

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
19 de Maig del 2014

Qüestions: 50% de l'examen

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

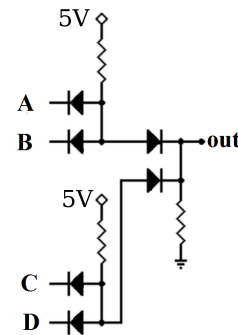
Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

T1) Un cristall de silici (amb 4 electrons de valència) està dopat amb àtoms d'Arsènic (amb 5 electrons de valència). Digueu quina de les afirmacions referents als semiconductor resultant és la correcta

- a) És un semiconductor tipus *p*.
- b) És un semiconductor intrínsec.
- c) És un semiconductor dopat amb impureses donadores.
- d) Els electrons són portadors minoritaris.

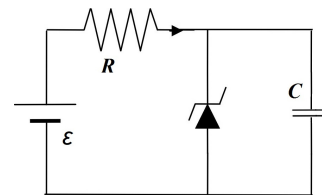
T2) Indiqueu quina de les operacions lògiques següents implementa el circuit de la figura adjunta quan les entrades poden valer 0 V ó 5 V

- a) (A AND B) OR (C AND D)
- b) (A OR B) AND (C OR D)
- c) (A OR B) OR (C OR D)
- d) (A AND B) AND (C AND D)



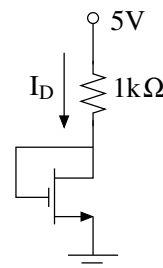
T3) Al circuit de la figura, quina és la càrrega acumulada al condensador, tenint present que $\epsilon = 16 \text{ V}$, $R = 1 \text{ k}\Omega$, $C = 3 \mu\text{F}$ i els paràmetres del díode són $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ i $V_Z = 10 \text{ V}$?

- a) $60 \mu\text{C}$
- b) $30 \mu\text{C}$
- c) $0 \mu\text{C}$
- d) $3 \mu\text{C}$



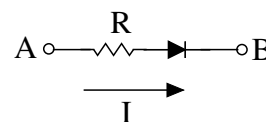
T4) Al circuit de la figura sabem que el transistor treballa en règim de saturació amb $I_D = 1 \text{ mA}$, i que $V_T = 1 \text{ V}$. Quin és el valor de β ?

- a) $0.22 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$.
- b) $1.00 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$.
- c) $0.77 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$.
- d) $4.66 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$.



T5) A la branca de la figura sabem que $R = 2 \text{ k}\Omega$, que $V_\gamma = 0.6$ i que $V_A - V_B = 12 \text{ V}$. Llavors I val

- a) 5.7 mA .
- b) 11.4 mA .
- c) 12.0 mA .
- d) 0.6 mA .



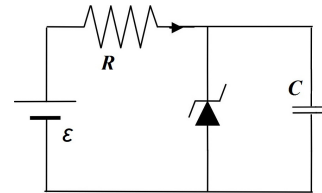
Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
19 de Maig del 2014

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.

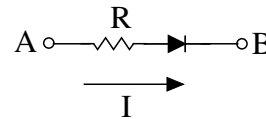
T1) Al circuit de la figura, quina és la càrrega acumulada al condensador, tenint present que $\epsilon = 16\text{ V}$, $R = 1\text{ k}\Omega$, $C = 3\text{ }\mu\text{F}$ i els paràmetres del díode són $V_\gamma = 0.7\text{ V}$ i $V_Z = 10\text{ V}$?

- a) $30\text{ }\mu\text{C}$ b) $60\text{ }\mu\text{C}$ c) $0\text{ }\mu\text{C}$ d) $3\text{ }\mu\text{C}$



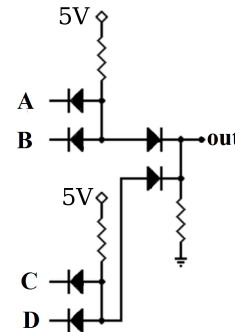
T2) A la branca de la figura sabem que $R = 2\text{ k}\Omega$, que $V_\gamma = 0.6$ i que $V_A - V_B = 12\text{ V}$. Llavors I val

- a) 12.0 mA . b) 0.6 mA . c) 5.7 mA . d) 11.4 mA .



