 \text{ mW}$. Quant val ϵ ?

- a) $\epsilon = 4.57 \text{ V}$ b) $\epsilon = 7.39 \text{ V}$ c) $\epsilon = 6.73 \text{ V}$ d) $\epsilon = 5.82 \text{ V}$



T4) El gràfic mostra la potència consumida per una resistència variable connectada a un circuit. Quin és l'equivalent Thévenin del circuit al que es troba connectada?

- a) $\epsilon_{Th} = 25 \text{ V}$, $R_{Th} = 50 \Omega$. b) $\epsilon_{Th} = 10 \text{ V}$, $R_{Th} = 100 \Omega$.
- c) $\epsilon_{Th} = 25 \text{ V}$, $R_{Th} = 100 \Omega$. d) $\epsilon_{Th} = 10 \text{ V}$, $R_{Th} = 50 \Omega$.

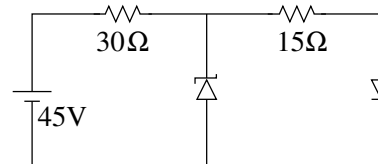


T5) Una ona harmònica que es propaga per una corda ve descrita per la funció d'ona $\psi(x, t) = 2.25 \cos(2x + 4t)$ cm on x es mesura en centímetres y t en segons. Quina de les següents afirmacions es **FALSA**?

- a) La seva longitud d'ona és $\lambda = 6.28$ cm.
- b) La pertorbació es propaga en la direcció de les x negatives.
- c) La velocitat de la pertorbació és $v = 0.02$ m/s.
- d) La seva freqüència és $f = 0.63$ s⁻¹.

T6) El circuit de la figura conté un díode de $V_\gamma = 1.2$ V i un díode Zener de $V_\gamma = 0.7$ V i $V_Z = 10$ V. Quina intensitat circula per la resistència de 15Ω ?

- a) $I = 0.72$ A.
- b) $I = 0.59$ A.
- c) $I = 0.47$ A.
- d) $I = 0.62$ A.

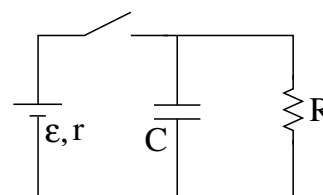


T7) Si la potència activa d'un generador que alimenta un circuit és de $P = 1000$ W i la potència reactiva del circuit és de $Q = 500$ VAR, quina de les següents afirmacions és **FALSA**?

- a) El factor de potència val 0.894.
- b) Es tracta d'un circuit capacitiu.
- c) El factor de potència val 0.447.
- d) La potència aparent és de 1118 VA.

T8) Al circuit de la figura $\epsilon = 12$ V, $r = 3 \Omega$ i $R = 100 \Omega$. Quina és la capacitat del condensador, sabent que 5μ s després de tancar l'interruptor assolix el 80% de la càrrega que té al règim estacionari?

- a) $C = 5.23 \mu$ F.
- b) $C = 3.10 \mu$ F.
- c) $C = 1.06 \mu$ F.
- d) $C = 2.07$ mF.



Cognoms i Nom:

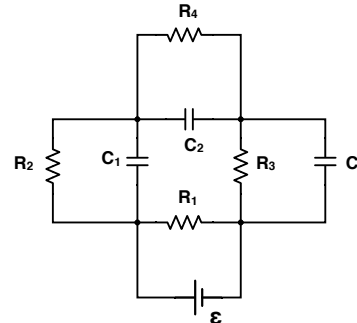
Codi

Examen FINAL de Física

16 de Juny del 2015

Problema 1 (20% de l'examen)

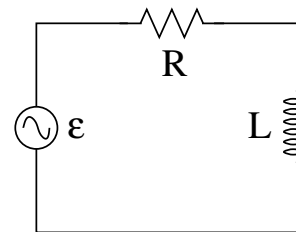
Considerem el següent circuit de corrent contínua a l'estat estacionari, on $R_1 = 50\ \Omega$, $R_2 = 25\ \Omega$, $R_3 = 15\ \Omega$, $R_4 = 60\ \Omega$, $\epsilon = 50V$, $C_1 = 14\ \text{nF}$, $C_2 = 20\ \text{nF}$ i $C_3 = 25\ \text{nF}$.



- Calculeu el corrent que circula per cada resistència i la potència que dissipen cadascuna d'elles. Trobeu també la càrrega que enmagatzema cada condensador.
- Substituïm ara C_3 per una bateria de $fem\ \tilde{\epsilon} = 60\ \text{V}$ amb el seu born positiu a dalt i el negatiu a baix. Trobeu el corrent que circula ara per cada resistència.

