

Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física
17 de juny del 2020

Model A

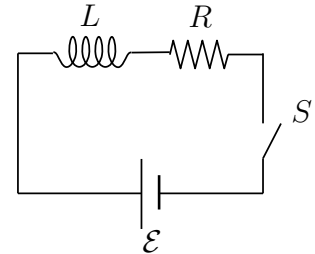
Qüestions: 40% de l'examen

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) Un cop tancat l'interruptor del circuit de la figura, quants cops ha de transcórrer la constant de temps τ_L per que l'energia emmagatzemada per la bobina sigui un 75% del seu valor final?

- a) 2.01 b) 0.29
c) 0.14 d) 1.39

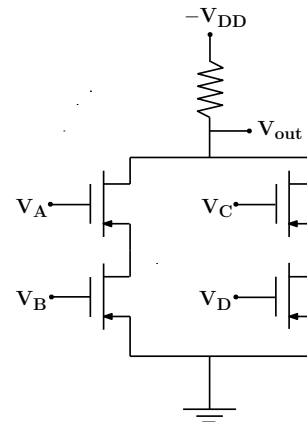


T2) La bateria d'un ordinador portàtil de 19.5 V i resistència interna negligible pot subministrar una càrrega total de 15 Ah. Determineu quina és l'autonomia de l'ordinador, sabent que dissipa una potència de 45 W.

- a) 5.5 hores. b) 6.5 hores. c) 7.0 hores. d) 6.0 hores.

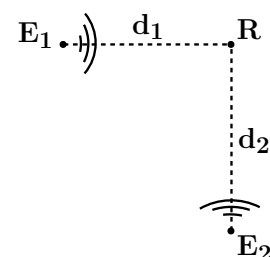
T3) El circuit de la figura funciona amb lògica negativa ((0, 1) \equiv (0, $-V_{DD}$)). Quina funció lògica implementa?

- a) $\overline{(A + B) \cdot (C + D)}$
b) $\overline{(A \cdot B) + (C \cdot D)}$
c) $(A + B) \cdot (C + D)$
d) $(A \cdot B) + (C \cdot D)$



T4) Els emissors d'ultrasons E_1 i E_2 de la figura emeten en fase ones de 40 kHz de freqüència. Diem d_1 i d_2 a les distàncies al receptor R de E_1 i E_2 , respectivament. Sabent que és $d_1 = 5$ cm, per quin dels següents valors de d_2 es detectarà a R una interferència destructiva? (Velocitat de propagació del so a l'aire $v = 340$ m/s)

- a) 5.00 cm b) 4.575 cm
c) 4.7875 cm d) 5.85 cm



Cognoms i Nom:

Codi

Examen FINAL de Física
17 de juny del 2020

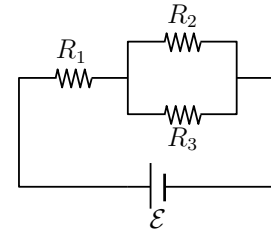
Model B

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) En el circuit de la figura les tres resistències són iguals, essent $R_1 = R_2 = R_3 = 4 \Omega$, i cadascuna d'elles pot dissipar una potència màxima $P_{max} = 9 \text{ W}$. Quant val la fem \mathcal{E} màxima que pot aplicarse al circuit?



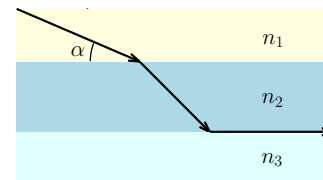
- a) 4.5 V
- b) 9 V
- c) 18 V
- d) 12 V

T2) A una distància r_1 d'una antena emissora d'ones electromagnètiques harmòniques i esfèriques, la intensitat mitjana és I_1 i l'amplitud del camp elèctric és E_1 . A una distància $r_2 = r_1/3$, quant valen la intensitat mitjana I_2 i l'amplitud del camp elèctric E_2 ?

- a) $I_2 = 3I_1, E_2 = 3E_1$
- b) $I_2 = 9I_1, E_2 = 3E_1$
- c) $I_2 = 9I_1, E_2 = 9E_1$
- d) $I_2 = 3I_1, E_2 = 9E_1$

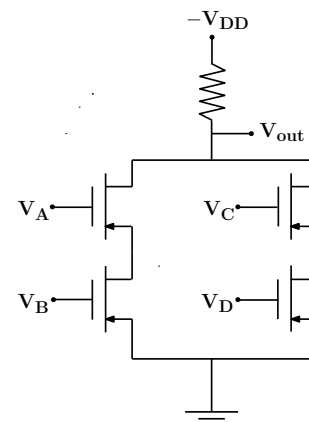
T3) La figura mostra un raig de llum que es propaga a través de tres medis diferents. Els índex de refracció del primer i segon medi valen $n_1 = 1.45$ i $n_2 = 1.60$, respectivament. Si és $\alpha = 30^\circ$, quan val l'índex de refracció n_3 del tercer medi?