T3) Indiqueu quina de les operacions lògiques següents implementa el circuit de la figura adjunta quan les entrades poden valer 0 V ó 5 V

- a) $(A \text{ OR } B) \text{ OR } (C \text{ OR } D)$
b) $(A \text{ AND } B) \text{ AND } (C \text{ AND } D)$
c) $(A \text{ AND } B) \text{ OR } (C \text{ AND } D)$
d) $(A \text{ OR } B) \text{ AND } (C \text{ OR } D)$

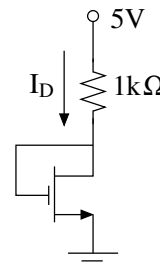


T4) Un cristall de silici (amb 4 electrons de valència) està dopat amb àtoms d'Arsènic (amb 5 electrons de valència). Digueu quina de les afirmacions referents als semiconductor resultant és la correcta

- a) És un semiconductor tipus p .
b) Els electrons són portadors minoritaris.
c) És un semiconductor intrínsec.
d) És un semiconductor dopat amb impureses donadores.

T5) Al circuit de la figura sabem que el transistor treballa en règim de saturació amb $I_D = 1\text{ mA}$, i que $V_T = 1\text{ V}$. Quin és el valor de β ?

- a) $1.00 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$. b) $0.22 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$. c) $4.66 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$. d) $0.77 \frac{\text{mA}}{\text{V}^2}$.

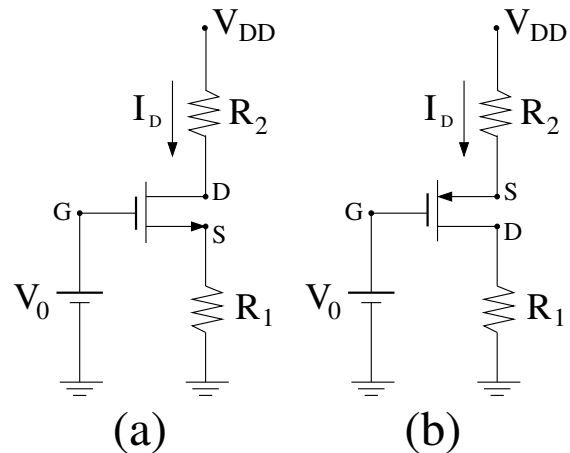


Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
19 de Maig del 2014

Problema: 50% de l'examen

En el circuit de la figura (a) s'hi ha connectat un transistor NMOS de característiques $\beta = 4 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$. Sabent que $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $V_0 = 2 \text{ V}$ i $V_{DD} = 12 \text{ V}$, esbrineu:

- Els valors de V_S , V_D , I_D i el règim de treball del transistor. Demostreu que el règim de treball indicat és correcte (6p).
- Substituïm ara el transistor per un PMOS de característiques $\beta = 160 \mu\text{A/V}^2$ i $V_T = -1 \text{ V}$ tal com es veu a la figura (b). Quin valor màxim podrà tenir R_1 per tal que el transistor estigui en règim de saturació, amb un corrent de $I_D = 2 \text{ mA}$? Considereu que la resta de paràmetres (R_2 , V_0 i V_{DD}) tenen els mateixos valors que a l'apartat (a). (4p)



