

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
13 de Maig del 2013

Model A

Qüestions: 50% de l'examen

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

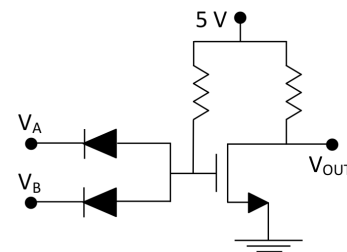
Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

T1) Diguen quina de les afirmacions, referides a un semiconductor extrínsec tipus p, és la correcta:

- a) Els electrons són portadors minoritaris.
- b) La conducció és bàsicament deguda als electrons que hi ha a la banda de conducció.
- c) Està dopat amb impureses donadores.
- d) El nombre d'electrons i de forats és el mateix.

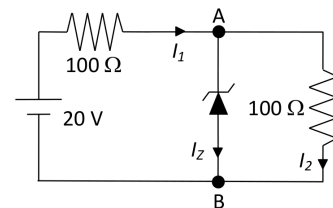
T2) Tenint en compte que el circuit de la figura s'ha dissenyat de forma que el transistor treballa o bé a la zona òhmica o a la de tall, determineu quina porta lògica implementa aquest circuit quan les tensions a les entrades valen 0 o 5 V.

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



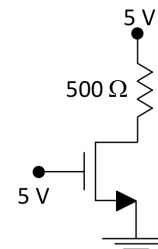
T3) Si el potencial de contacte i la tensió Zener del díode del circuit de la figura valen 0.7 V i 8 V respectivament, diguen quina de les següents afirmacions és la correcta:

- a) $I_Z = 40 \text{ mA}$.
- b) $I_1 = 80 \text{ mA}$.
- c) $I_2 = 100 \text{ mA}$.
- d) El díode està en polarització directa i $I_2 = 7 \text{ mA}$.



T4) Si les característiques del NMOS del circuit de la figura són: $\beta = 0.125 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$, indiqueu quina de les següents afirmacions és la correcta:

- a) El transistor està en zona òhmica.
- b) La intensitat és nul·la, ja que el transistor està en tall.
- c) El transistor està en saturació i $I_D = 1 \text{ mA}$.
- d) El transistor està en saturació i $V_{DS} = 4 \text{ V}$.



T5) Diguen quina de les següents afirmacions, referides a un transistor NMOS amb una tensió de tall V_T , pel que les diferències de potencial porta-font i drenador-font són respectivament V_{GS} i V_{DS} i pel que circula un corrent d'intensitat I_D , és la correcta:

- a) A la regió òhmica I_D no varia amb V_{DS} .
- b) A la regió de saturació I_D disminueix amb V_{DS} .
- c) A la regió òhmica la resistència font-drenador r_{DS} disminueix si V_{GS} augmenta.
- d) Està en tall quan $V_{GS} > V_T$.

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
13 de Maig del 2013

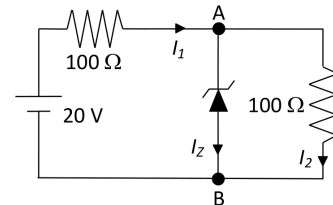
Model B

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) Si el potencial de contacte i la tensió Zener del díode del circuit de la figura valen 0.7 V i 8 V respectivament, digueu quina de les següents afirmacions és la correcta:



- a) $I_1 = 80 \text{ mA}$. b) $I_Z = 40 \text{ mA}$.
c) $I_2 = 100 \text{ mA}$. d) El díode està en polarització directa i $I_2 = 7 \text{ mA}$.

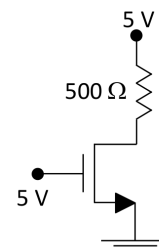
T2) Digueu quina de les afirmacions, referides a un semiconductor extrínsec tipus p, és la correcta:

- a) Està dopat amb impureses donadores.
b) La conducció és bàsicament deguda als electrons que hi ha a la banda de conducció.
c) Els electrons són portadors minoritaris.
d) El nombre d'electrons i de forats és el mateix.

T3) Digueu quina de les següents afirmacions, referides a un transistor NMOS amb una tensió de tall V_T , pel que les diferències de potencial porta-font i drenador-font són respectivament V_{GS} i V_{DS} i pel que circula un corrent d'intensitat I_D , és la correcta:

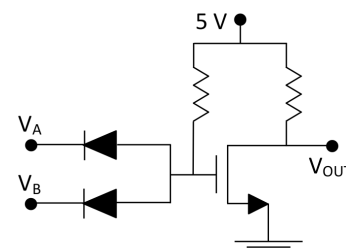
- a) Està en tall quan $V_{GS} > V_T$.
b) A la regió òhmica I_D no varia amb V_{DS} .
c) A la regió de saturació I_D disminueix amb V_{DS} .
d) A la regió òhmica la resistència font-drenador r_{DS} disminueix si V_{GS} augmenta.

T4) Si les característiques del NMOS del circuit de la figura són: $\beta = 0.125 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$, indiqueu quina de les següents afirmacions és la correcta:



- a) El transistor està en saturació i $I_D = 1 \text{ mA}$.
b) El transistor està en saturació i $V_{DS} = 4 \text{ V}$.
c) La intensitat és nul·la, ja que el transistor està en tall.
d) El transistor està en zona òhmica.

