

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen FINAL de Física
18 de Gener de 2016

Model A

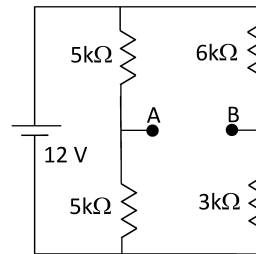
Qüestions: 40% de l'examen

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.

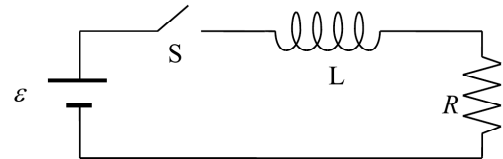
T1) Si la resistència interna de la font de tensió del circuit de la figura és nul·la, quin és el seu equivalent Thévenin entre els punts A i B ?

- a) $\varepsilon_{Th} = 12 \text{ V}$ i $R_{Th} = 19 \text{ k}\Omega$.
- b) $\varepsilon_{Th} = 2 \text{ V}$ i $R_{Th} = 4.5 \text{ k}\Omega$.
- c) $\varepsilon_{Th} = 2 \text{ V}$ i $R_{Th} = 19 \text{ k}\Omega$.
- d) $\varepsilon_{Th} = 12 \text{ V}$ i $R_{Th} = 4.74 \text{ k}\Omega$.



T2) Immediatament després de tancar l'interruptor del circuit esquematitzat a la figura,

- a) el voltatge en borns de la bobina és nul.
- b) la intensitat del corrent en el circuit és nul·la.
- c) el voltatge en borns de la resistència és ε .
- d) la intensitat del corrent en el circuit és ε/R .

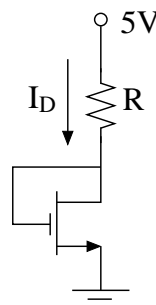


T3) Un circuit està format per dues branques en paral·lel. La primera té una bobina de coeficient d'autoinducció $L = 100 \text{ mH}$ i la segona té una resistència R . El conjunt es connecta a un generador de corrent altern de 1000 Hz i es troba que la seva força electromotriu està avançada 75° respecte a la intensitat total. R val:

- a) 2345Ω .
- b) 27Ω .
- c) 170Ω .
- d) 370Ω .

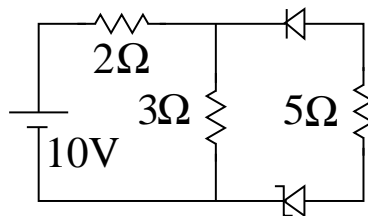
T4) El transistor NMOS de la figura té $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$, mentre que $R = 692.042 \Omega$ i $I_D = 2.89 \text{ mA}$. El valor V_T del transistor és:

- a) 1.1 V .
- b) 1.2 V .
- c) 1.4 V .
- d) 1.3 V .



T5) En el circuit de la figura el díode d'unió té $V_\gamma = 0.7\text{V}$ i el díode Zener $V_\gamma = 0.8\text{V}$ i $V_Z = 9\text{V}$. La tensió a extrems de la resistència de 3Ω és:

- a) 11 V.
- b) 6 V.
- c) 5.5 V.
- d) 5.1 V.



T6) Es fa incidir llum no polaritzada, d'intensitat I_0 , perpendicularment sobre tres làmines polaritzadores paral·leles entre sí, situades una a continuació de l'altra. Els eixos de la primera i la tercera làmina són perpendiculars, i l'eix de la làmina central forma 45° amb els de les altres dues. La intensitat de la llum transmesa és:

- a) 0.
- b) $I_0/4$.
- c) $I_0/2$.
- d) $I_0/8$.

T7) Ordeneu les següents ones electromagnètiques segons la seva freqüència (de menor a major): ones de ràdio (r), llum visible (v), infraroigs (i), raigs X (x) i radiació ultraviolada (u).

