

Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
27 de Novembbre del 2014

Model A

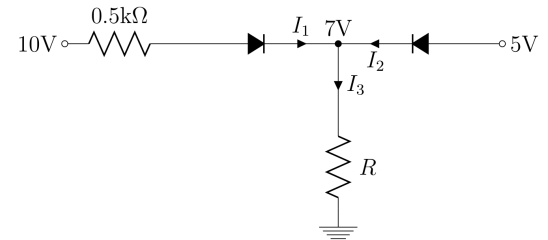
Qüestions: 50% de l'examen

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

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

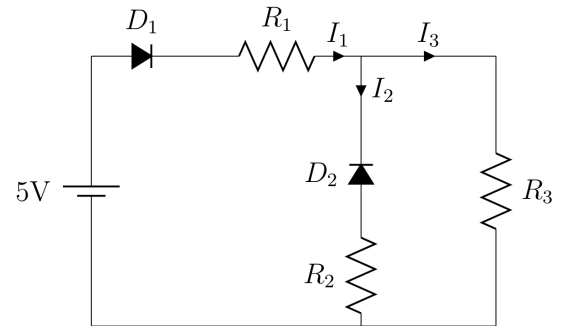
T1) Al circuit de la figura els dos díodes són iguals i tenen la mateixa tensió llindar $V_\gamma = 0.7$ V. Determineu quin dels següents resultats és cert:

- a) $I_1 = I_3 = 4.6$ mA b) $I_1 = I_2 = 2.3$ mA
c) $I_1 = I_2 = 0$ d) $R = 1$ k Ω



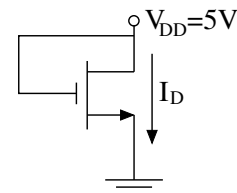
T2) Al circuit de la figura $R_2 = 500$ Ω i $R_3 = 100$ Ω . Els dos díodes, D_1 i D_2 són iguals i tenen la mateixa tensió llindar $V_\gamma = 0.7$ V. Si la potència que consumeix la resistència R_3 és $P(R_3) = 10^{-4}$ W, quina de les següents opcions és la correcta?

- a) la potència consumida per D_2 és $P(D_2) = 7 \cdot 10^{-4}$ W.
b) la potència consumida per R_2 és $P(R_2) = 1 \cdot 10^{-4}$ W.
c) la potència consumida per D_1 és $P(D_1) = 7 \cdot 10^{-4}$ W.
d) $I_1 = I_3 = 0.5$ mA.



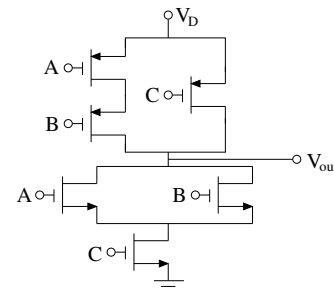
T3) El transistor NMOS de la figura té per paràmetres característics $V_T = 1$ V i $\beta = 1$ mA/V². Aleshores, el corrent de drenador I_D és:

- a) 20 mA. b) 7.5 mA. c) 8 mA. d) 0 mA.



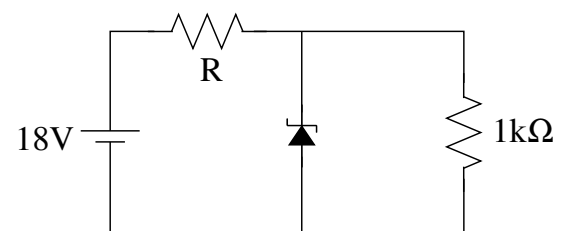
T4) Determineu la funció lògica corresponent al circuit CMOS indicat a la figura

- a) $\overline{AB + C}$
b) $(A + B)C$
c) $AB + C$
d) $\overline{(A + B)C}$



T5) Al circuit donat, quin és el valor màxim de R que fa que el díode Zener condueixi, quan els seus paràmetres característics són $V_\gamma = 0.7$ V i $V_Z = 10$ V?