Problema 2 (20% de l'examen)

El circuit de la figura consta d'una font de tensió, una bobina i una resistència de valor $R = 75\ \Omega$. Fent mesures observem que la tensió eficaç a la bobina és $V_L = 173.2\ \text{V}$, i el factor de potència del circuit 0.5. Sabent que la freqüència és $f = 50\ \text{Hz}$:

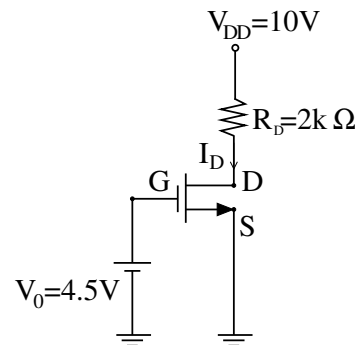


- Trobeu els fasors V_R , ϵ , i el corrent I .
- Quin és el coeficient d'autoinducció de la bobina? Quin element cal connectar en sèrie per tal que la intensitat al circuit sigui màxima a una freqüència $f_0 = 78.3\ \text{Hz}$? Que valen en aquest cas el corrent eficaç i la potència total consumida pel circuit?

Problema 3 (20% de l'examen)

Es connecta un transistor NMOS de característiques $\beta = 2\ \text{mA/V}^2$ i $V_T = 0.8\ \text{V}$ tal com es mostra el circuit de la figura. Sabent que $R_D = 2\ \text{k}\Omega$, $V_0 = 4.5\ \text{V}$ i $V_{DD} = 10\ \text{V}$, calculeu:

- Els valors de V_D , I_D i el règim de treball del transistor. Demostreu que el règim de treball indicat és correcte.
- El valor que hauria de tenir V_{DD} per tal que el transistor estigués en règim de saturació. En quin règim treballarà el transistor si augment V_{DD} per damunt d'aquest valor?



Les notes sortiran com a màxim el 22 de Juny, i la revisió **NOMÉS DE L'EXAMEN FINAL** es farà el 23 de Juny de 11h a 12h a l'aula B4-212. Consulteu el racó per possibles actualitzacions.

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Sabem que al procés de càrrega del condensador, $Q(t) = Q_{\infty}(1 - e^{-t/\tau})$, on Q_{∞} és la càrrega que té un cop arribat al règim estacionari, i $\tau = RC$ és la constant de temps. Com que al passar un temps $t = 5 \mu\text{s}$ la càrrega és un 80% de la que té al règim estacionari, resulta $Q(t = 5 \cdot 10^{-6})/Q_{\infty} = 0.80$, la qual cosa implica que $e^{-5 \cdot 10^{-6}/\tau} = 1 - 0.80 = 0.2$. D'aquí s'obté que $5 \cdot 10^{-6}/(RC) = -\ln(0.2)$, o el que és el mateix, $C = -5 \cdot 10^{-6}/(R \ln(0.2))$. La resistència R és la corresponent al circuit RC sèrie corresponent, que s'obté de fer l'equivalent Thévenin del conjunt connectat als terminals del condensador. Només cal evaluar R_{Th} donat que només ens cal el valor de la resistència a l'expressió anterior. Tal com es veu, la resistència de Thévenin és igual a la resistència equivalent del paral·lel de $R = 100 \Omega$ i $r = 3 \Omega$, és a dir $R_{Th} = 2.91 \Omega$. Substituint aquest valor a l'expressió obtinguda abans, resulta $C = -5 \cdot 10^{-6}/(2.91 \ln(0.2)) = 1.06 \mu\text{F}$.
- T2)** L'argument del cosinus és de la forma $kx + \omega t$, on el signe positiu indica que la ona es propaga en la direcció de les x 's negatives. D'altra banda tenim $k = 2 \text{ cm}^{-1}$ i $\omega = 4 \text{ s}^{-1}$, de forma que $v = \omega/k = 2 \text{ cm/s}$. La freqüència és $f = \omega/(2\pi) = 0.63 \text{ s}^{-1}$. Finalment, la longitud d'ona es $\lambda = 2\pi/k = 2\pi/2 = 3.14 \text{ cm}$.
- T3)** La potència aparent val $S = \sqrt{Q^2 + P^2} = 1118 \text{ VA}$. La potència activa equival a la potència dissipada al circuit. Finalment sabem que $P = V_{ef}I_{ef} \cos \varphi$ i que $Q = V_{ef}I_{ef} \sin \varphi$, de forma que $\tan \varphi = Q/P = 0.5$, d'on obtenim $\varphi = 26^{\circ}56'$ i el factor de potència resulta ser $\cos \varphi = 0.894$.
- T4)** Sabem que la resistència que connectada als extrems d'un circuit consumeix la màxima potència és de valor igual a la resistència de Thévenin del circuit al que ha estat connectada. Mirant el gràfic veiem que la potència es fa màxima per $R = 50 \Omega$, de forma que $R_{Th} = 50 \Omega$. D'altra banda la potència consumida és de 0.5 W segons indica novament el gràfic. El circuit que s'obté de connectar aquesta R a l'equivalent Thévenin esmentat consta d'una font de tensió ϵ_{Th} connectada en sèrie amb la resistència de Thévenin i aquesta $R = R_{Th}$, i per tant R consumeix una potència $P = \epsilon_{Th}^2 R / (R + R_{Th})^2$. Amb $R = R_{Th} = 50 \Omega$ i $P = 0.5 \text{ W}$, resulta $\epsilon_{Th} = 2\sqrt{PR_{Th}} = 10 \text{ V}$.

