

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
19 de Maig de 2016

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.

T1) L'alumini (Al), que té tres electrons de valència, es pot utilitzar per a la substitució d'un àtom de silici (Si), que té quatre electrons de valència, a la xarxa cristal·lina d'un semiconductor. Quina afirmació sobre el semiconductor resultant és INCORRECTA?

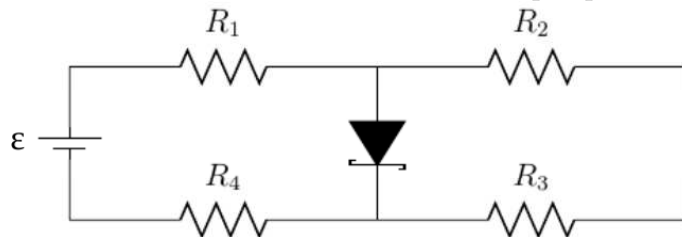
- a) L'àtom d'alumini és un àtom acceptor.
- b) Aquest és un semiconductor extrínsec.
- c) La conducció elèctrica és majoritàriament deguda als electrons.
- d) El semiconductor dopat amb Al és de tipus p .

T2) Desitgem operar amb un díode de llum LED blanca "super brillant" amb una tensió umbral $V_\gamma = 3.4 \text{ V}$ i una intensitat de treball $I = 20 \text{ mA}$. L'alimentem amb una font de tensió de 6 V . Quina resistència hem de connectar en sèrie amb el díode i la font perquè el LED funcioni en condicions òptimes?

- a) $130 \ \Omega$.
- b) $1.3 \ \Omega$.
- c) $300 \ \Omega$.
- d) $170 \ \Omega$.

T3) En el circuit de la figura sabem que les resistències són $R_1 = 100 \ \Omega$, $R_2 = 200 \ \Omega$, $R_3 = 300 \ \Omega$, i $R_4 = 400 \ \Omega$. La tensió Zener del díode és $V_Z = 5 \text{ V}$ i la tensió llindar és $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$. Aleshores, quin és el valor de la tensió mínima de la fem perquè el díode comenci a conduir?

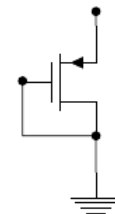
- a) 0.7 V .
- b) 10 V .
- c) 1.4 V .
- d) 5 V .



T4) El transistor PMOS de la figura té per paràmetres $V_T = -2 \text{ V}$ i $\beta = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$. Sabem que $V_{DD} = 5 \text{ V}$. Aleshores, el corrent de drenador I_D és:

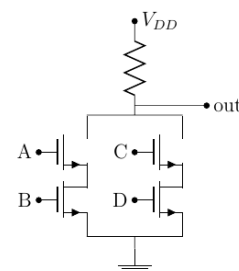
- a) 0.9 mA .
- b) 0 A .
- c) 1.25 mA .
- d) $450 \ \mu\text{A}$.

V_{DD}



T5) Quina és la funció lògica corresponent al circuit indicat a la fi

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



Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
19 de Maig de 2016

Model B

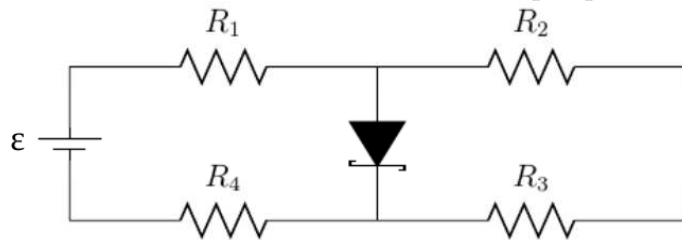
Qüestions: 50% de l'examen

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.

- T1)** En el circuit de la figura sabem que les resistències són $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 200 \Omega$, $R_3 = 300 \Omega$, i $R_4 = 400 \Omega$. La tensió Zener del díode és $V_Z = 5 \text{ V}$ i la tensió llindar és $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$. Aleshores, quin és el valor de la tensió mínima de la fem perquè el díode comenci a conduir?

- a) 10 V.
- b) 1.4 V.
- c) 5 V.
- d) 0.7 V.

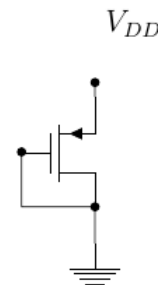


- T2)** Desitgem operar amb un díode de llum LED blanca “super brillant” amb una tensió umbral $V_\gamma = 3.4 \text{ V}$ i una intensitat de treball $I = 20 \text{ mA}$. L'alimentem amb una font de tensió de 6 V. Quina resistència hem de connectar en sèrie amb el díode i la font perquè el LED funcioni en condicions òptimes?

- a) 300 Ω .
- b) 1.3 Ω .
- c) 130 Ω .
- d) 170 Ω .

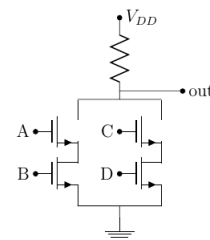
- T3)** El transistor PMOS de la figura té per paràmetres $V_T = -2 \text{ V}$ i $\beta = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$. Sabem que $V_{DD} = 5 \text{ V}$. Aleshores, el corrent de drenador I_D és:

- a) 0.9 mA.
- b) 1.25 mA.
- c) 450 μA .
- d) 0 A.



- T4)** Quina és la funció lògica corresponent al circuit indicat a la fi

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



- T5)** L'alumini (Al), que té tres electrons de valència, es pot utilitzar per a la substitució d'un àtom de silici (Si), que té quatre electrons de valència, a la xarxa cristal·lina d'un semiconductor. Quina afirmació sobre el semiconductor resultant és INCORRECTA?

