

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
14 de Maig del 2015

Model A

Qüestions: 50% de l'examen

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

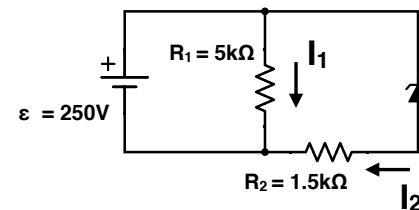
Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

T1) Quina de les següents afirmacions és correcta?

- a) Un semiconductor intrínsec de tipus n està dopat amb impureses donadores.
- b) En un semiconductor dopat de tipus p, el corrent es conduit per portadors de càrrega que són els electrons minoritaris.
- c) En un semiconductor dopat de tipus n, el corrent és produït per portadors de càrrega que són els forats majoritaris.
- d) Cap de les anteriors.

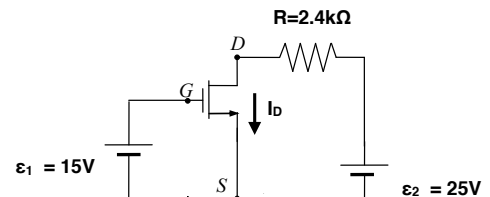
T2) En el següent circuit, el díode Zener està caracteritzat per $V_\gamma = 0.7V$ i $V_Z = 25V$. Quina intensitat circula per les resistències R_1 i R_2 ?

- a) $I_1 = 15 \text{ mA}$, $I_2 = 250 \text{ mA}$.
- b) $I_1 = 50 \text{ mA}$, $I_2 = 166 \text{ mA}$.
- c) $I_1 = 50 \text{ mA}$, $I_2 = 150 \text{ mA}$.
- d) $I_1 = 50 \text{ mA}$, $I_2 = 250 \text{ mA}$.



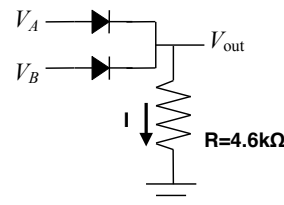
T3) El transistor del següent circuit té una tensió llindar $V_T = 1.5V$ i no opera en la regió òhmica. Si la intensitat al drenador és $I_D = 2.5 \text{ mA}$, quin és el valor de la seva constant característica β ?

- a) $\beta = 39.6 \mu\text{A}/\text{V}^2$.
- b) $\beta = 27.4 \mu\text{A}/\text{V}^2$.
- c) $\beta = 39.6 \mu\text{A}/\text{V}^2$.
- d) $\beta = 42.6 \mu\text{A}/\text{V}^2$.



T4) Els díodes de la porta de la figura tenen una tensió llindar $V_\gamma = 0.7V$. Quina de les següents afirmacions és **FALSA**?

- a) $I = 1.39 \text{ mA}$ si $V_A = 0V$ i $V_B = 7.5V$.
- b) $I = 0 \text{ A}$ si $V_A = 0V$ i $V_B = 0V$.
- c) $I = 2.02 \text{ mA}$ si $V_A = 10$ i $V_B = 0V$.
- d) $I = 0.93 \text{ mA}$ si $V_A = 5V$ i $V_B = 5V$.



T5) Un díode LED, connectat en sèrie a una bateria de força electromotriu $\epsilon = 5V$ i a una resistència $R = 175 \Omega$, dissipa una potència $P = 30 \text{ mW}$. Quant val el seu potencial llindar V_γ , sabent que aquest és menor de $3V$?

- a) $V_\gamma = 0.75V$.
- b) $V_\gamma = 1.50V$.
- c) $V_\gamma = 1.00V$.
- d) $V_\gamma = 1.25V$.

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
14 de Maig del 2015

Model B

Qüestions: 50% de l'examen

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

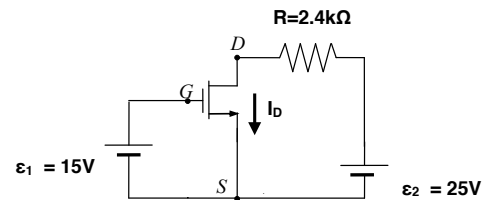
Puntuació: correcta = 1 punt, incorrecta = -0.25 punts, en blanc = 0 punts.