- a) $R = 1.2$ k Ω b) $R = 24.7$ k Ω
c) $R = 12.0$ k Ω d) $R = 0.8$ k Ω



Cognoms i Nom:

Codi

Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
27 de Novembbre del 2014

Model B

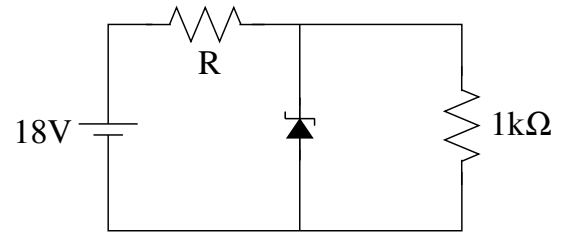
Qüestions: 50% de l'examen

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.

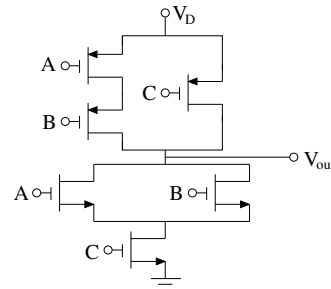
T1) Al circuit donat, quin és el valor màxim de R que fa que el díode Zener condueixi, quan els seus paràmetres característics són $V_\gamma = 0.7\text{ V}$ i $V_Z = 10\text{ V}$?

- a) $R = 1.2\text{ k}\Omega$ b) $R = 0.8\text{ k}\Omega$
c) $R = 12.0\text{ k}\Omega$ d) $R = 24.7\text{ k}\Omega$



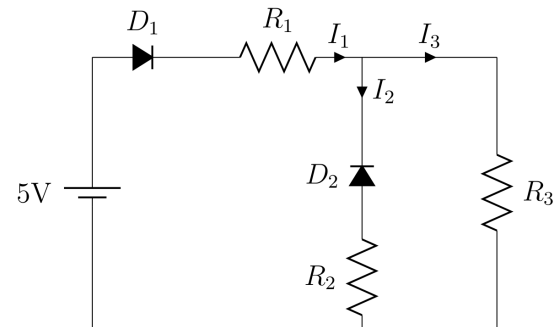
T2) Determineu la funció lògica corresponent al circuit CMOS indicat a la figura

- a) $\overline{(A + B)C}$
b) $(A + B)C$
c) $\overline{AB + C}$
d) $AB + C$



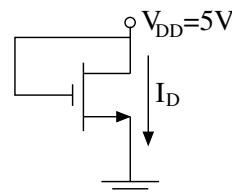
T3) Al circuit de la figura $R_2 = 500\ \Omega$ i $R_3 = 100\ \Omega$. Els dos díodes, D_1 i D_2 són iguals i tenen la mateixa tensió llindar $V_\gamma = 0.7\text{ V}$. Si la potència que consumeix la resistència R_3 és $P(R_3) = 10^{-4}\text{ W}$, quina de les següents opcions és la correcta?

- a) la potència consumida per R_2 és $P(R_2) = 1 \cdot 10^{-4}\text{ W}$.
b) la potència consumida per D_1 és $P(D_1) = 7 \cdot 10^{-4}\text{ W}$.
c) $I_1 = I_3 = 0.5\text{ mA}$.
d) la potència consumida per D_2 és $P(D_2) = 7 \cdot 10^{-4}\text{ W}$.



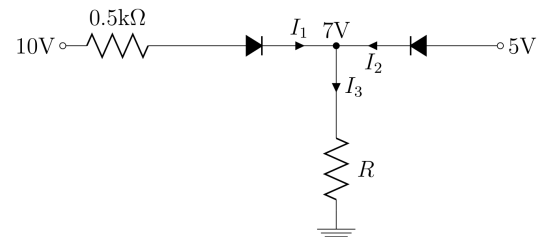
T4) El transistor NMOS de la figura té per paràmetres característics $V_T = 1\text{ V}$ i $\beta = 1\text{ mA/V}^2$. Aleshores, el corrent de drenador I_D és:

- a) 7.5 mA. b) 0 mA. c) 20 mA. d) 8 mA.



