

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - Electrònica i ones
10 de gener de 2022

Model A

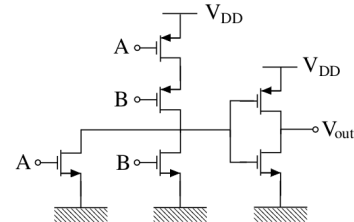
Qüestions: 50% de l'examen

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.

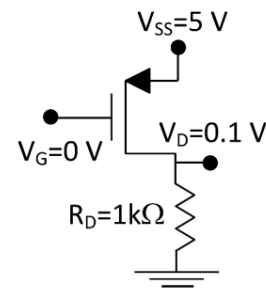
T1) L'esquema CMOS següent correspon a una porta lògica

- a) NAND
- b) AND
- c) OR
- d) NOR



T2) El transistor PMOS de la figura, de $V_T = -1.3 \text{ V}$, treballa amb $V_D = 0.1 \text{ V}$ quan $V_G = 0 \text{ V}$. Llavors podem afirmar que

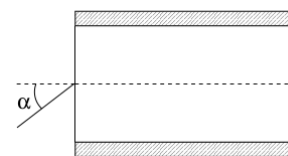
- a) Treballa en saturació i $\beta = 0.0146 \text{ mA/V}^2$.
- b) Treballa en règim òhmico i $\beta = 0.125 \text{ mA/V}^2$.
- c) Està en tall.
- d) Treballa en saturació i $\beta = 0.125 \text{ mA/V}^2$.



T3) Una antena emissora de ràdio emet en totes direccions un senyal electromagnètic de 7 kW. Quan valen, respectivament, els camps elèctric i magnètic màxims a una distància de 30 km? ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$).

- a) 0.153 V/m , $5.1 \times 10^{-10} \text{ T}$.
- b) 0.216 V/m , $7.2 \times 10^{-10} \text{ T}$.
- c) 0.0216 V/m , $7.2 \times 10^{-11} \text{ T}$.
- d) 0.0153 V/m , $5.1 \times 10^{-11} \text{ T}$.

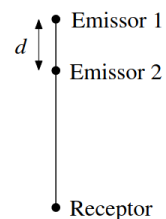
T4) Una fibra òptica de quars amb índex de refracció $n_1 = 1.49$ té un recobriment d'índex de refracció $n_2 = 1.45$. Quin serà l'angle màxim d'entrada α d'un feix de llum a la fibra per tal que aquesta funcioni correctament? ($n_{\text{aire}} = 1$)



- a) 25° .
- b) 15° .
- c) 20° .
- d) 30° .

T5) Disposem de dos emissors d'ultrasons alineats amb un receptor. Els dos emissors emeten en fase ones de 17 kHz i estan separats una distància d variable. Sabent que la velocitat del so és de 340 m/s, per a quina de les següents distàncies d serà mínima l'amplitud del senyal rebuda al receptor?

- a) 15.25 cm
- b) 15 cm
- c) 16 cm
- d) 15.5 cm



Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** La part de la porta que queda a l'esquerra (corresponent als transistors amb entrades marcades A i B) constitueix una porta NOR amb CMOS. La seva sortida està connectada a l'entrada d'un inversor, i per tant a la sortida V_{out} tenim la negació de l'entrada. Així doncs, al negar una NOR tenim una porta OR.
- T2)** Com $V_{GS} = 0 - 5 = -5$ V resulta $V_{GS} - V_T = -5 - (-1.3) = -3.7$ V, mentre que $V_{DS} = 0.1 - 5 = -4.9$ V. Per tant $0 > V_{GS} - V_T > V_{DS}$ i el transistor treballa en règim de saturació. La intensitat és $I = V_D/R_D = 0.1$ mA, i amb $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2$, obtenim $\beta = 2I_D/(V_{GS} - V_T)^2 = 0.0146$ mA/V².
- T3)** Sabem que la intensitat mitjana de l'ona és $I = P/S = c\eta$, on P és la potència d'emissió, S és la superfície del front d'ones i η és la densitat mitjana d'energia per unitat de volum que transporta l'ona. D'altra banda sabem que $\eta = \epsilon_0 E_0^2/2$, de forma que $E_0 = \sqrt{\frac{P}{2\pi r^2 \epsilon_0 c}}$, on r és la distància que separa el punt d'emissió del punt de recepció. D'aquí s'obté un camp elèctric E_0 de $0.0216 \frac{V}{m}$ i $B_0 = \frac{E_0}{c} = 7.2 \times 10^{-11}$ T.
- T4)** L'angle crític a l'interior de la fibra és