- a) 1.425
- b) 1.256
- c) 0.725
- d) 1.086



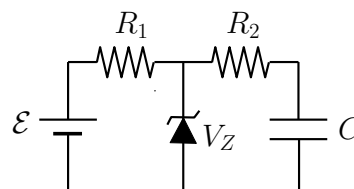
T4) El circuit de la figura funciona amb lògica negativa ((0, 1) \equiv (0, $-V_{DD}$)). Quina funció lògica implementa?

- a) $\overline{(A \cdot B) + (C \cdot D)}$
- b) $\overline{(A + B) \cdot (C + D)}$
- c) $(A \cdot B) + (C \cdot D)$
- d) $(A + B) \cdot (C + D)$



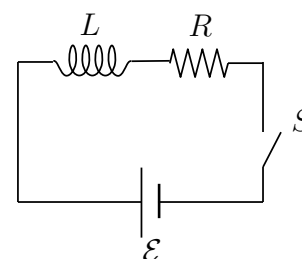
T5) En el circuit de la figura és $R_1 = 75 \Omega$, $R_2 = 25 \Omega$ i $C = 100 \text{ nF}$. Per $\mathcal{E} = 20 \text{ V}$, el condensador es carrega amb una càrrega $Q = 0.6 \mu\text{C}$. Quant val la tensió de ruptura V_Z del díode Zener?

- a) 6 V
- b) 10 V
- c) 20 V
- d) 14 V



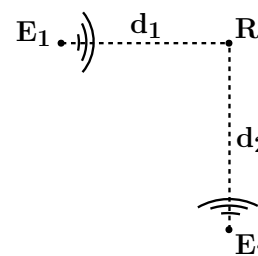
T6) Un cop tancat l'interruptor del circuit de la figura, quants cops ha de transcórrer la constant de temps τ_L per que l'energia emmagatzemada per la bobina sigui un 75% del seu valor final?

- a) 1.39
- b) 0.14
- c) 0.29
- d) 2.01



T7) Els emissors d'ultrasons E_1 i E_2 de la figura emeten en fase ones de 40 kHz de freqüència. Diem d_1 i d_2 a les distàncies al receptor R de E_1 i E_2 , respectivament. Sabent que és $d_1 = 5 \text{ cm}$, per quin dels següents valors de d_2 es detectarà a R una interferència destructiva? (Velocitat de propagació del so a l'aire $v = 340 \text{ m/s}$)

- a) 5.85 cm
- b) 4.7875 cm
- c) 4.575 cm
- d) 5.00 cm



T8) La bateria d'un ordinador portàtil de 19.5 V i resistència interna negligible pot subministrar una càrrega total de 15 Ah. Determineu quina és l'autonomia de l'ordinador, sabent que dissipa una potència de 45 W.

- a) 6.0 hores.
- b) 7.0 hores.
- c) 6.5 hores.
- d) 5.5 hores.

Cognoms i Nom:

Codi

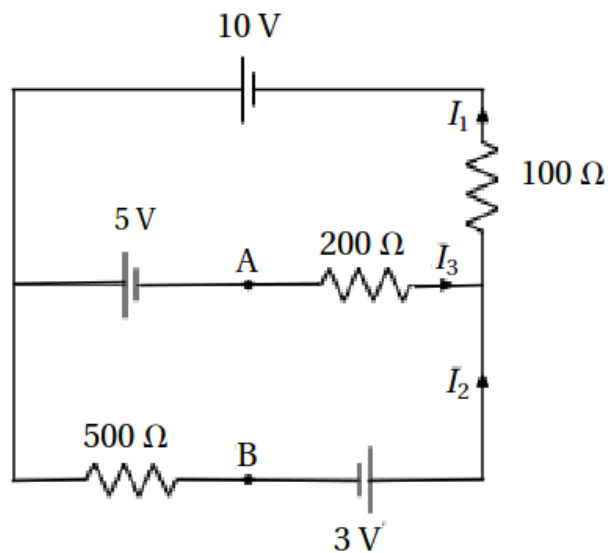
Examen FINAL de Física

17 de juny del 2020

Problema 1 (20% de l'examen)

En el circuit de corrent continu representat a la figura, determineu:

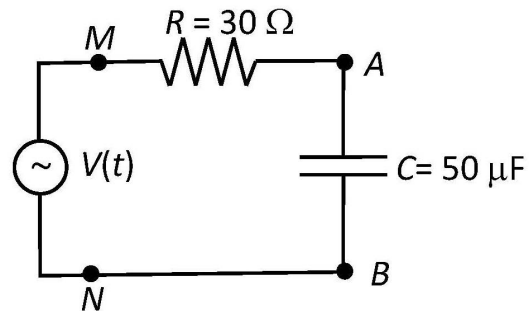
- Els corrents elèctrics I_1 , I_2 i I_3 , representats a la figura.
- Determineu el circuit equivalent de Thévenin entre els punts A i B.
- Si connectem els punts A i B amb un fil conductor de resistència negligible, quina intensitat de corrent passarà per aquest fil?



Problema 2 (20% de l'examen)

Considereu el circuit de la figura on $R = 30 \Omega$, $C = 50 \mu\text{F}$, i la font de tensió alterna estableix una ddp instantània $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$ amb $V_0 = 20 \text{ V}$ i $\omega = 1000 \text{ rad/s}$, on el temps s'expressa en segons i la fase en radians.

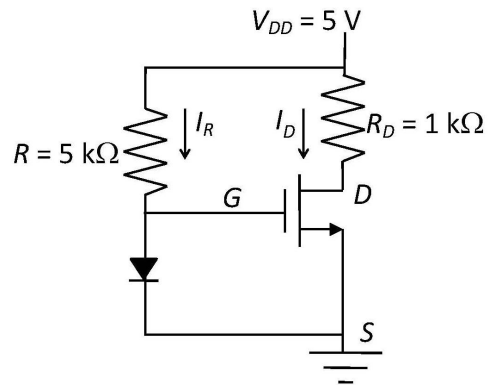
- Quins són els fasors de la intensitat subministrada per la font de tensió, i de les tensions a borns de la resistència i a borns del condensador?
- Quina potència mitjana es dissipa a la resistència i quina al condensador, i quin és el factor de potència del circuit?
- Quin element s'ha de connectar entre M i N i per corregir el factor de potència? En aquesta situació, quina és la potència mitjana dissipada a cada element?



Problema 3 (20% de l'examen)

Considereu el circuit de la figura, on la tensió llindar del díode és $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$, i els paràmetres característics de l'nMOS d'enriquiment són $V_T = 0.5 \text{ V}$ i $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$.

- Quins són els valors de les intensitats I_R i I_D que circulen per les resistències R i R_D , respectivament, així com les tensions V_G i V_D als punts G i D ?
- Si invertim la polarització del díode, quins són els valors d' I_R , I_D , V_G i V_D ?
- Quins resultats dels apartats anteriors canviarien si el díode fos ideal ($V_\gamma = 0$)?



Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** L'energia emmagatzemada per la bobina és $U_L = (1/2)LI^2$, per tant l'energia emmagatzemada serà un 75% del seu valor final quan la intensitat sigui $I = \sqrt{0.75}I_f = 0.866I_f$. Per altra banda, en funció del temps, serà $I(t) = I_f(1 - e^{-t/\tau_L})$. Combinant totes dues expressions resulta $1 - e^{-t/\tau_L} = 0.866 \Rightarrow e^{-t/\tau_L} = 0.134 \Rightarrow t = 2.01\tau_L$.
- T2)** La bateria subministra una energia total $U = \mathcal{E}Q$, per tant l'autonomia de l'ordinador serà $\Delta t = U/P_{dis} = \mathcal{E}Q/P_{dis} = 23400 \text{ s} = 6.5 \text{ h}$.
- T3)** Des del Terra fins a la font $-V_{DD}$ trobem una estructura para la de transistors PMOS, que corresponen a una estructura NOR. Dins de cada branca hi tenim dos PMOS en sèrie que corresponen a portes NAND a cada branca. Ajuntant els dos criteris, trobem que la porta obeeix la funció lògica $(A \cdot B) + (C \cdot D)$.
- T4)** Per que hi hagi interferència destructiva cal que la diferència de camins recorreguts per les dues ones satisfaci la relació $|d_1 - d_2| = (2n + 1)(\lambda/2) \Rightarrow d_2 = d_1 \pm (2n + 1)(\lambda/2)$. La longitud d'ona és $\lambda = v/f = 340/40 \times 10^3 = 0.85 \text{ cm}$. Resulta per tant $d_2 = 5 \pm (2n)(0.425/2)$ i per $n = 0$ obtenim $d_2 = 5 - 0.425 = 4.575 \text{ cm}$.
- T5)** Cada resistència pot conduir una intensitat màxima $I_{max} = \sqrt{P_{max}/R} = 1.5 \text{ A}$. Per altra banda, si diem I_1 a la intensitat que circula per R_1 , I_2 a la que circula per R_2 , i I_3 a la que circula per R_3 , ha de ser $I_2 = I_3 = I_1/2$. Per tant, la fem \mathcal{E} màxima que pot aplicarse al circuit serà $\mathcal{E}_{max} = R_1I_{max} + R_2I_{max}/2 = 9 \text{ V}$.
- T6)** La intensitat disminueix com la inversa del quadrat de la distància. Per tant si és $r_2 = r_1/3$, serà $I_2 = (r_1/r_2)^2I_1 = 9I_1$. L'amplitud del camp elèctric disminueix com la inversa de la distància, per tant serà $E_2 = (r_1/r_2)E_1 = 3E_1$.
- T7)** En la transmissió del primer al segon medi, l'angle d'incidència és $\theta_1 = 90^\circ - \alpha = 60^\circ$. Si diem θ_2 a l'angle de refracció, segons la llei d'Snell, ha de ser $\sin \theta_2 = (n_1/n_2) \sin \theta_1 = 0.785$. En la transmissió del medi 2 al medi 3, l'angle d'incidència és θ_2 i l'angle de refracció 90° . Tornant aplicant la llei de Snell, resulta $\sin 90^\circ = (n_2/n_3) \sin \theta_2 \Rightarrow n_3 = n_2 \sin \theta_2 = 1.256$.
- T8)** Un cop el condensador carregat, per R_2 no hi circularà corrent, per tant serà: $V_Z = V_C = Q/C = 0.6 \times 10^{-6}/100 \times 10^{-9} = 6 \text{ V}$.