- a) r,v,i,x,u.
- b) r,i,v,u,x.
- c) i,v,r,u,x.
- d) i,r,v,u,x.

T8) De les següents funcions d'ona (les distàncies estan expressades en metres i el temps en segons), quina representa una pertorbació que es propaga amb una velocitat $v = 15\text{ m/s}$ en el sentit negatiu de l'eix x i període $T = 0.4\text{ s}$?

- a) $f(x, t) = 0.4 \sin(6.193 x + 15.708 t)$.
- b) $f(x, t) = 0.1 \sin(1.0472 x + 2.9617 t)$.
- c) $f(x, t) = 0.4 \sin(1.0472 x + 15.708 t)$.
- d) $f(x, t) = 0.1 \sin(6.193 x - 15.708 t)$.

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen FINAL de Física
18 de Gener de 2016

Model B

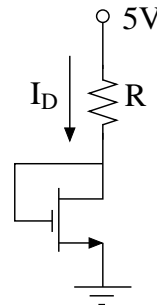
Qüestions: 40% de l'examen

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) El transistor NMOS de la figura té $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$, mentre que $R = 692.042 \Omega$ i $I_D = 2.89 \text{ mA}$. El valor V_T del transistor és:

- a) 1.3 V.
- b) 1.2 V.
- c) 1.4 V.
- d) 1.1 V.

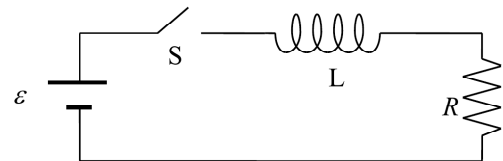


T2) Es fa incidir llum no polaritzada, d'intensitat I_0 , perpendicularment sobre tres làmines polaritzadores paral·leles entre sí, situades una a continuació de l'altra. Els eixos de la primera i la tercera làmina són perpendiculars, i l'eix de la làmina central forma 45° amb els de les altres dues. La intensitat de la llum transmesa és:

- a) $I_0/2$.
- b) 0.
- c) $I_0/8$.
- d) $I_0/4$.

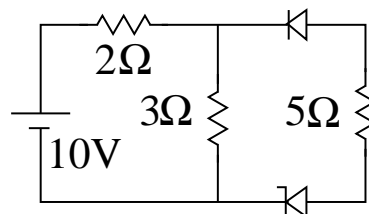
T3) Immediatament després de tancar l'interruptor del circuit esquematitzat a la figura,

- a) la intensitat del corrent en el circuit és ϵ/R .
- b) la intensitat del corrent en el circuit és nul·la.
- c) el voltatge en borns de la resistència és ϵ .
- d) el voltatge en borns de la bobina és nul.



T4) En el circuit de la figura el díode d'unió té $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ i el díode Zener $V_\gamma = 0.8 \text{ V}$ i $V_Z = 9 \text{ V}$. La tensió a extrems de la resistència de 3Ω és:

- a) 5.1 V.
- b) 11 V.
- c) 5.5 V.
- d) 6 V.

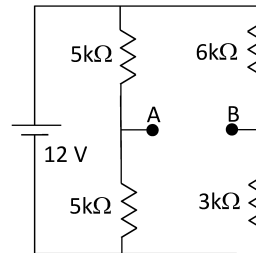


T5) De les següents funcions d'ona (les distàncies estan expressades en metres i el temps en segons), quina representa una pertorbació que es propaga amb una velocitat $v = 15 \text{ m/s}$ en el sentit negatiu de l'eix x i període $T = 0.4 \text{ s}$?

- a) $f(x, t) = 0.4 \sin(6.193 x + 15.708 t)$.
- b) $f(x, t) = 0.1 \sin(6.193 x - 15.708 t)$.
- c) $f(x, t) = 0.4 \sin(1.0472 x + 15.708 t)$.
- d) $f(x, t) = 0.1 \sin(1.0472 x + 2.9617 t)$.