- T5)** La distància que separa el primer focus emissor del punt de mesura P és la mateixa que la que separa P del segon focus emissor, donat que els tres punts formen un triangle equilàter. Com que les ones emeses són coherents i es troben en fase, arriben també en fase al punt d'observació i per tant en P s'observa interferència constructiva.
- T6)** La impedància total del circuit és $\bar{Z} = 100|_{60^\circ} = 50 + j 86.6 \Omega$. Podem fer dues coses per corregir el factor de potència i assolir la ressonància: o bé afegir un condensador de reactància 86.6Ω en sèrie o bé afegir-lo en paral·lel, però de valor $X' = -\frac{R^2 + X^2}{X} = 115.5 \Omega$.
- T7)** Primer cal decidir quins díodes conduexen i quins no. Suposem que el Zener no conduex: llavors el díode sí que ha de conduir ja que en cas contrari caurien 45 V als seus extrems. Assumint aquesta situació, el corrent al circuit serà, donat que no passa corrent pel Zener, $I = (45 - 1.2)/(30 + 15) = 0.97 \text{ A}$, i la diferència de potencial a extrems del Zener $\Delta V_Z = 45 - 30 \cdot 0.97 - 1.2 = 14.6 \text{ V}$, cosa que és impossible amb $V_Z = 10 \text{ V}$ sense conduir el Zener. Per tant, el Zener conduex. Això implica que a la resistència de 15Ω circula un corrent $I = (10 - 1.2)/15 = 0.59 \text{ A}$.
- T8)** Obviament el LED conduex ja que en cas contrari no consumiria cap potència. El valor d'aquesta, 0.03 W , és igual al producte de la tensió als seus extrems ΔV per la intensitat I que circula a través seu. Com que tot està connectat en sèrie, I és el mateix corrent que circula per la resistència, que podem trobar aplicant la llei d'Ohm. A una banda de la resistència hi ha una tensió ϵ , mentre que a l'altra hi ha una tensió $V_\gamma = 0.9 \text{ V}$ prenent com a origen el born negatiu de la font. Així doncs resulta $I = (\epsilon - 0.9)/175$, i per tant l'equació de la potència, $P = I\Delta V$, esdevé $0.03 = 0.9(\epsilon - 0.9)/175$. Aïllant trobem $\epsilon = 6.73 \text{ V}$.

Resolució del Problema 1

- a) A l'estat estacionari no circula cap corrent per les branques on hi ha condensadors, la qual cosa simplifica considerablement el càlcul. De fet el corrent que circula per R_1 s'obté immediatament aplicant la llei d'Ohm als seus extrems, donat que la fem ϵ es troba connectada en paral·lel. Així resulta $I_1 = \epsilon/R_1 = 50/50 = 1$ A. Pel que fa referència a la resta, com que no circula cap corrent pels condensadors, veiem que tot el corrent que circula per R_2 passa integrament per R_4 i per R_3 , i que tot aquest conjunt es troba connectat en paral·lel amb R_1 , que al seu torn es troba en paral·lel amb ϵ . Així doncs, resulta $I_2 = I_3 = I_4 = I$, on $I = \epsilon/(R_2 + R_3 + R_4) = 50/(25 + 15 + 60) = 0.5$ A.