$$\phi_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = 76.7^\circ.$$

Això fa que l'angle que forma el raig quan entra a la fibra amb l'eix longitudinal de la fibra és de $90 - \phi = 13.3^\circ$. Finalment, aplicant la llei de Snell a la transmissió aire-fibra, tenim que l'angle incident ha de ser de $\alpha = 20^\circ$.

- T5)** Si el receptor registra un mínim d'amplitud és perquè les ones emeses interfereixen destructivament. Això només passa quan la distància que separa els dos centres emissors és igual a un nombre semi-senar de longituds d'ona, és a dir, quan $d = (2n + 1)\lambda/2$, on n és un nombre enter i λ la longitud d'ona. Al cas present ens donen la freqüència i la velocitat de propagació de les ones, de forma que $\lambda = v/f = 340/170000 = 0.002$ m. Amb les respostes donades, això només passa pel cas de 15.0 cm.

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. Encerceleu-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?

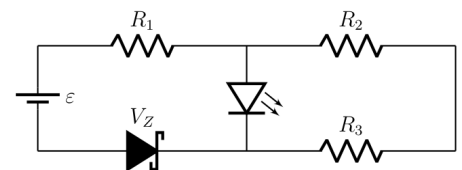
- a) 23.5°
- b) 21°
- c) 32.8°
- d) 0.41°

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) $1.6 \cdot 10^{22} \text{ W}$

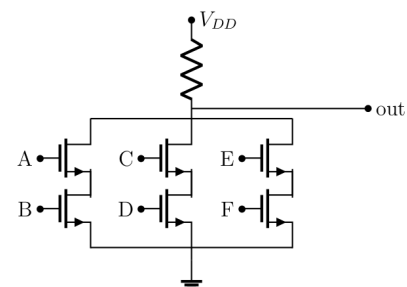
T4) Quina és la tensió mínima de la f.e.m. ε , per tal que el díode LED condueixi i emeti llum? Les resistències són $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 200 \Omega$. La tensió llindar del LED és $V_{LED} = 3.3 \text{ V}$ i la tensió V_Z del díode Zener és $V_Z = 5 \text{ V}$

- 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) $(A + B) \cdot (C + D) \cdot (E + F)$



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 $\overline{(A \cdot B) + (C \cdot D) + (E \cdot F)}$.

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - Electrònica i ones
11 de gener de 2021

Model A

Qüestions: 50% de l'examen

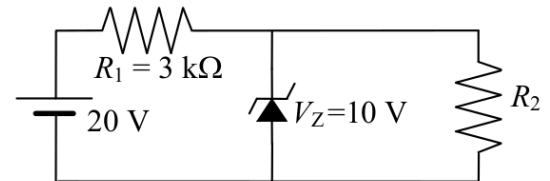
A cada qüestió només hi ha una resposta correcta. Encercleu-la de manera clara.

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

($\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C V}^{-1} \text{ m}^{-1}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$)

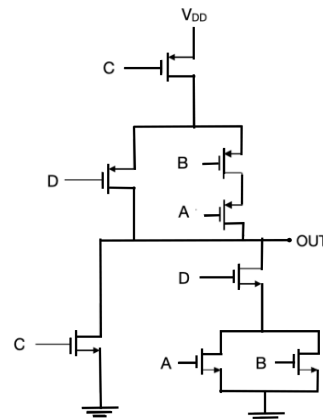
T1) Per quin dels següents valors de R_2 **no** conduirà el díode Zener en el circuit de la figura?