T1) Un díode LED, connectat en sèrie a una bateria de força electromotriu $\epsilon = 5\text{ V}$ i a una resistència $R = 175\ \Omega$, dissipa una potència $P = 30\text{ mW}$. Quant val el seu potencial llindar V_γ , sabent que aquest és menor de 3 V ?

- a) $V_\gamma = 1.25\text{ V}$. b) $V_\gamma = 1.50\text{ V}$. c) $V_\gamma = 1.00\text{ V}$. d) $V_\gamma = 0.75\text{ V}$.

T2) El transistor del següent circuit té una tensió llindar $V_T = 1.5\text{ V}$ i no opera en la regió òhmica. Si la intensitat al drenador és $I_D = 2.5\text{ mA}$, quin és el valor de la seva constant característica β ?

- a) $\beta = 27.4\ \mu\text{A}/\text{V}^2$. b) $\beta = 39.6\ \mu\text{A}/\text{V}^2$.
c) $\beta = 42.6\ \mu\text{A}/\text{V}^2$. d) $\beta = 39.6\ \mu\text{A}/\text{V}^2$.

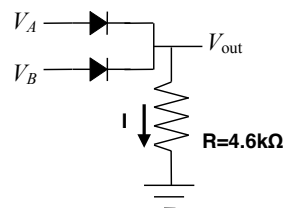


T3) Quina de les següents afirmacions és correcta?

- a) Un semiconductor intrínsec de tipus n està dopat amb impureses donadores.
b) En un semiconductor dopat de tipus n, el corrent és produït per portadors de càrrega que són els forats majoritaris.
c) En un semiconductor dopat de tipus p, el corrent es conduït per portadors de càrrega que són els electrons minoritaris.
d) Cap de les anteriors.

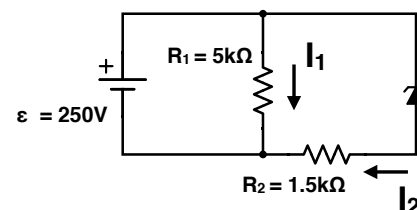
T4) Els díodes de la porta de la figura tenen una tensió llindar $V_\gamma = 0.7\text{ V}$. Quina de les següents afirmacions és **FALSA**?

- a) $I = 0\text{ A}$ si $V_A = 0\text{ V}$ i $V_B = 0\text{ V}$.
b) $I = 1.39\text{ mA}$ si $V_A = 0\text{ V}$ i $V_B = 7.5\text{ V}$.
c) $I = 2.02\text{ mA}$ si $V_A = 10$ i $V_B = 0\text{ V}$.
d) $I = 0.93\text{ mA}$ si $V_A = 5\text{ V}$ i $V_B = 5\text{ V}$.



T5) En el següent circuit, el díode Zener està caracteritzat per $V_\gamma = 0.7\text{ V}$ i $V_Z = 25\text{ V}$. Quina intensitat circula per les resistències R_1 i R_2 ?

- a) $I_1 = 50\text{ mA}$, $I_2 = 250\text{ mA}$.
b) $I_1 = 50\text{ mA}$, $I_2 = 166\text{ mA}$.
c) $I_1 = 15\text{ mA}$, $I_2 = 250\text{ mA}$.
d) $I_1 = 50\text{ mA}$, $I_2 = 150\text{ mA}$.



Cognoms i Nom:

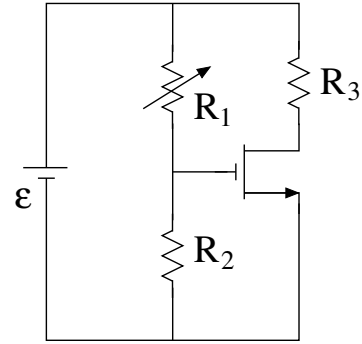
Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
14 de Maig del 2015

Problema: 50% de l'examen

El circuit de la figura consta d'una resistència variable R_1 , dues resistències $R_2 = 100 \Omega$ i $R_3 = 500 \text{ k}\Omega$, un transistor nMOS de característiques $\beta = 100 \mu\text{A}/\text{V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$, així com una font de tensió de fem $\epsilon = 3.5 \text{ V}$.

