

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
5 de desembre de 2018

Model A

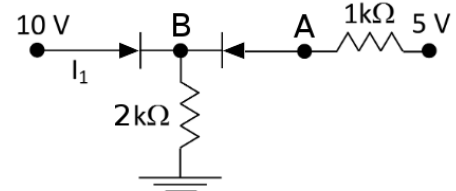
Qüestions: 50% de l'examen

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.

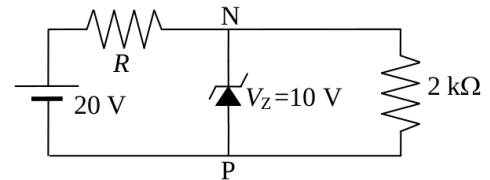
T1) Indiqueu quina resposta és correcta si la tensió llindar dels dos díodes del circuit de la figura és de 0.7 V.

- a) $V_B = 4.3$ V b) $V_A = 8.6$ V
c) $V_B - V_A = 4.3$ V d) $I_1 = 1$ mA



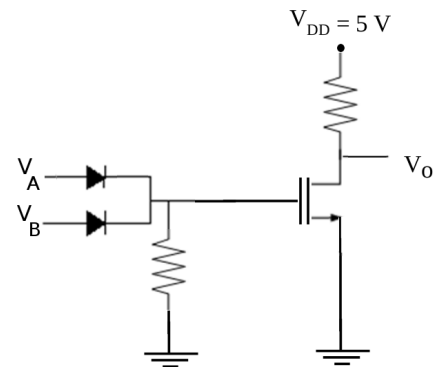
T2) Si pel díode Zener de la figura circula una intensitat de 5 mA, R ha de valer

- a) 5 kΩ b) 4 kΩ
c) 2 kΩ d) 1 kΩ



T3) Tenint en compte que el circuit de la figura s'ha dissenyat de forma que el transistor treballi o bé a la zona òhmica o bé 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) AND
c) NOR d) OR

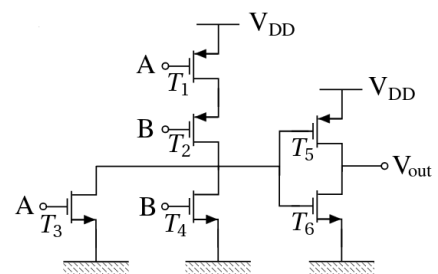


T4) Digueu quina de les següents afirmacions és correcta per un transistor NMOS, amb tensió de tall V_T , pel qual les diferències de potencial porta-font i drenador-font són respectivament V_{GS} i V_{DS} , i pel que circula una intensitat de drenador I_D .

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

T5) Si les entrades d'aquesta porta CMOS són $V_A = V_{DD}$ i $V_B = 0$, els transistors que estan en tall (OFF) són

- a) T1, T4, T6 b) T1, T2, T5
c) T3, T2, T6 d) T2, T3, T5



Cognoms i Nom:

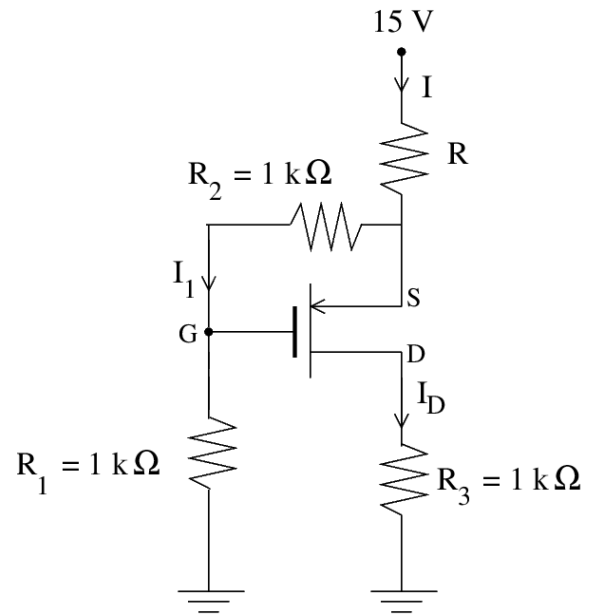
Codi

Examen de Física - ELECTRÒNICA
5 de desembre de 2018

Problema: 50% de l'examen

Considerem el circuit PMOS de la figura, amb característiques $\beta = 1.5 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = -2 \text{ V}$.

- Sabent que $V_{GS} = -4 \text{ V}$, calculeu els valors de V_D , V_G , V_S , I_D , I_1 , I i R , suposant que el transistor està en saturació. Demostreu que aquest règim de treball és el correcte.
- Si en el mateix circuit fixem $R = 1 \text{ k}\Omega$ i modifiquem la resistència R_3 , trobeu quin és el valor de R_3 que farà que el transistor treballi amb $V_{GS} = -4.5 \text{ V}$, tot conduint en règim òhmic amb $I_D = 1.5 \text{ mA}$. Determineu els valors de V_G i V_S .