- a) Aquest és un semiconductor extrínsec.
- b) El semiconductor dopat amb Al és de tipus p.
- c) La conducció elèctrica és majoritàriament deguda als electrons.
- d) L'àtom d'alumini és un àtom acceptor.

Cognoms i Nom:

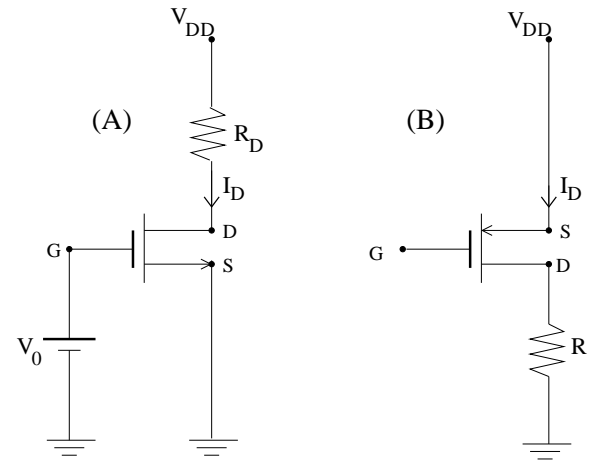
Codi:

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
19 de Maig de 2016

Problema: 50% de l'examen

En el circuit de la figura (A) s'ha connectat un transistor NMOS de característiques $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 0.8 \text{ V}$ a una resistència de drenador de $R_D = 2.5 \text{ k}\Omega$. Sabem que $V_{DD} = 10 \text{ V}$.

- Calculeu els valors de V_{DS} i I_D , i esbrineu el règim de treball del transistor, sabent que $V_0 = 4 \text{ V}$. Demostreu que aquest règim de treball és correcte.
- Substituïm el transistor per un PMOS de característiques $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = -0.8 \text{ V}$ amb el drenador connectat a R , com es veu a la figura (B) (noteu que la porta G ja no està connectada a la font V_0). Quin valor màxim pot tenir R per tal que el transistor estigui en règim de saturació, amb un corrent de $I_D = 4 \text{ mA}$?



RESOLEU EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Dopant amb Al el Si tenim un semiconductor extrínsec de tipus p, amb conducció majoritària per forats a la banda de valència. Les impureses són acceptores d'electrons.
- T2)** L'equació elèctrica del circuit és $\varepsilon = IR + V_\gamma$. Per tant, $R = (\varepsilon - V_\gamma)/I$. Substituint valors, $I = 20 \text{ mA}$, $\varepsilon = 6 \text{ V}$ i $V_\gamma = 3.4 \text{ V}$, trobem $R = 130 \Omega$.
- T3)** El díode Zener està en polarització directa. Quan comença a conduir la caiguda de tensió en la branca que conté les resistències de 200Ω i 300Ω , que estan en sèrie, és igual a la tensió llindar. La intensitat de corrent és $I = 0.7\text{V}/(200\Omega + 300\Omega) = 1.4\text{mA}$. La caiguda de tensió en el circuit és $1.4\text{mA}(100\Omega + 200\Omega + 300\Omega + 400\Omega) = 1.4\text{V}$.
- T4)** La diferència de potencial entre la porta i la font $V_{GS} = -5\text{V}$ és més petita que la tensió llindar del transistor, $V_{GS} = -5\text{V} < V_T = -2\text{V}$, i per tant el transistor condueix. La diferència de potencial entre el drenador i la font $V_{DS} = -5\text{V}$ és més petita que $V_{GT} = V_{GS} - V_T = -3\text{V}$ i el transistor està treballant en la zona de saturació. La intensitat és $I_D = \frac{\beta}{2}(V_{GS} - V_T)^2 = \frac{1}{2}100\mu\text{A}/\text{V}^2(3\text{V})^2 = 450\mu\text{A}$
- 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 $\overline{(A \cdot B)} + \overline{(C \cdot D)}$.

Resolució del Problema

- a) A partir de les dades, tenim que $V_S = 0$ i $V_G = 4$ V, per la qual cosa: $V_{GS} = 4$ V i $V_{GT} = 3.2$ V.

Suposarem que el transistor treballa en règim òhmic. En tal cas, es satisfà que:

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

També sabem que

$$V_{DD} = R_D I_D + V_{DS}$$

Combinant les equacions anteriors, ens queda una equació de segon grau per V_{DS} :

$$\beta R_D \left(V_{GT} V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right) = V_{DD} - V_{DS}$$

Substituint pels valors, l'equació queda:

$$2.5V_{DS}^2 - 17V_{DS} + 10 = 0$$

Aquesta equació té dues solucions:

$$V_{DS} = 6.15 \text{ V}, \quad V_{DS} = 0.65 \text{ V}$$

Com que un NMOS en zona òhmica verifica $V_{DS} < V_{GT}$, la solució correcta és la segona. **Informació addicional:** si suposeu que treballa en saturació arribareu a una incongruència ($V_{DS} < 0$).

Finalment, podem obtenir $I_D = 3.74$ mA.

- b) La condició de saturació d'un PMOS és: $V_{DS} \leq V_{GT} < 0$. Un PMOS en saturació transporta una intensitat:

$$I_D = \frac{\beta}{2} V_{GT}^2$$

o, el que és el mateix (recordant que $V_{GT} < 0$):

$$V_{GT} = -\sqrt{\frac{2I_D}{\beta}} = -2 \text{ V}$$

Per aquest circuit també es verifica:

$$V_{DD} = R I_D + V_{SD}$$

o, el que és el mateix:

$$V_{DS} = R I_D - V_{DD}$$

Així, inserint les equacions anteriors en la condició de saturació tenim:

$$0.004 R - 10 \leq -2$$

és a dir: $R \leq 2000 \Omega$.