- a) $4.5 \text{ k}\Omega$
- b) Per qualsevol valor de R_2
- c) $3.5 \text{ k}\Omega$
- d) $2.5 \text{ k}\Omega$

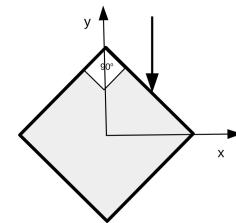


T2) L'esquema CMOS següent correspon a la funció lògica:

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



T3) Un raig de llum incideix sobre una de les cares d'un prisma de vidre de base quadrada i amb índex de refracció $n_V = 1.41$, com es veu a la figura. Quin és l'angle entre el raig reflectit i l'eix x ? (Assumim un índex de refracció unitat per l'aire).



- a) 0°
- b) 30°
- c) 90°
- d) 45°

T4) El camp magnètic d'una ona electromagnètica és $\vec{B}(z, t) = B_0 \cos(kz + \omega t) \hat{i}$. Quina és l'expressió del camp elèctric?

- a) $\vec{E}(z, t) = (B_0 c) \cos(kz - \omega t) \hat{j}$
- b) $\vec{E}(z, t) = (B_0 c) \cos(kz + \omega t) \hat{j}$
- c) $\vec{E}(z, t) = (B_0 c) \cos(kz + \omega t) \hat{k}$
- d) Cap de les anteriors

T5) Una ona electromagnètica monocromàtica, de longitud d'ona 2 cm i $2.66 \cdot 10^{-3} \text{ W/m}^2$ d'intensitat, incideix sobre una superfície perpendicular a la direcció de propagació d'àrea 5 cm^2 . Calculeu el nombre de fotons que impacten amb la superfície en un temps de 10 s .

- a) $5.1 \cdot 10^{18}$
- b) $1.3 \cdot 10^{20}$
- c) $5.1 \cdot 10^{20}$
- d) $1.3 \cdot 10^{18}$

Respostes correctes de les qüestions del Test

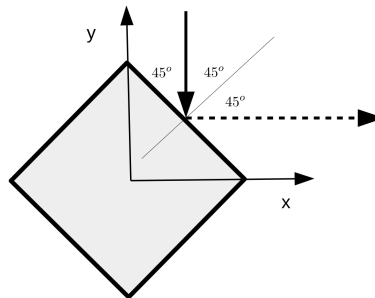
Qüestió	Model A	Model B
T1)	d	b
T2)	d	c
T3)	a	a
T4)	b	a
T5)	d	a

Resolució del Model A

T1) El Zener no conduirà si $R_2 \cdot (20/(3 + R_2)) < 10$, d'on surt que $R_2 < 3 \text{ k}\Omega$

T2) La xarxa pull-down formada per els transistors NMOS permet el pas de corrent en els casos descrits per l'expressió lògica $C + D \cdot (A + B)$. En aquests casos (i només en aquests, per la complementarietat de les xarxes pull-down i pull-up) , $V_{OUT} = 0$. Aquesta funció correspon a $\overline{C + D \cdot (A + B)}$.

T3) Donat que es tracta d'una reflexió el raig reflectit forma el mateix angle amb l'eix d'incidència que el raig incident, que en aquest cas és de 45° . Com l'eix d'incidència ja té una inclinació de 45° , això fa que el raig reflectit sigui paral·lel a l'eix x , i per tant l'angle entre tots dos és 0, tal i com es veu a la figura.



T4) D'acord amb l'expressió del camp magnètic, l'ona es propaga cap a les z negatives. Per tant, el vector unitari que indica la direcció de propagació és $\hat{u} = -\hat{k}$. Considerant que $\vec{E} = c(\vec{B} \times \hat{u})$ s'obté el resultat indicat b).

T5) En general tenim que la potència total a través d'una superfície S val $P = I \cdot S$, i l'energia corresponent en un temps t val $E = P \cdot t = I \cdot S \cdot t$. Al mateix temps tenim que com l'energia d'un fotó és $E_1 = h \cdot f$, aquesta energia es pot expressar també com $E = N \cdot h \cdot f$. Igualant les dues expressions de l'energia tindrem $E = I \cdot S \cdot t = N \cdot h \cdot f$. El nombre de fotons serà doncs $N = (I \cdot S \cdot t)/(h \cdot f) = 1.3 \cdot 10^{18}$ fotons.