RESOLEU EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** El semiconductor conté impureses d'Arsènic, i per aquesta raó no pot ser un semiconductor intrínsec. D'altra banda, l'Arsènic conté un electró de valència més que el Silici, de forma que es tracta d'un impuresa donadora. Així doncs, tenim un semiconductor dopat amb impureses donadores.
- T2)** La combinació de díodes i resistències que lliguen les entrades A i B formen una porta AND, i té la mateixa estructura que la que lliga les entrades C i D. El resultat de fer A AND B i de fer A AND C forma les entrades d'una altra porta, que en aquest cas és una OR. Per tant el conjunt fa l'operació lògica (A AND B) OR (C AND D).
- T3)** Si el díode no conduís, el corrent total que circularia per la resistència seria nul donat que el corrent per la branca on hi és el condensador també és nul al règim estacionari. Però llavors la diferència de potencial entre l'extrem superior i l'inferior del díode seria igual al valor de la fem $\epsilon = 16 \text{ V}$, i com que aquest valor és superior a V_Z , el Zener hauria de conduir, la qual cosa entra en contradicció amb la suposició original. Així doncs el díode condueix, i la diferència de potencial als seus extrems és $\Delta V = V_Z = 10 \text{ V}$. Aquesta tensió és igual a la que cau als extrems del condensador, donat que tots dos elements estan connectats en paral·lel. En conseqüència, al condensador hi haurà acumulada una càrrega $Q = C \Delta V = (3 \cdot 10^{-6})10 = 30 \mu\text{C}$.
- T4)** A partir de la llei d'Ohm podem saber la tensió V_D al drenador del transistor, ja que $5 - V_D = 10^3(1 \cdot 10^{-3})$, resultant en $V_D = 4 \text{ V}$. Com que la porta i el drenador estan connectats per un fil conductor, resulta $V_G = V_D = 4 \text{ V}$. I com que el transistor treballa en saturació, sabem que $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2$. Substituint en aquesta darrera equació, resulta $10^{-3} = \beta(4 - 0 - 1)^2/2$, d'on obtenim $\beta = (2/9)10^{-3} = 0.22 \text{ mA/V}^2$.
- T5)** Com que $I \neq 0$ el díode condueix, de forma que a la seva banda p hi ha 0.6 V menys que a la banda n . Degut a això, i com que $V_A - V_B = 12 \text{ V}$, la diferència de potencial a la resistència és $\Delta V = 12 - 0.6 = 11.4 \text{ V}$. Aplicant la llei d'Ohm trobem llavors $I = \Delta V/R = 11.4/(2 \cdot 10^3) = 5.7 \text{ mA}$.

Resolució del Problema

- a) A partir de la llei d'Ohm aplicada a $R_1 = 1000 \Omega$, tenim que $V_S = R_1 I_D$. Sabem que $V_G = V_0 = 2 \text{ V}$, per la qual cosa: $V_{GS} = V_G - V_S = 2 - 1000 I_D$.

És clar que el transistor no es troba en règim de tall ja que en absència de corrent I_D seria $V_S = 0 \text{ V}$, i per això $V_{GS} = 2 - 0 > V_T$. Així doncs el transistor treballa en règim òhmic o de saturació. Suposarem que el transistor treballa en règim de saturació. En tal cas, es satisfà que:

$$I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_T)^2 = \frac{\beta}{2} ((2 - 1000 I_D) - 1)^2 = \frac{\beta}{2} (1 - 1000 I_D)^2 .$$

Coneguts β i V_T , això és una equació de segon grau per I_D

$$2000 I_D^2 - 5 I_D + 0.002 = 0 ,$$

que té dues solucions

$$I_D = \frac{5 \pm 3}{4000} \rightarrow I_D^+ = 2 \text{ mA} , I_D^- = 0.5 \text{ mA} .$$

De la primera s'obté $V_{GS} = 0$, la qual cosa no és possible en saturació, donat que llavors $V_T > V_{GS}$. De la segona s'obté $V_{GS} = 1.5$ o, el que és equivalent, $V_{GT} = V_{GS} - V_T = 0.5 \text{ V}$.

Comprovació: fent servir l'equació que resulta d'aplicar la llei d'Ohm entre V_{DD} i el drenador del transistor

$$12 - V_D = 2000 I_D$$

tenim que $V_D = 11 \text{ V}$ i, com que $V_S = R_1 I_D = 0.5 \text{ V}$, resulta $V_{DS} = 10.5 \text{ V} > V_{GT}$, verificant-se que el transistor NMOS efectivament treballa en règim de saturació.

- b) La condició de saturació d'un PMOS és $V_{DS} \leq V_{GT} < 0$. En aquest nou cas continua sent $V_G = 2 \text{ V}$, per la qual cosa $V_{GT} = V_G - V_S - V_T = 2 - V_S - (-1) = 3 - V_S$. Així , la condició de saturació ens porta a

$$0 > V_{GS} - V_T \geq V_{DS} \rightarrow 0 > 3 - V_S \geq V_D - V_S$$

d'on resulta $3 \geq V_D$. Com que $V_D = R_1 I_D = 2 \cdot 10^{-3} R_1$, obtenim la condició

$$3 \geq 2 \cdot 10^{-3} R_2 ,$$

i per tant $R_1 \leq 1500 \Omega$.