

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - Electrònica i ones
7 de juny de 2021

Model A

Qüestions: 50% de l'examen

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

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

T1) Quines de les següents característiques d'una ona electromagnètica són possibles?

- a) $\vec{E}_0 = -12 \text{ V/m } \hat{j}$, $\vec{B}_0 = 4 \times 10^{-9} \text{ T } \hat{i}$, propagació sentit positiu eix z
- b) $\vec{E}_0 = 12 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = -4 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{j}$, propagació sentit negatiu eix x
- c) $\vec{E}_0 = 21 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = 7 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{k}$, propagació sentit positiu eix z
- d) $\vec{E}_0 = 21 \text{ V/m } (\hat{j} + \hat{k})$, $\vec{B}_0 = 7 \times 10^{-8} \text{ T } (\hat{i} + \hat{j})$, propagació sentit negatiu eix z

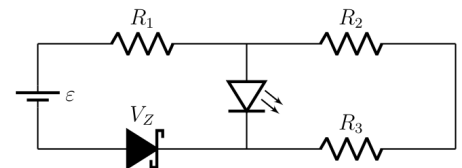
T2) La llum solar passa a través de 5 filtres polaritzadors amb el mateix angle entre ells i la intensitat es redueix en un factor de 1/4. Quin és l'angle mínim entre filtres polaritzadors adjacents que reproduïx aquest efecte?

- a) 23.5°
- b) 21°
- c) 32.8°
- d) 0.41°

T3) Cygnus A, la font d'ones de ràdio més poderosa coneguda, es troba a una distància de 600 milions d'anys llum de la Terra i té una potència d'emissió de 10^{39} W . Determineu la potència que rep la Terra (considereu que la longitud de la circumferència terrestre és aproximadament 40.000 km).

- a) 314.4 W
- b) 108 kW
- c) 720 kW
- d) $1.6 \cdot 10^{22} \text{ W}$

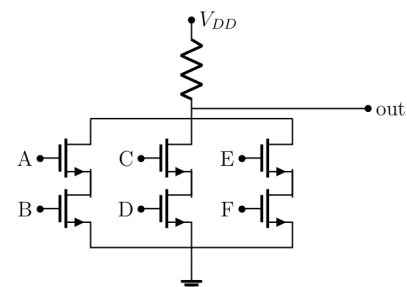
T4) Quina és la tensió mínima de la f.e.m. ε , per tal que el díode LED condueixi i emeti llum? Les resistències són $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$. La tensió llindar del LED és $V_{LED} = 3.3 \text{ V}$ i la tensió V_Z del díode Zener és $V_Z = 5 \text{ V}$



- a) 16 V
- b) 8.3 V
- c) 19.3 V
- d) 3.3 V

T5) Quina és la funció lògica corresponent al circuit de la figura?

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



Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - Electrònica i ones
7 de juny de 2021

Model B

Qüestions: 50% de l'examen

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

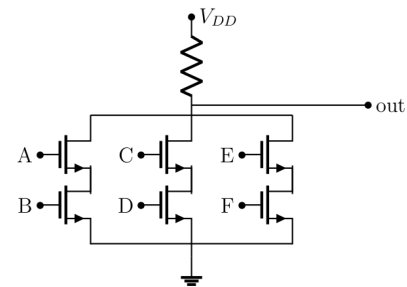
Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

T1) Cygnus A, la font d'ones de ràdio més poderosa coneguda, es troba a una distància de 600 milions d'anys llum de la Terra i té una potència d'emissió de 10^{39} W. Determineu la potència que rep la Terra (considereu que la longitud de la circumferència terrestre és aproximadament 40.000 km).

- a) 720 kW b) $1.6 \cdot 10^{22}$ W c) 108 kW d) 314.4 W

T2) Quina és la funció lògica corresponent al circuit de la figura?

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



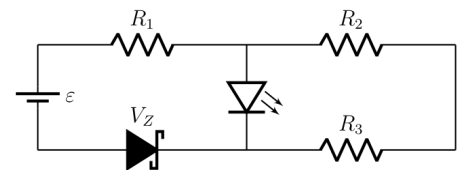
T3) La llum solar passa a través de 5 filtres polaritzadors amb el mateix angle entre ells i la intensitat es redueix en un factor de 1/4. Quin és l'angle mínim entre filtres polaritzadors adjacents que reproduïx aquest efecte?