Resolució del Problema 1

a) Les equacions de malla poden escriure's com

$$\begin{aligned}5 - 10 + 100I_1 + 200I_3 &= 0 \\5 + 3 - 500I_2 + 200I_3 &= 0\end{aligned}$$

que juntament amb l'equació de nusos $I_1 = I_2 + I_3$ ens determina la solució:

$$I_1 = 0.030 \text{ A}, \quad I_2 = 0.020 \text{ A}, \quad I_3 = 0.010 \text{ A}$$

b) La tensió Thévenin entre A i B es pot trobar del propi circuit recorrent un camí entre A i B. Per exemple, anant d'A a B en sentit horari trobem

$$V_{\text{Th}} = V_{AB} = 200I_3 + 3 = 5 \text{ V} .$$

La resistència de Thévenin la trobem curtcircuitant totes les fonts d'alimentació i calculant la resistència total entre els terminals A i B. Es pot veure que aquesta ve donada per un paral·lel de les tres resistències,

$$\frac{1}{R_{\text{Th}}} = \frac{1}{200} + \frac{1}{100} + \frac{1}{500} ,$$

resultant $R_{\text{Th}} = 58.82 \Omega$.

c) Podem trobar fàcilment la intensitat que passa d'A a B quant connectem aquests dos punts amb un conductor de resistència negligible mitjançant l'equivalent de Thévenin,

$$I = \frac{V_{\text{Th}}}{R_{\text{Th}}} = 0.085 \text{ A} .$$

Resolució del Problema 2

- a) La capacítància del condensador és $X_C = 1/(C\omega) = 20 \Omega$ i la seva reactància és $X = -X_C = -20 \Omega$. Per tant, $\mathbf{Z}_C = -jX_C = (20 \Omega)|_{-90^\circ}$ mentre que $\mathbf{Z}_R = R = 30 \Omega = (30 \Omega)|_{0^\circ}$.
I, com que estan en sèrie, la impedància del circuit $\mathbf{Z} = (R + jX) = \mathbf{Z}|\underline{\varphi}$ és $\mathbf{Z} = \mathbf{Z}_R + \mathbf{Z}_C = (30 - j20) \Omega = (36.06 \Omega)|_{-33.7^\circ}$
El fasor de la tensió és $\mathbf{V} = (20 \text{ V})|_{0^\circ}$
Per tant, el fasor de la intensitat és $\mathbf{I} = \mathbf{V}/\mathbf{Z} = (0.555 \text{ A})|_{33.7^\circ}$
El fasor de la tensió a la resistència és $\mathbf{V}_R = \mathbf{Z}_R\mathbf{I} = (16.64 \text{ V})|_{33.7^\circ}$
i el de la tensió al condensador és $\mathbf{V}_C = \mathbf{Z}_C\mathbf{I} = (11.09 \text{ V})|_{-56.3^\circ}$
- b) La potència mitjana dissipada en un condensador és nul·la, $P_C = 0$
i la resistència és $P_R = RI_{ef}^2 = RI_0^2/2 = 4.62 \text{ W}$
El factor de potència és $\cos(\varphi) = \cos(-33.7^\circ) = 0.832$
- c) Atès que el circuit es capacitiu, per corregir el factor de potència s'ha de connectar una bobina amb un reactància
 $X' = -Z^2/X = (-36.06)^2/(-20) = 65 \Omega = L\omega \rightarrow L = X'/\omega = 65 \text{ mH}$
La potència mitjana a la bobina i al condensador són nul·les, i a la resistència és la mateixa que abans de corregir el factor de potència perquè hi circula la mateixa intensitat.