T5) Tenint en compte que el circuit de la figura s'ha dissenyat de forma que el transistor treballa o bé a la zona òhmica o a la de tall, determineu quina porta lògica implementa aquest circuit quan les tensions a les entrades valen 0 o 5 V.



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

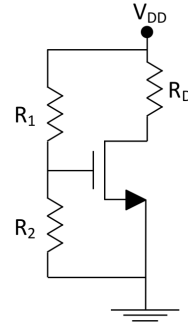
Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
13 de Maig del 2013

Problema: 50% de l'examen

Al circuit de la figura, $R_1 = 70\text{ k}\Omega$, $R_2 = 40\text{ k}\Omega$, $R_D = 4\text{ k}\Omega$ i $V_{DD} = 10\text{ V}$. Els paràmetres característics del transistor són $V_T = 1\text{ V}$ i $\beta = 2 \times 10^{-4}\text{ A/V}^2$.



- Determineu el potencial de la porta V_G , el corrent de drenador I_D i el potencial de drenador V_D (cal justificar la regió de treball del transistor). (5p)
- Si ara augmentem la resistència de drenador fins a $R_D = 20\text{ k}\Omega$, trobeu V_G , I_D , V_D i la regió de treball en les noves condicions, justificant la resposta. (5p)

RESOLEU EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Per un semiconductor extrínsec tipus p (dopat amb impureses acceptores) la conducció és deguda bàsicament a forats que hi ha a la banda de valència. Per tant, els electrons són els portadors minoritaris.
- T2)** Només que la tensió a una de les entrades sigui nul·la, un dels díodes conduirà, i la tensió a la porta del transistor serà prou petita com perquè estigui en tall; en aquests casos la tensió a la sortida serà de 5 V. Si les dues entrades són de 5 V, cap dels díodes conduirà, i la tensió a la porta del transistor serà de 5 V, de manera que aquest estarà a la zona òhmica; en aquest cas la tensió a la sortida serà petita. Per tant, la porta lògica és una NAND.
- T3)** El díode Zener està en polarització inversa i a més condueix. Per comprovar-ho, observeu que si no fos així, la intensitat que circularia per les dues resistències seria de $20/(100 + 100) = 100 \text{ mA}$, i la diferència de potencial entre els punts A i B seria de $10 \text{ V} > 8 \text{ V} = V_Z$. Així doncs, com condueix, $I_1 = (20 - 8)/100 = 120 \text{ mA}$, $I_2 = 8/100 = 80 \text{ mA}$ i $I_Z = 120 - 80 = 40 \text{ mA}$.
- T4)** Si suposem que estem en saturació: $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2 = 0.125(4 - 1)^2/2 = 1 \text{ mA}$. Aplicant la segona llei de Kirchhoff tenim: $V_{DD} = R_D I_D + V_{DS}$, que en el nostre cas és $5 = 0.5 + V_{DS}$, pel que $V_{DS} = 5 - 0.5 = 4.5 \text{ V} > (V_{GS} - V_T) = 4 \text{ V}$, i efectivament el NMOS està en saturació.
- T5)** A la regió de saturació I_D no varia apreciablement amb V_{DS} . Per altra banda, el transistor està en tall si $V_{GS} < V_T$. Finalment, a la regió òhmica I_D augmenta amb V_{DS} i la resistència disminueix si V_{GS} augmenta, ja que

$$I_D = \beta \left[(V_{GS} - V_T)V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

i per tant en aproximació lineal on descartem el terme V_{DS}^2 , resulta

$$R_D = \frac{V_{DS}}{I_D} \sim \frac{1}{\beta(V_{GS} - V_T)}$$

que disminueix en augmentar V_{GS} .

Resolució del Problema

- a) El corrent $I_1 = \frac{V_{DD}}{R_1 + R_2} = 90.9 \mu\text{A}$, fent que $V_G = V_{DD} - I_1 R_1 = 3.64 \text{V}$. Per tant, com $V_{GS} > V_T$ sabem que el transistor condueix. Si suposem que ho fa en la regió de saturació, tindrem que $I_D = \frac{\beta}{2}(V_{GS} - V_T)^2 = 695 \mu\text{A}$. Si ara calculem $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D = 7.22 \text{V}$, que veiem que satisfà la condició de saturació puix que és superior a $V_{GS} - V_T$.
- b) Si ara també fem la suposició de que estem en la regió de saturació, fent servir el valor del corrent I_D trobat a l'apartat anterior, obtindrem $V_{DS} = -3.9 \text{V}$ cosa evidentment impossible. Com a conclusió, podem dir que el transistor condueix en la regió òhmica. Sabem, per una banda, que $I_D = \beta[(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2/2]$ i la recta de càrrega fa que $I_D = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_D}$. Igualant les dues expressions, trobem l'equació $\beta R_D V_{DS}^2 - 2(1 + \beta R_D V_{GT})V_{DS} + 2V_{DD} = 0$. Les dues solucions d'aquesta equació de segon grau són 4.71V i 1.06V . La primera es pot rebutjar ja que no compleix la condició de la regió òhmica $V_{DS} < V_{GS} - V_T$. Ens quedem amb la solució $V_{DS} = 1.06 \text{V}$ que fa que $I_D = 447 \mu\text{A}$.