- a) 32.8° b) 21° c) 0.41° d) 23.5°

T4) Quines de les següents característiques d'una ona electromagnètica són possibles?

- a) $\vec{E}_0 = -12 \text{ V/m } \hat{j}$, $\vec{B}_0 = 4 \times 10^{-9} \text{ T } \hat{i}$, propagació sentit positiu eix z
b) $\vec{E}_0 = 21 \text{ V/m } (\hat{j} + \hat{k})$, $\vec{B}_0 = 7 \times 10^{-8} \text{ T } (\hat{i} + \hat{j})$, propagació sentit negatiu eix z
c) $\vec{E}_0 = 21 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = 7 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{k}$, propagació sentit positiu eix z
d) $\vec{E}_0 = 12 \text{ V/m } \hat{k}$, $\vec{B}_0 = -4 \times 10^{-8} \text{ T } \hat{j}$, propagació sentit negatiu eix x

T5) Quina és la tensió mínima de la f.e.m. ε , per tal que el díode LED condueixi i emeti llum? Les resistències són $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 200\Omega$. La tensió llindar del LED és $V_{LED} = 3.3\text{V}$ i la tensió V_Z del díode Zener és $V_Z = 5\text{V}$



- a) 3.3 V b) 19.3 V c) 16 V d) 8.3 V

Cognoms i Nom:

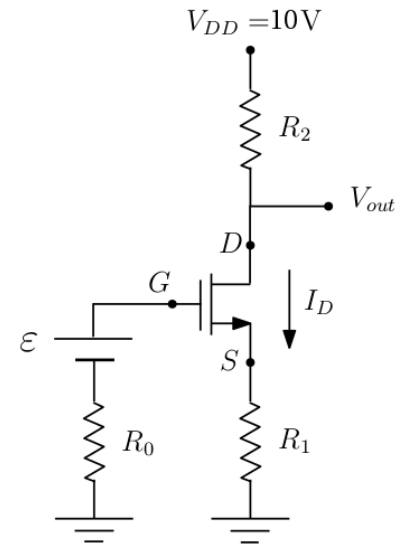
Codi

Examen de Física - Electrònica i ones
7 de juny de 2021

Problema: 50% de l'examen

Els paràmetres característics del transistor NMOS del circuit de la figura, valen $\beta = 0.2 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1.5 \text{ V}$.

- Per $V_G - V_S = 4 \text{ V}$, $R_0 = R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ i $R_2 = 2.5 \text{ k}\Omega$, el transistor treballa en zona de saturació. Trobeu els valors de I_D i V_{out} .
- Si respecte de l'apartat anterior modifiquem només R_2 , quin és el valor màxim d'aquesta resistència que farà que el transistor estigui en zona de saturació?
- Finalment, canviem la tensió d'alimentació de la porta d'entrada a $\varepsilon = 7.5 \text{ V}$, substituïm la resistència R_1 per un pont ($R_1 = 0$) i fixem la resistència $R_2 = 2.5 \text{ k}\Omega$. Trobeu els nous valors de I_D i V_{out} . En quina zona de treball es troba el transistor en aquest cas?



COMENCEU LA RESOLUCIÓ DEL PROBLEMA EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** La relació entre els vectors del camp elèctric \vec{E} , magnètic \vec{B} i la direcció de propagació \vec{v} és $\vec{E} = c[\vec{B} \times \vec{v}]$.
- T2)** El sol emet una llum no polaritzada, que es polaritza en passar pel primer filtre, on perd la meitat de la seva intensitat. En passar cadascun dels 4 filtres posteriors, la intensitat de la llum es redueix en un factor $\cos^2(\alpha)$ on α és l'angle desconegut que busquem. Així doncs, la intensitat després de passar per tots els filtres és redueix en un factor $(1/2) \cos^8(\alpha) = 1/4$ i per tant $\alpha = \arccos(0.5^{1/8}) = 23.5$.
- T3)** La Terra intercepta una fracció de la potència emesa donada per $\frac{STerra}{4\pi D^2}$. La distància a la Terra és $D = 600 \times 10^8 \text{ anys} - \text{llum} = 600 \times 10^8 \times 365 \times 86400 \text{ s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}$: $D = 5.67 \times 10^{24} \text{ m}$. La circumferència de la Terra $2\pi r = 40.000 \text{ km}$ està relacionada amb el seu radi, $r = 40.000 \cdot 10^3 \text{ m} / (2\pi) = 6.36 \cdot 10^6 \text{ m}$. Per tant, la potència interceptada és $P = 10^{39}(\pi r^2) / (4\pi D^2) = 314.4 \text{ W}$
- T4)** Quan el LED comença a conduir, la caiguda de tensió a les resistències R_2 i R_3 és igual a V_{LED} , de manera que la intensitat és de $I = V_{LED} / (R_2 + R_3) = 3.3 \text{ V} / (100\Omega + 200\Omega) = 0.11 \text{ A}$. Com que el díode Zener té una polarització inversa respecte a la direcció del corrent, la ddp sobre ell és igual a la tensió Zener, V_{ZZ} . La caiguda de tensió en el circuit és $I(R_1 + R_2 + R_3) + V_Z = 0.11 \text{ A}(1000\Omega + 100\Omega + 200\Omega) + 5 \text{ V} = 19.3 \text{ V}$.
- T5)** Des de la font V_{DD} trobem una estructura paral·lela de transistors NMOS, que corresponen a una estructura NOR. Dins de cada branca hi tenim dos NMOS en sèrie que corresponen a portes NAND a cada branca. Ajuntant els dos criteris, trobem que la porta satisfà la funció lògica $\overline{(A \cdot B) + (C \cdot D) + (E \cdot F)}$.

