

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
18 de maig de 2017

Model A

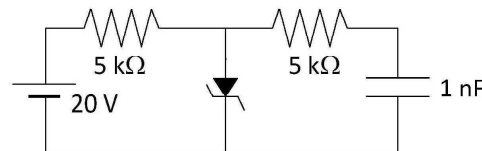
Qüestions: 50% de l'examen

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.

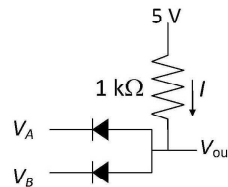
T1) El díode Zener del circuit de la figura es caracteritza per una tensió llindar $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ i una tensió Zener $V_Z = 10 \text{ V}$. Si la capacitat del condensador és d'1 nF, quina és la seva càrrega en règim estacionari?

- a) 0.7 nC.
- b) 10 nC.
- c) 0 nC.
- d) 20 nC.



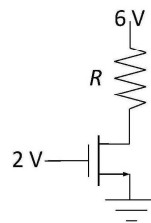
T2) La tensió llindar dels díodes de la porta de la figura és de 0.7 V. Quina de les següents afirmacions és correcta?

- a) $V_A = 5 \text{ V}$, $V_B = 0 \text{ V}$, $I = 4.3 \text{ mA}$.
- b) $V_A = 0$, $V_B = 5 \text{ V}$, $I = 0$.
- c) $V_A = V_B = 5 \text{ V}$, $I = 4.3 \text{ mA}$.
- d) $V_A = V_B = 0$, $I = 0$.



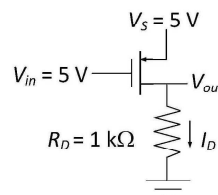
T3) Els paràmetres característics de l'NMOS de la figura són $\beta = 1 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$. Si el valor de la resistència R és variable, trobeu el seu valor màxim perquè el transistor treballi en règim de saturació.

- a) 1 kΩ.
- b) 5 kΩ.
- c) 10 kΩ.
- d) 0.5 kΩ.



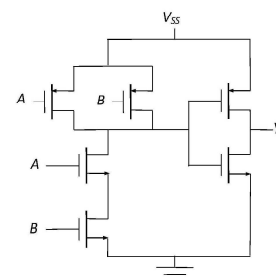
T4) Els paràmetres del PMOS de la figura són $V_T = -1 \text{ V}$ i $\beta = 1 \text{ mA/V}^2$. Quina de les afirmacions següents és certa?

- a) $I_D = 5 \text{ mA}$, $V_{out} = 5 \text{ V}$ i $V_{DS} = 0$.
- b) $I_D = 5 \text{ mA}$, $V_{out} = 5 \text{ V}$ i $V_{DS} = 5 \text{ V}$.
- c) $I_D = 0$, $V_{out} = 0$ i $V_{DS} = -5 \text{ V}$.
- d) $I_D = 0$, $V_{out} = 5 \text{ V}$ i $V_{DS} = 0$.



T5) El circuit CMOS de la figura correspon a la porta lògica

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



Cognoms i Nom:

Codi:

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
18 de maig de 2017

Model B

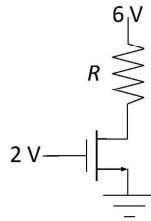
Qüestions: 50% de l'examen

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.

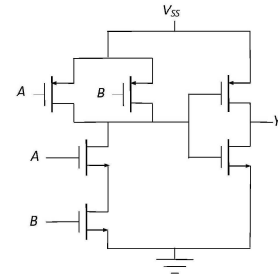
- T1)** Els paràmetres característics de l'NMOS de la figura són $\beta = 1 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$. Si el valor de la resistència R és variable, trobeu el seu valor màxim perquè el transistor treballi en règim de saturació.

- a) 0.5 k Ω .
- b) 5 k Ω .
- c) 10 k Ω .
- d) 1 k Ω .