T6) Si la resistència interna de la font de tensió del circuit de la figura és nul·la, quin és el seu equivalent Thévenin entre els punts A i B ?

- a) $\varepsilon_{\text{Th}} = 2 \text{ V}$ i $R_{\text{Th}} = 19 \text{ k}\Omega$.
- b) $\varepsilon_{\text{Th}} = 12 \text{ V}$ i $R_{\text{Th}} = 4.74 \text{ k}\Omega$.
- c) $\varepsilon_{\text{Th}} = 12 \text{ V}$ i $R_{\text{Th}} = 19 \text{ k}\Omega$.
- d) $\varepsilon_{\text{Th}} = 2 \text{ V}$ i $R_{\text{Th}} = 4.5 \text{ k}\Omega$.



T7) Ordeneu les següents ones electromagnètiques segons la seva freqüència (de menor a major): ones de ràdio (r), llum visible (v), infraroigs (i), raigs X (x) i radiació ultraviolada (u).

- a) i,r,v,u,x.
- b) i,v,r,u,x.
- c) r,i,v,u,x.
- d) r,v,i,x,u.

T8) Un circuit està format per dues branques en paral·lel. La primera té una bobina de coeficient d'autoinducció $L = 100 \text{ mH}$ i la segona té una resistència R . El conjunt es connecta a un generador de corrent altern de 1000 Hz i es troba que la seva força electromotriu està avançada 75° respecte a la intensitat total. R val:

- a) 27Ω .
- b) 370Ω .
- c) 170Ω .
- d) 2345Ω .

Cognoms i Nom:

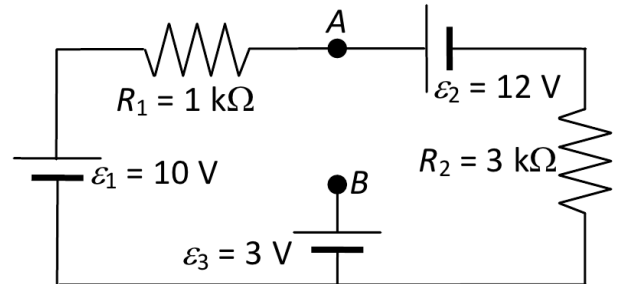
Codi:

Examen FINAL de Física
18 de Gener de 2016

Problema 1 (20% de l'examen)

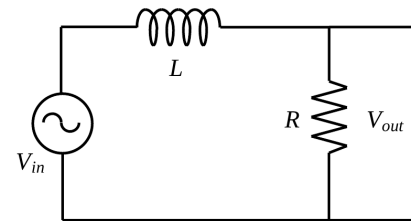
Al circuit de la figura totes les fonts de tensió tenen un resistència interna negligible i es poden considerar ideals.

- Quina és la potència consumida o subministrada per cadascuna de les tres fonts de tensió?
- Quina tensió indicarà un voltímetre ideal connectat entre A i B? Quin punt està a un potencial més alt?
- Quina intensitat indicarà un amperímetre ideal connectat entre A i B? En quin sentit circularia el corrent?
- Si en un cert moment connectem entre A i B un condensador de capacitat $1 \mu\text{F}$, quin temps trigarà a assolir el 80% de la seva càrrega màxima? Quina càrrega tindrà en aquest moment?



Problema 2 (20% de l'examen)

El circuit de la figura correspon a un dels filtres estudiats al laboratori. Mitjançant l'oscil·loscopi mesurem les tensions d'entrada i sortida per una freqüència de 2200 Hz. El fasor de la tensió d'entrada és $\bar{V}_{in} = 5\sqrt{2}/0^\circ \text{ V}$, mentre que als extrems de la resistència resulta ser $\bar{V}_{out} = 5/-45^\circ \text{ V}$. (Nota: en tots els cassos, tant per tensions com intensitats, estem utilitzant valors màxims i no eficaços).