Resolució del Problema

- a) Amb $V_G - V_S = 4 \text{ V}$ i suposant que estem en zona de saturació tenim $I_D = I_D(\text{sat}) = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2 = 0.625 \text{ mA}$.

Per tant $V_{\text{out}} = 10 \text{ V} - 0.625 \text{ mA} \times 2.5 \text{ k}\Omega = 8.44 \text{ V}$, $V_S = 0.625 \text{ mA} \cdot 1 \text{ k}\Omega = 0.625 \text{ V}$ i trobem doncs $V_{DS} = V_{\text{out}} - V_S = 7.81 \text{ V}$.

La condició de saturació: $V_{GS} - V_T < V_{DS}$ es satisfà ($V_{GS} - V_T = 4 \text{ V} - 1.5 \text{ V} = 2.5 \text{ V} < 7.81 \text{ V}$).

- b) El màxim valor de R_2 per a estar en saturació haurà de satisfer ($V_{GS} - V_T = 2.5 \text{ V} \leq V_{DS} = (10 \text{ V} - 0.625 \text{ mA} R_2) - 0.625 \text{ mA} \cdot 1 \text{ k}\Omega$). Per tant, és $2.5 \text{ V} = 10 \text{ V} - 0.625 \text{ mA} R_2(\text{max}) - 0.625 \text{ V}$ i trobem

$$R_2(\text{max}) = \frac{10 \text{ V} - 2.5 \text{ V} - 0.625 \text{ V}}{0.625 \text{ mA}} = 11 \text{ k}\Omega .$$

- c) Si fem $R_1 = 0$ i augmentem la tensió d'alimentació de la porta d'entrada a $V_G = 7.5 \text{ V}$ tenim que la intensitat de saturació és $I_D(\text{sat}) = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2 = 3.6 \text{ mA}$. Aquesta intensitat causaria $V_{DS} = V_{\text{out}} = 10 \text{ V} - 3.6 \text{ mA} \cdot 2.5 \text{ k}\Omega = 1 \text{ V}$ que no és consistent amb la condició de saturació. Estarem doncs en zona òhmica i tenim

$$I_D = \beta((V_{GS} - V_T) V_{DS} - V_{DS}^2/2) = 2 \cdot 10^{-4} (6 V_{DS} - V_{DS}^2/2)$$

$$I_D = \frac{10 \text{ V} - V_{DS}}{2.5 \cdot 10^3}$$

Substituint I_D donada per la segona expressió en la primera, trobem $V_{DS}^2 - 16 V_{DS} + 40 = 0$ amb les dues solucions $V_{DS} = 12.9 \text{ V}$ (no física) i $V_{\text{out}} = V_{DS} = 3.1 \text{ V}$ que és la bona, satisfent la condició de zona òhmica $V_{GS} - V_T > V_{DS}$ ja que $7.5 \text{ V} - 1.5 \text{ V} > 3.1 \text{ V}$.

Així doncs $V_{\text{out}} = V_{DS} = 3.1 \text{ V}$ i la intensitat I_D donada per qualsevol de les expressions anteriors és $I_D = 2.76 \text{ mA}$.