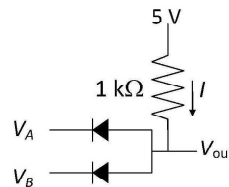
- T2)** El circuit CMOS de la figura correspon a la porta lògica

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



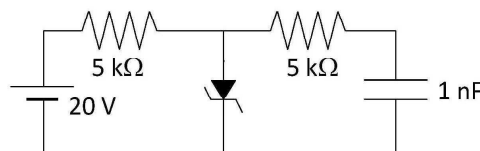
- T3)** La tensió llindar dels díodes de la porta de la figura és de 0.7 V. Quina de les següents afirmacions és correcta?

- a) $V_A = 5 \text{ V}$, $V_B = 0 \text{ V}$, $I = 4.3 \text{ mA}$.
- b) $V_A = 0$, $V_B = 5 \text{ V}$, $I = 0$.
- c) $V_A = V_B = 0$, $I = 0$.
- d) $V_A = V_B = 5 \text{ V}$, $I = 4.3 \text{ mA}$.



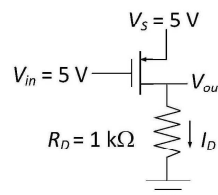
- T4)** El díode Zener del circuit de la figura es caracteritza per una tensió llindar $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ i una tensió Zener $V_Z = 10 \text{ V}$. Si la capacitat del condensador és d'1 nF, quina és la seva càrrega en règim estacionari?

- a) 10 nC.
- b) 0 nC.
- c) 0.7 nC.
- d) 20 nC.



- T5)** Els paràmetres del PMOS de la figura són $V_T = -1 \text{ V}$ i $\beta = 1 \text{ mA/V}^2$. Quina de les afirmacions següents és certa?

- a) $I_D = 5 \text{ mA}$, $V_{out} = 5 \text{ V}$ i $V_{DS} = 0$.
- b) $I_D = 5 \text{ mA}$, $V_{out} = 5 \text{ V}$ i $V_{DS} = 5 \text{ V}$.
- c) $I_D = 0$, $V_{out} = 0$ i $V_{DS} = -5 \text{ V}$.
- d) $I_D = 0$, $V_{out} = 5 \text{ V}$ i $V_{DS} = 0$.



Cognoms i Nom:

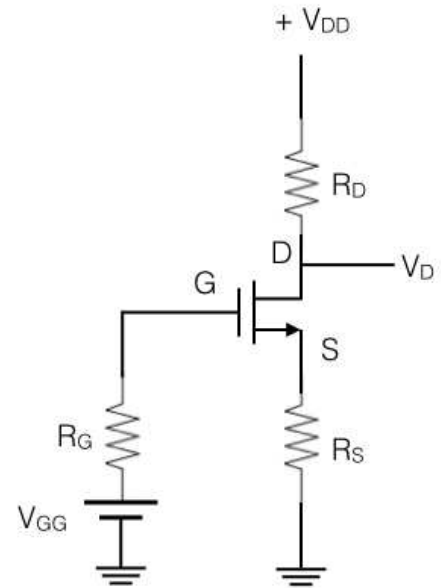
Codi:

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
18 de maig de 2017

Problema: 50% de l'examen

En el circuit de la figura, el transistor NMOS té les següents característiques: $\beta = 0.2 \text{ mA/V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$. Sabem que $V_{DD} = 20 \text{ V}$, $R_D = 10 \text{ k}\Omega$.

- Considerem que $R_S = 0$ i $V_{GG} = 15 \text{ V}$. Per aquestes condicions, trobeu I_D i V_{DS} . Comproveu que el règim de treball del transistor escollit és correcte (5p).
- Calculeu els valors del punt de treball del transistor (V_{GS} , V_{DS} , I_D) quan $R_S = 5 \text{ k}\Omega$ i $V_{GG} = 9 \text{ V}$; esbrineu el seu règim de funcionament. Demostreu que el règim indicat és correcte (5p).