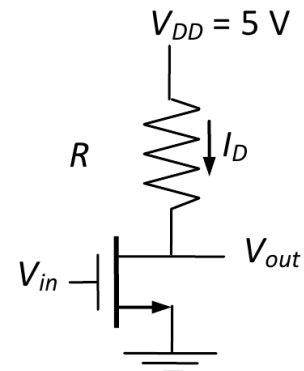


- Si mesurem la intensitat amb el polímetre i en resulta un valor màxim de 5 mA, quin és el fasor de la intensitat?
- Determinar la impedància complexa total i els valors de R i L.
- Si mantenim la mateixa tensió d'entrada, quin serà el fasor \bar{V}_{out} per una freqüència de 1100 Hz? de quin tipus de filtre es tracta?

Problema 3 (20% de l'examen)

Al circuit de la figura el transistor NMOS està caracteritzat per $V_T = 1 \text{ V}$, $\beta = 0.5 \text{ mA/V}^2$.

- Si $V_{in} = V_{DD}$ i $R = 100 \Omega$, determineu els valors de I_D i V_{out} .
- Si $V_{in} = V_{DD}$, per a quins valors de R el transistor treballa en saturació?
- Si $V_{in} = V_{DD}$ i $R = 2 \text{ k}\Omega$, determineu els valors de I_D i V_{out} .



Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Per calcular la *fem* de Thévenin ε_{Th} , en primer lloc determinarem les intensitats que circulen per les branques on hi ha les resistències. Per la de l'esquerra, on hi ha les dues resistències de $5\text{ k}\Omega$, tenim que $I_1 = 12/(5+5) = 1.2\text{ mA}$. Per l'altra branca la intensitat és $I_2 = 12/(6+3) = 1.333\text{ mA}$. La *fem* de Thévenin és la diferència de potencial entre els punts A i B, que es pot calcular a partir de la caiguda de tensió a la resistència inferior de $5\text{ k}\Omega$ i a la de $3\text{ k}\Omega$, tenint en compte que per les dues resistències els corrents van cap avall. Per tant tenim: $\varepsilon_{Th} = 5I_1 - 3I_2 = 2\text{ V}$. Per calcular la R_{Th} curtcircuitem el generador i, com la seva resistència interna és nul·la, la resistència equivalent és la corresponent a l'associació en sèrie de dos grups de resistències. El primer està format per l'associació en paral·lel de les dues resistències de $5\text{ k}\Omega$ i el segon per l'associació en paral·lel de les de $3\text{ k}\Omega$ i $6\text{ k}\Omega$. Així doncs: $R_{Th} = [5 \cdot 5/(5+5)] + [3 \cdot 6/(3+6)] = 4.5\text{ k}\Omega$.
- T2)** En un circuit RL, la presència de la bobina provoca que el corrent no pugui augmentar de forma instantània. De fet, el corrent és inicialment nul i augmenta progressivament fins al valor corresponent a l'estat estacionari.
- T3)** La impedància del circuit és $Z \exp(j75^\circ)$ i, fent l'associació en paral·lel de les dues branques, $(1/R + 1/(L\omega j))^{-1} = R(L\omega)/(L\omega - Rj) = R(L\omega)(L\omega + Rj)/((L\omega)^2 + R^2)$. Llavors $\tan 75^\circ = R/(L\omega)$. D'aquí trobem $R = 2345\ \Omega$.
- T4)** Donat que sabem R i el corrent I_D , trobem el valor de la tensió de drenador del transistor V_D aplicant la llei d'Ohm: $V_D = 5 - R I_D = 5 - 692.042 \cdot 0.00289 = 3\text{ V}$. Donat que el drenador i la porta del transistor estan connectats per un fil conductor, les tensions V_G i V_D són iguals, de forma que $V_{GS} = V_{DS}$ i per tant $V_{GS} - V_T < V_{DS}$, la qual cosa vol dir que el transistor treballa en saturació. A partir de l'expressió del corrent en saturació $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2$ resulta $2.89 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3}(3 - V_T)^2/2$ que té les sol. solucions $V_T = 1.3\text{ V}$ i $V_T = 4.7\text{ V}$. La segona no pot ser donat que el transistor es trobaria en tall per a aquest valor, de forma que $V_T = 1.3\text{ V}$.
- T5)** Amb la polaritat de la font donada, el díode d'unió de dalt no pot conduir mai, de forma que el corrent per la branca on es troba és sempre nul. Només hi ha un corrent que circula per la malla de l'esquerra, i per tant la tensió a extrems de la resistència de $3\ \Omega$ és $\Delta V = 10 \cdot 3/(2+3) = 6\text{ V}$.