RESOLEU EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

T1) El díode que té la regió P connectada a 10 V està polaritzat directament. Llavors, $V_B = 10 - 0.7 = 9.3V$. Com que el díode connectat a A està inversament polaritzat, $V_A = 5V$, de manera que $V_B - V_A = 4.3V$. Finalment, per la resistència de 2 k Ω circula $I_1 = V_B/2 K\Omega = 4.65$ mA.

T2) Si $I_Z = 5$ mA, el díode Zener està en conducció i per tant $V_N - V_P = 10$ V i $I(2 K\Omega) = 10V/2 K\Omega = 5$ mA.

Per la llei de nusos sabem que $I(R) = I_Z + I(2 K\Omega) = 10$ mA.

L'equació de malla $20V = 10V + R I(R)$ ens porta a

$$R = \frac{20V - 10V}{10 mA} = 1 K\Omega$$

T3) El díode connectat a una tensió d'entrada de 5V està en polarització directa, i el potencial de la seva regió N val $V_N = 5 - V_\gamma$. Per tant, com que $V_{GS} = V_N$, el transistor està en conducció (en regió òhmica) i $V_O \approx 0$. Només quan s'aplica una tensió d'entrada zero a tots dos díodes, cap dels dos condueix i el transistor està en tall i per tant, $I_D = 0$ i $V_O = V_{DD}$. En conseqüència, es tracta d'una porta NOR.

T4) A la regió òhmica, la resistència font-drenador val $r_{DS} = 1/(\beta \cdot (V_{GS} - V_T))$. Per tant, r_{DS} disminueix quan V_{GS} augmenta.

T5) Els transistors NMOS estaran en tall si $V_{GS} = 0$. Els transistors PMOS estaran en tall si $V_{GS} = 5V$. Per tant, T1 i T4 estaran en tall. D'altra banda, com que T3 no està en tall, està en la regió òhmica i $V_{DS} \approx 0$. De manera que per T6 tenim que $V_{GS} = 0$ i, per tant, també està en tall.

Resolució del Problema

a) Suposarem que el PMOS treballa en règim de saturació. En tal cas, es satisfà que:

$$I_D = \beta \frac{(V_{GS} - V_T)^2}{2} = \frac{\beta}{2}(-4 + 2)^2 = 3 \text{ mA.}$$

Tenim que $V_D = R_3 I_D = 3 \text{ V}$ i també sabem que

$$V_{GS} = -4 = -R_2 I_1 \rightarrow I_1 = 4 \text{ mA.}$$

Així, resulta $I = I_D + I_1 = 7 \text{ mA}$. A més, $V_G = R_1 I_1 = 4 \text{ V}$ i $V_S = V_G - V_{GS} = 8 \text{ V}$. Finalment, tenim que $15 - V_S = IR$, per la qual cosa $R = 1000 \Omega$.

Comprovació del règim de treball: $V_{DS} = -5 \text{ V} < V_{GS} - V_T = -2 \text{ V}$.

b) La doble condició $V_{GS} = -4.5 \text{ V}$ i $I_D = 1.5 \text{ mA}$, amb el transistor treballant en zona òhmica, implica que

$$I_D = 1.5 \text{ mA/V}^2 \left((V_{GS} - V_T)V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right) = 1.5 \text{ mA} \left((-2.5)V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right) = 1.5 \text{ mA}$$

Aquesta equació ens porta a $2 = (-5V_{DS} - V_{DS}^2)$ que té la doble solució $V_{DS} = -4.56 \text{ V}$, $V_{DS} = -0.44 \text{ V}$. Donat que la condició de regió òhmica per a un PMOS és $V_{GS} - V_T < V_{DS}$, només es acceptable $-2.5 \text{ V} < V_{DS}$, per tant descartem la primera i concloem que $V_{DS} = -0.44 \text{ V}$, i $I_D = 1.5 \text{ mA}$ en règim òhmic.

D'altra banda, $V_{GS} = -4.5 \text{ V}$ implica que $I_1 = 4.5 \text{ V}/1 \text{ K}\Omega = 4.5 \text{ mA}$, que juntament amb $I_D = 1.5 \text{ mA}$, estableix que $I = 6 \text{ mA}$. Així, trobem $V_S = 15 - IR = 15 - 6 = 9 \text{ V}$ i $V_G = I_1 R_1 = 4.5 \text{ V}$, en concordança amb la condició $V_{GS} = -4.5 \text{ V}$.

Finalment, trobarem el valor de R_3 a partir de $R_3 = V_D/I_D$ amb $V_D = V_S + V_{DS} = 9 \text{ V} - 0.44 \text{ V} = 8.56 \text{ V}$, i per tant $R_3 = 8.56 \text{ V}/1.5 \text{ mA} = 5.71 \text{ K}\Omega$.