RESOLEU EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Pel condensador, un vegada carregat, no circula corrent. El díode Zener està en polarització directa, deixa passar corrent i la tensió als seus borns és $V_\gamma = 0.7$ V, que és la tensió en borns del condensador perquè per la resistència de la dreta no passa corrent. Llavors, $Q = CV_\gamma = 0.7$ nC.
- T2)** Si $V_A = 0$ o $V_B = 0$, el díode corresponent estarà en polarització directa, deixarà passar corrent i la tensió als seus extrems serà 0.7 V, que serà igual a V_{out} , de manera que la ddp a la resistència serà $(5 \text{ V}) - (0.7 \text{ V}) = 4.3 \text{ V}$ i $I = (4.3 \text{ V}) / (1 \text{ k}\Omega) = 4.3$ mA. La intensitat I només serà nul·la quan cap dels dos díodes estigui polaritzat directament, la qual cosa correspon a $V_A = V_B = 5$ V.
- T3)** $V_{GS} = 2$ V. En saturació ($V_{DS} > V_{GS} - V_T > 0$) $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2 / 2 = 0.5$ mA i $V_{DS} = 6 - RI_D > (V_{GS} - V_T)$, d'on trobem que $R \leq 10$ k Ω .
- T4)** $V_{in} = V_G = 5$ V $\Rightarrow V_{GS} = V_G - V_S = 5 - 5 = 0 > V_T = -1$ V i, per tant, està en tall amb $I_D = 0$. Aleshores $V_{out} = V_D = R_D I_D = 0$ i $V_{DS} = V_D - V_S = 0 - 5 = -5$ V
- T5)** Dos PMOS en paral·lel implementen una NAND. I dos NMOS en sèrie també. Per tant, la part de l'esquerra amb entrades A i B, on els dos PMOS es complementen amb els dos NMOS, és una porta NAND amb CMOS. I, com que la seva sortida està connectada a l'entrada d'un inversor CMOS, la sortida Y és la negació d'una NAND, és a dir una AND.

Resolució del Problema

a) Considerem $R_S = 0$ i $V_{GG} = 15$ V. Com que $R_S = 0$, $V_{GS} = V_{GG} = 15$ V. Tenim

$$I_D = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_D}$$

i com que V_{GS} és gran assumim que treballa en règim òhmic.

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

Combinant les dues equacions anteriors trobem

$$\beta R_D V_{DS}^2 - 2[\beta R_D (V_{GS} - V_T) + 1]V_{DS} + 2V_{DD} = 0$$

Posant valors,

$$2V_{DS}^2 - 58V_{DS} + 40 = 0$$

Resolent l'equació de segon grau trobem dues solucions $V_{DS} = 0.71$ V i $V_{DS} = 28.29$ V. Només la primera té sentit, així que la resposta correcta és $V_{DS} = 0.71$ V. Coneixent V_{DS} podem ara calcular el corrent, $I_D = 1.93$ mA.

Comprovem que el règim òhmic és correcte, $V_{DS} < V_{GS} - V_T$. Efectivament, $0.71 < 15 - 1$. Per tant, les solucions trobades són consistents.

b) A partir de la llei d'Ohm aplicada a la connexió V_{DD} -Terra, tenim que:

$$V_{DS} = 20 - 15000 I_D \quad (1)$$

També sabem que la connexió de la porta a V_{GG} no condueix corrent, per la qual cosa: $V_{GG} = V_{GS} + R_S I_D$, és a dir que: $V_{GS} = 9 - R_S I_D$.

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

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

Aïllant I_D en les dues equacions (1) i (2), tenim que:

$$\frac{9 - V_{GS}}{5000} = 10^{-4} (V_{GS}^2 - 2V_{GS} + 1)$$

que resulta ser: $0.5V_{GS}^2 = 8.5$. Aquesta equació té dues solucions: $V_{GS} = \pm 4.123$ V. Però com que V_{GS} ha de ser positiu per tal que el transistor funcioni, tenim $V_{GS} = 4.123$ V, que dona $V_{GT} = 3.123$ V, $I_D = 0.975$ mA i $V_{DS} = 5.45$ V.

Comprovació: Hem obtingut que $V_{DS} > V_{GT}$, verificant-se que el transistor NMOS treballa en règim de saturació.