- T6)** La intensitat que travessa la primera làmina polaritzadora és $I_0/2$. La que travessa la segona làmina és $(I_0/2) \cos^2(45^\circ) = I_0/4$ i la que travessa la tercera és $(I_0/4) \cos^2(45^\circ) = I_0/8$.
- T7)** D'acord a l'espectre electromagnètic trobem de menor a major freqüència: ones de ràdio (r), infraroigs (i), llum visible (v), radiació ultraviolada (u) i, finalment, raigs X (x).
- T8)** Considerem $f(x, t) = A \sin[kx + \omega t]$. Sabem que $T = \frac{2\pi}{\omega}$ i que $v = \frac{\omega}{k}$. Així, trobem que $(\omega, k) = (15.708, 1.0472) \Rightarrow v = 15\text{m/s}, T = 0.4$ s.

Resolució dels Problemes

Problema 1

- a) Per ε_3 no circula corrent. Sols tindrem un corrent per les altres fonts de valor $I = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{R_1 + R_2} = 0.5$ mA en sentit antihorari. Pel que fa a les potències:
- ε_1 treballa com un receptor i consumeix $P_1 = \varepsilon_1 I = 5$ mW.
 - ε_2 treballa com generador i subministra $P_2 = \varepsilon_2 I = 6$ mW.
 - ε_3 no consumeix ni subministra energia.
- b) Si anem de B a A per la dreta $V_A - V_B = -\varepsilon_3 - R_2 I + \varepsilon_2 = 7.5$ V. Com que $V_A - V_B > 0 \Rightarrow V_A > V_B$.
- c) Això equivaldrà a curtcircuitar A i B, i el més convenient és determinar el circuit equivalent Thévenin. De l'apartat anterior $\varepsilon_{Th} = V_A - V_B = 7.5$ V. Pel que fa a la resistència, es tracta de dues resistències connectades en paral·lel, de forma que $R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 0.75$ k Ω . La intensitat de la branca del mig correspondrà a la intensitat de curtcircuit en el circuit equivalent Thévenin, per tant $I = \frac{\varepsilon_{Th}}{R_{Th}} = 10$ mA, de A cap a B.
- d) A partir del moment en que es connecta el condensador ($t=0$) tenim un procés de càrrega, descrit per la fórmula $q(t) = \varepsilon_{Th} C [1 - e^{-t/\tau}]$, on $\tau = R_{Th} C = 0.75$ ms. Per determinar l'instant en que assoleix el 80% de la càrrega màxima cal solucionar $\frac{80}{100} \varepsilon_{Th} C = \varepsilon_{Th} C [1 - e^{-t/\tau}]$. Aquesta expressió es pot simplificar com $e^{-t/\tau} = 1 - 0.8 = 0.2$, i prenent logaritmes als dos costats $t = -\tau \ln(0.2) = 1.2$ ms. En aquest moment la càrrega serà $q = 0.8 \varepsilon_{Th} C = 6 \cdot 10^{-6}$ C.