- Trobeu el valor mínim de R_1 que fa que el transistor treballi en tall.
- En quin règim treballa el transistor quan $R_1 = 200 \Omega$? Quin és el valor del corrent de drenador, de la tensió porta-font i de la tensió drenador-font?
- Trobeu el valor de R_1 que fa que $V_{DS} = 0.3 \text{ V}$, tot sabent que el transistor treballa a la regió òhmica.



RESOLEU EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Un semiconductor intrínsec no esta dopat. D'altra banda, en un semiconductor dopat de tipus p, els portadors de càrrega son els forats majoritaris. Finalment, en un semiconductor dopat de tipus n, els portadors de càrrega son els electrons majoritaris. Així doncs, cap de les tres afirmacions és certa.
- T2)** Les dues branques es troben connectades en paral·lel, i per tant el corrent I_1 no depen de si el díode condueix o no, donat que $I_1 = \epsilon/R_1 = 250/5000 = 50 \text{ mA}$. D'altra banda, el díode condueix ja que si no ho fes, hi hauria una diferència de potencial de 250 V als seus extrems, cosa que no pot ser. Així doncs el díode condueix, i degut a la seva orientació al circuit, ho fa en règim Zener, de forma que als seus extrems cauen $V_Z = 25 \text{ V}$. Això fa que als extrems de R_2 hi hagi una diferència de potencial $\Delta V = 250 - 25 = 225 \text{ V}$, i aplicant la llei d'Ohm obtenim $I_2 = \Delta V/R_2 = 225/1500 = 150 \text{ mA}$.
- T3)** El transistor no pot treballar en tall donat que el corrent al drenador és diferent de zero. Com que ens diuen que no treballa en regió òhmica, veiem que treballa en règim de saturació, i per tant $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2$. Com que $V_{GS} = \epsilon_1$, trobem $\beta = 2I_D/(\epsilon - V_T)^2 = 2 \cdot (2.5 \cdot 10^{-3})/(15 - 1.5)^2 = 27.4 \mu\text{A}/\text{V}^2$. Podem finalment comprovar que el transistor treballa efectivament en saturació, analitzant la malla de sortida, on $V_{DS} = \epsilon_2 - I_D R = 25 - (2.5 \cdot 10^{-3}) \cdot (2.4 \cdot 10^3) = 19 \text{ V}$. Efectivament, V_{DS} es més gran que $V_{GT} = V_{GS} - V_T = 15 - 1.5 = 13.5 \text{ V}$.
- T4)** Quan $V_A = V_B = 0 \text{ V}$ cap díode condueix, i per tant no hi ha corrent enlloc, de forma que $I = 0 \text{ A}$. Quan $V_A = 10 \text{ V}$ i $V_B = 0 \text{ V}$ el díode A condueix mentre que el B no ho fa. Però al conduir A, la tensió a la seva sortida és $V = 10 - V_\gamma = 10 - 0.7 = 9.3 \text{ V}$, i aplicant la llei d'Ohm a R resulta $V_{out} = 9.3 = 4600I$, d'on resulta $I = 2.02 \text{ mA}$. Quan $V_A = V_B = 5 \text{ V}$ resulta $V_{out} = 5 - 0.7 = 4.3 \text{ V}$ i aplicant el procediment anterior resulta $I = 0.93 \text{ mA}$. Però amb $V_A = 0, \text{ V}$ i $V_B = 7.5 \text{ V}$, resulta $V_{out} = 7.5 - 0.7 = 6.8$ i d'aquí $I = 1.48 \text{ mA}$.
- T5)** La intensitat que circula per el díode és $I = (\epsilon - V_\gamma)/R$, i la potència que dissipa $P = IV_\gamma$. Amb aquestes dues expressions, podem escriure $P = V_\gamma(\epsilon - V_\gamma)/R$, que condueix a l'equació de segon grau $V_\gamma^2 - \epsilon V_\gamma + PR = 0$, és a dir, $V_\gamma^2 - 5V_\gamma + 5.25 = 0$ amb les dades donades. Les solucions d'aquesta equació són $V_\gamma = 1.5 \text{ V}$ i $V_\gamma = 3.5 \text{ V}$. Com que V_γ ha de ser mes petit que 3 V, la solució correcta es $V_\gamma = 1.5 \text{ V}$.