Un cop coneguts els corrents, trobem la potència a cada resistència fent servir l'expressió $P = I^2 R$. Així doncs, $P_1 = I_1^2 R_1 = 1^2 \cdot 50 = 50$ W, $P_2 = I_2^2 R_2 = (0.5)^2 \cdot 25 = 6.25$ W, $P_3 = I_3^2 R_3 = (0.5)^2 \cdot 15 = 3.75$ W, i $P_4 = I_4^2 R_4 = (0.5)^2 \cdot 60 = 15$ W.

Per tal de trobar la càrrega que enmagatzema cada condensador només cal determinar la diferència de potencial als seus extrems, donat que $C = Q/\Delta V$ i que, per tant, $Q = C \Delta V$. Del dibuix veiem que C_1 es troba connectat en paral·lel a R_2 , la qual cosa implica que la caiguda de tensió als extrems de tots dos elements és igual. Així doncs $\Delta V_1 = R_2 I_2 = 25 \cdot 0.5 = 12.5$ V i per tant $Q_1 = C_1 \Delta V_1 = (14 \cdot 10^{-9}) \cdot 12.5 = 1.75 \cdot 10^{-7} = 0.175 \mu\text{C}$. De la mateixa forma, C_2 es troba connectat en paral·lel a R_4 i així, procedint igual que abans trobem $\Delta V_2 = R_4 I_4 = 60 \cdot 0.5 = 30$ V, d'on s'obté $Q_2 = C_2 \Delta V_2 = (20 \cdot 10^{-9}) \cdot 30 = 6 \cdot 10^{-7} = 0.6 \mu\text{C}$. Idènticament per C_3 resulta $\Delta V_3 = R_3 I_3 = 15 \cdot 0.5 = 7.5$ V i $Q_3 = C_3 \Delta V_3 = (25 \cdot 10^{-9}) \cdot 7.5 = 1.875 \cdot 10^{-7} = 0.1875 \mu\text{C}$.

- b) Com que R_1 continua connectada en paral·lel a ϵ , la tensió als seus extrems no varia i per tant el corrent tampoc, de forma que $I_1 = 1$ A com abans. Per les mateixes raons que a l'apartat anterior, el corrent que circula per R_2 és el mateix que el que circula per R_4 , però ara és diferent al que circula per R_3 doncs aquesta resistència es troba connectada en paral·lel a la bateria $\tilde{\epsilon}$, resultat d'haver-la substituït per C_3 . Però a l'haver fet aquesta operació, veiem que la tensió als extrems de R_3 és precisament $\tilde{\epsilon} = 60$ V, de forma que el corrent a través seu és $I_3 = 60/15 = 4$ A.

Finalment per determinar $I_2 = I_4$ observem que si fixem la tensió al nus inferior dret igual a zero, la tensió a l'extrem inferior de R_2 és 50 V, mentre que la tensió a l'extrem dret de R_4 és 60 V, i per tant la diferència de potencial al conjunt format per R_2 i R_3 és $\Delta V = 60 - 50 = 10$ V, de forma que $I_2 = I_4 = \Delta V/(R_2 + R_4) = 10/(60 + 25) = 0.153$ A.

Resolució del Problema 2

- a) Donat que tots els elements es troben connectats en sèrie, el corrent I és comú a tots ells. La tensió a la resistència V_R va en fase amb el corrent, i la tensió a la bobina V_L s'avança 90° , de forma que V_L i V_R són perpendiculars. D'altra banda el desfasatge entre els fasors corresponents a la tensió total $\epsilon = V_L + V_R$ i al corrent (paral·lel a I) és de 60° , cosa que sabem del fet que el factor de potència del circuit és 0.5. Per tant, deduïm que $V_L/V_R = \tan 60^\circ = \sqrt{3}$, de forma que $V_R = V_L/\sqrt{3} = 173.2/\sqrt{3} = 100$ V. El valor eficaç de la tensió del generador és,

doncs, $\sqrt{V_L^2 + V_R^2} = \sqrt{173.2^2 + 100^2} = 200 \text{ V}$, i el corrent es pot treure llavors aplicant la llei d'Ohm a la resistència, $I = V_R/R = 100/75 = 1.33 \text{ A}$. Si prenem com a referència de fases la del generador, els fasors corresponents són

$$\epsilon = 200_{|0^\circ} \text{ V} \quad , \quad I = 1.33_{|-60^\circ} \text{ A} \quad \& \quad V_R = 100_{|-60^\circ} \text{ V} .$$

- b) La relació entre la tensió eficaç a la bobina i el valor eficaç del corrent ens dóna la seva reactància, de forma que $X_L = L\omega = V_L/I$, i per tant resulta $L = V_L/(I\omega) = 173.2/(1.33 \cdot (2\pi \cdot 50)) = 0.41 \text{ H}$.