Problema 2

- a) A la resistència intensitat i tensió estan en fase, per tant $\bar{I} = 5 \cdot 10^{-3} / \underline{-45^\circ}$ A
- b) Per la impedància total tindrem

$$\bar{Z}_{tot} = \frac{\bar{V}_{in}}{\bar{I}} = \frac{5\sqrt{2}/0^\circ}{5 \cdot 10^{-3} / \underline{-45^\circ}} = \sqrt{2} \cdot 10^3 / \underline{45^\circ} \Omega, \quad (1)$$

per tant

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{2} \cdot 10^3 \cos(45^\circ) = 1000 \Omega, \\ L\omega &= \sqrt{2} \cdot 10^3 \sin(45^\circ) = 1000 \Omega, \end{aligned}$$

de forma que $L = 1000/\omega = 1000/(2\pi f) = 0.072$ H.

- c) La impedància total per a 1100 Hz serà
- $$\bar{Z}' = R + jL\omega' = 1000 + j \frac{1000}{\omega} \omega' = 1000 + j500 \Omega = 1118 / \underline{26.6^\circ} \Omega.$$
- Així per la tensió de sortida tindrem

$$\bar{V}_{out} = \bar{I}' \cdot \bar{Z}_R = \frac{\bar{V}_{in}}{\bar{Z}'} \bar{Z}_R = \frac{5\sqrt{2}/0^\circ}{1118/\underline{26.6^\circ}} 1000/0^\circ = 6.32 / \underline{-26.6^\circ} V \quad (2)$$

Donat que el mòdul és superior al que teníem per una freqüència de 2300 Hz, es tracta d'un filtre passa-baixos.

Problema 3

- a) Com tenim $V_{in} = V_{GS} = 5 \text{ V} > V_T = 1 \text{ V}$, el transistor no està en tall i $V_{GT} = V_{GS} - V_T = 5 - 1 = 4 \text{ V}$. Si suposem que està en saturació ($V_{DS} > V_{GT}$), llavors $I_D = \frac{\beta}{2} V_{GT}^2 = 4 \text{ mA}$, i $V_{out} = V_{DS} = V_{DD} - R \cdot I_D = 4.6 \text{ V} > V_{GT} = 4 \text{ V}$, la qual cosa vol dir que efectivament està en saturació i, per tant, $I_D = I = 4 \text{ mA}$ i $V_{out} = 4.6 \text{ V}$
- b) Com a l'apartat anterior, el transistor no està en tall i $V_{GT} = 4 \text{ V}$. Per tal que estigui en saturació s'ha de satisfer $V_{DS} = V_{DD} - R \cdot I_D > V_{GT}$ on $I_D = \frac{\beta}{2} V_{GT}^2 = 4 \text{ mA}$, és a dir $(5 - R \cdot 4 \cdot 10^{-3}) > 4$, d'on deduïm $R < 0.25 \text{ k}\Omega$.
- c) L'entrada no canvia respecte als apartats anteriors. A la sortida $V_{DS} = V_{out} = V_{DD} - R \cdot I_D$. Si suposem que estan en saturació, $I_D = \frac{\beta}{2} V_{GT}^2 = 4 \text{ mA}$, de forma que $V_{DS} = V_{DD} - R \cdot I_D = 5 - 2 \cdot 8 = -11 \text{ V}$, així que estarà treballant a la regió òhmica.

Aquí tindrem $I_D = \beta \left(V_{GT} V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right) = 2 \cdot 10^{-3} V_{DS} - 0.25 \cdot 10^{-3} V_{DS}^2$. A la vegada també es compleix $V_{DS} = V_{DD} - R \cdot I_D$, que substituïda a l'anterior dóna l'equació $V_{DS}^2 - 10 V_{DS} + 10 = 0$. La solució $V_{DS} = 8.87 \text{ V}$ cal descartar-la, de forma que queda $V_{DS} = V_{out} = 1.13 \text{ V}$, i per tant $I_D = 1.94 \text{ mA}$.