Resolució del Problema 3

Per la porta G d'un transistor mai passa corrent. Per tant, en el circuit de la figura la intensitat que circula pel díode és $I_R = (V_{DD} - V_G)/R$ i es compleix $V_G = V_{DD} - RI_R$. A més, s'ha de satisfer $V_D = V_{DD} - R_D I_D$ i, com que la font S està connectada a terra, $V_G = V_{GS} = V_G - V_S$ i $V_D = V_{DS} = V_D - V_S$.

I la recta de càrrega a la sortida de l'nMOS s'escriu $I_D = (V_{DD}/R_D) - (1/R_D)V_{DS}$

- a) A la figura, el díode està polaritzat directament. Per tant, hi circula I_R i la ddp als seus borns és

$$V_G = V_{GS} = V_\gamma = 0.7 \text{ V} \rightarrow I_R = (V_{DD} - V_G)/R = 0.86 \text{ mA}$$

I, com que $V_{GS} \geq V_T = 0.5 \text{ V}$, l'nMOS no està en tall, amb $V_{GT} = V_{GS} - V_T = 0.2 \text{ V}$

Si suposem que l'nMOS està en saturació ($V_{DS} \geq V_{GS}$)

$$I_D = \frac{1}{2}\beta V_{GT}^2 = 0.04 \text{ mA} \rightarrow V_D = V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = 4.96 \text{ V} \geq V_{GT} = 0.2 \text{ V}$$

la qual cosa és consistent amb la suposició d'estar en saturació.

Així doncs, $V_G = 0.7 \text{ V}$; $I_R = 0.86 \text{ mA}$; $I_D = 0.04 \text{ mA}$; $V_D = 4.96 \text{ V}$

- b) Si invertim el díode, estarà en polarització inversa i no deixarà passar corrent, de manera que $I_R = 0 \rightarrow V_G = V_{GS} = V_{DD} - RI_R = 5 \text{ V}$.

Llavors $V_{GS} \geq V_T = 0.5 \text{ V}$, i l'nMOS tampoc estarà en tall i $V_{GT} = V_{GS} - V_T = 4.5 \text{ V}$.

Si, com a l'apartat anterior, suposem que està en saturació, veiem que no pot ser. Per tant, ha d'estar en òhmica ($V_{GT} \geq V_{DS}$) $\rightarrow I_D = \beta V_{GT} V_{DS} - \frac{1}{2}\beta V_{DS}^2 = 9V_{DS} - V_{DS}^2$

que junt amb la recta de càrrega $I_D = (V_{DD}/R_D) - (1/R_D)V_{DS} = 5 - V_{DS}$

igualant les dues equacions tenim $5 - V_{DS} = 9V_{DS} - V_{DS}^2 \rightarrow V_{DS}^2 - 10V_{DS} + 5 = 0$

i la solució de l'equació de 2n grau $V_{DS} = [10 - (10^2 - 20)^{1/2}]/2 = 0.528 \text{ V} \leq V_{GT} = 4.5 \text{ V}$

compleix la condició d'estar en òhmica. Per tant, $I_D = 5 - V_{DS} = 4.472 \text{ mA}$

Així doncs, $I_R = 0$; $V_G = 5 \text{ V}$; $I_D = 4.472 \text{ mA}$; $V_D = 0.528 \text{ V}$

- c) Si el díode fos ideal ($V_\gamma = 0$), en polarització inversa tampoc deixaria passar corrent i els resultats de l'aparta b serien els mateixos.

En polarització directa, però, la ddp als seus borns seria $V_G = V_{GS} = 0 \leq V_T = 0.5 \text{ V}$,

de manera que $I_R = (V_{DD} - V_G)/R = 1 \text{ mA}$

i l'nMOS estaria en tall amb $I_D = 0$ i $V_D = V_{DD} = 5 \text{ V}$