La intensitat es fa màxima quan el circuit és ressonant, la qual cosa implica que la part imaginària de la impedància s'anula. Per tant, cal afegir un condensador en sèrie, de forma que $X_L = X_C$. Això ens porta a la condició $L\omega = 1/(C\omega)$, i per tant $C = 1/(L\omega^2) = 1/(0.41(2\pi \cdot 50)^2) = 10 \mu\text{F}$.

A la ressonància el factor de potència del circuit esdevé la unitat i la impedància esdevé real i igual al valor de la seva resistència. El corrent que circula pel circuit és doncs $I = \epsilon/R = 200/75 = 2.67 \text{ A}$, i la potència consumida pel circuit resulta ser $P = V_{ef}I_{ef} \cos \varphi = 200 \cdot 2.67 \cdot 1 = 533.3 \text{ W}$.

Resolució del Problema 3

- a) D'una banda, l'equació de la malla de sortida ens diu que

$$10 = R_D I_D + V_{DS},$$

i d'altra sabem que $V_{GS} = 4.5 \text{ V}$, per la qual cosa $V_{GT} = V_{GS} - V_T = 4.5 - 0.8 = 3.7 > 0$, de forma que el transistor no treballa en règim de tall.

Suposarem que el transistor treballa en règim de saturació. En tal cas, el corrent de sortida és

$$I_D = \frac{\beta}{2} V_{GT}^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} (3.7)^2 = 13.69 \text{ mA} ,$$

que substituït a l'equació inicial, ens porta a $V_{DS} = 10 - R_D I_D = 10 - (2 \cdot 10^3)(13.69 \cdot 10^{-3}) = -17.38 \text{ V}$, la qual cosa ens indica que la hipòtesi de saturació és falsa donat que aquest valor no pot ser negatiu. Així doncs, arribem a la conclusió que el transistor treballa al règim òhmic, de forma que:

$$I_D = \beta \left[V_{GT} V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

Si tornem a fer ús de l'equació inicial, observem que $I_D = \frac{10 - V_{DS}}{2000}$, de manera que si la substituïm en l'equació d' I_D pel règim òhmic, ens queda una equació de segon grau per V_{DS} :

$$10 = (2 \cdot 10^3) \left[2 \cdot 10^{-3} \left(3.7 V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right) \right] + V_{DS}$$

i per tant

$$2V_{DS}^2 - 15.8 V_{DS} + 10 = 0$$

Aquesta equació té dues solucions:

$$V_{DS} = 7.21 \text{ V} \text{ i } V_{DS} = 0.69 \text{ V}$$

La que compleix la condició de zona òhmica $0 < V_{DS} \leq V_{GT}$ és la segona, la qual cosa confirma el resultat.

Un cop sabem V_{DS} , podem trobar I_D substituint a l'equació del corrent del transistor en òhmica, o a la de la malla de sortida. Si mirem aquesta darrera, $10 = R_D I_D + V_{DS}$, resulta

$$I_D = \frac{10 - V_{DS}}{R_D} = \frac{10 - 0.69}{2000} = 4.65 \text{ mA} .$$

- b) En saturació es verifica que $I_D \neq 0$ i que $V_{DS} > V_{GT} > 0$, mentre que en òhmica, amb $I_{DS} \neq 0$, resulta $V_{GT} > V_{DS} > 0$. El cas límit de transició d'un règim a l'altre és precisament quan $V_{DS} = V_{GT} = 3.7 \text{ V}$ pel nostre problema. Sabent això, trobem directament el corrent de sortida I_{DS} a partir de l'expressió $I_{DS} = \frac{1}{2} \beta V_{GT}^2 = \frac{1}{2} (2 \cdot 10^{-3}) (3.7)^2 = 13.69 \text{ mA}$ (noteu que en aquest cas l'expressió del corrent en òhmica i en saturació són coincidents). A partir d'aquí, fent servir novament l'equació de la malla de sortida per trobar $V_{DD} = R_D I_D + V_{DS} = (2 \cdot 10^3) (13.69 \cdot 10^{-3}) + 3.7 = 31.08 \text{ V}$.

Finalment, hem vist abans que amb $V_{DD} = 10 \text{ V}$ el transistor treballa en òhmica, i que la transició al règim de saturació esdevé quan $V_{DD} = 31.08 \text{ V}$, de forma que si augmentem V_{DD} , passa d'òhmica a saturació.