Resolució del Problema

- a) Per tal que el transistor es trobi en tall, cal que la tensió de porta sigui inferior a $V_T = 1\text{ V}$. D'altra banda, V_{GS} és igual a la tensió $R_2 I$ que cau a la resistència R_2 , de forma que cal que es verifiqui la condició $R_2 I < 1$. Tanmateix, donat que el corrent de porta és sempre nul, el corrent que circula per R_2 és el mateix que el que circula per R_1 . Com que el conjunt es troba connectat en paral·lel a la font de tensió ϵ , la intensitat que passa per R_1 i R_2 és llavors $I = \epsilon / (R_1 + R_2)$. Si ho juntem tot obtenim la condició $\epsilon R_2 / (R_1 + R_2) < 1$, o el que és el mateix, $R_2(\epsilon - 1) < R_1$. Amb les dades donades obtenim $100(3.5 - 1) < R_1$, i per tant $R_1 > 250\ \Omega$.
- b) Com que $R_1 < 250\ \Omega$ sabem que el transistor no es troba en tall. Per tant, ha de treballar en règim òhmic o de saturació. Si assumim que treballa en saturació, el corrent de drenador és $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2 / 2$, mentre que la tensió de porta és $V_{GS} = \epsilon R_2 / (R_1 + R_2) = 3.5 \cdot 100 / (100 + 200) = 1.167\text{ V}$. Així doncs resulta $I_D = (100 \cdot 10^{-6})(1.167 - 1)^2 / 2 = 1.389\ \mu\text{A}$. Un cop sabem I_D cal confirmar que efectivament es satisfà la condició de saturació, es a dir $V_{DS} > V_{GS} - V_T$. Per tal de calcular V_{DS} ens fixem a la branca de la dreta, on sabem que la tensió a l'extrem superior es ϵ més alta que a l'extrem inferior, i per tant es verifica que $\epsilon - R_3 I_D - V_{DS} = 0$. Substituint valors resulta $V_{DS} = 3.5 - (500 \cdot 10^3)(1.389 \cdot 10^{-6}) = 2.81\text{ V} > 1.167 - 1 = 0.167\text{ V} = V_{GS} - V_T$. Així doncs es verifica que $V_{DS} > V_{GS} - V_T$, confirmant que el transistor efectivament treballa en règim de saturació.
- c) Sabent el valor de V_{DS} , l'equació de la branca de la dreta ens dona el corrent de drenador, ja que $\epsilon - R_3 I_D - V_{DS} = 0$, d'on obtenim $I_D = (\epsilon - V_{DS}) / R_3 = (3.5 - 0.3) / (5 \cdot 10^5) = 6.4\ \mu\text{A}$. Com que el transistor treballa en règim òhmic, podem trobar directament el valor de V_{GS} donat que $I_D = \beta \left[(V_{GS} - V_T) V_{DS} - V_{DS}^2 / 2 \right]$ i coneixem totes les altres quantitats implicades. Substituint resulta $6.4 \cdot 10^{-6} = 100 \cdot 10^{-6} \left[(V_{GS} - 1) 0.3 - 0.3^2 / 2 \right]$, d'on s'obté $V_{GS} = 1.363\text{ V}$. Mirant la branca central veiem que $V_{GS} = R_2 I$, de forma que el corrent d'aquesta branca és $I = V_{GS} / R_2 = 1.363 / 100 = 13.63\text{ mA}$. A partir d'aquí, com que $\epsilon - I(R_1 + R_2) = 0$, resulta $R_1 = \epsilon / I - R_2 = 3.5 / (13.63 \cdot 10^{-3}) - 100 = 156.72\ \Omega$.