T5) Al circuit de la figura els dos díodes són iguals i tenen la mateixa tensió llindar $V_\gamma = 0.7\text{ V}$. Determineu quin dels següents resultats és cert:

- a) $R = 1\text{ k}\Omega$ b) $I_1 = I_2 = 0$
c) $I_1 = I_3 = 4.6\text{ mA}$ d) $I_1 = I_2 = 2.3\text{ mA}$

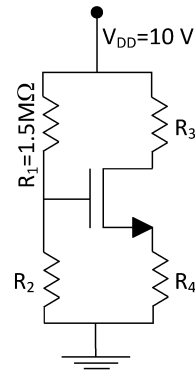


Examen parcial de Física - ELECTRÒNICA
27 de Novembbre del 2014

Problema: 50% de l'examen

El circuit de la figura està format per quatre resistències ($R_1 = 1.5 \text{ M}\Omega$, R_2 , R_3 i R_4) i un transistor NMOS de paràmetres característics $\beta = 25 \mu\text{A}/\text{V}^2$ i $V_T = 1 \text{ V}$.

- Pel cas $R_4 = 0$, determineu el valor de R_2 a partir del qual el transistor deixa d'estar en tall (2.5p).
- Si $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$ i $R_4 = 0$, determineu el valor màxim de R_3 perquè el transistor estigui en saturació (2.5p).
- Si $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 100 \text{ k}\Omega$ i $R_4 = 0$ determineu V_{GS} , V_{DS} i I_D . En quina zona està treballant el transistor? (3p)
- Si $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 75 \text{ k}\Omega$ i $R_4 = 39 \text{ k}\Omega$ el transistor es troba en saturació. Determineu V_{GS} , V_{DS} i I_D . (2p)



RESOLEU EN AQUEST MATEIX FULL

Respostes correctes de les qüestions del Test

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

Resolució del Model A

- T1)** Podem calcular fàcilment I_1 com $I_1 = (10 - 7 - V_\gamma)/500 = 4.6$ mA. Com que el díode de la dreta està en polarització inversa, $I_2 = 0$. Per tant, $I_3 = I_1$. Finalment el valor de la resistència R és $R = 7/I_3 = 1521.7 \Omega$.
- T2)** De la potència que consumeix R_3 obtenim la intensitat $I_3 = \sqrt{P/R_3} = 1$ mA. D'altra banda, el díode D_2 està en polarització inversa i per tant $I_2 = 0$, de forma que $I_1 = I_3$. Així la potència consumida al D_1 és $P(D_1) = I_1 V_\gamma = 7 \cdot 10^{-4}$ W.
- T3)** Al circuit $V_{DS} = V_{GS}$ ja que la porta i la font es troben connectades a la mateixa tensió. Veiem doncs que $5 = V_{DS} > V_{GS} - V_T = 4 > 0$ i per tant el NMOS treballa en règim de saturació. Així doncs, $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2 = 10^{-3}4^2/2 = 8$ mA.
- T4)** Si analitzem, per exemple, la part NMOS del circuit CMOS (la part PMOS és complementaria d'aquesta) veiem que els transistors A i B es troben en paral·lel i que C està en sèrie amb el conjunt d' A i B . Recordant que NMOS en paral·lel corresponen a la negació d'una OR i que, en sèrie, a la negació d'una AND, deduïm que la funció lògica de la porta és $\overline{(A + B)C}$.
- T5)** Tal com es troba connectat el díode, quan condueix ho fa treballant en mode Zener, i per tant als seus extrems ha ha una diferència de potencial de 10 V. En cas que aquesta sigui menor a 10 V, no condueix. En aquest darrer cas, tot el corrent que passa per la resistència R circula també per la resistència de 1 k Ω , i pren per valor $I = 18/(1000 + R)$. Aplicant la llei d'Ohm a la resistència de 1 k Ω trobem la diferència de potencial als seus extrems, que és la mateixa que la que hi ha al Zener donat que aquests dos elements es troben connectats en paral·lel. La condició que fa que el Zener no condueixi és doncs $1000 \left(\frac{18}{1000+R} \right) < 10$, d'on resulta $R > 800 \Omega$. Per tant, el valor màxim que permet que el Zener condueixi és $R = 0.8$ k Ω .

Resolució del Problema

- a) Amb $R_4 = 0 \Omega$, la font (S) del transistor es troba directament connectada a terra i per tant $V_S = 0 \text{ V}$. D'altra banda i aplicant la llei d'Ohm, la tensió de porta V_G és igual al producte de la resistència R_2 pel corrent I que circula a través seu. Com que mai hi ha corrent a la porta del transistor, I és igual al corrent que circula per R_1 , i per tant es pot determinar fàcilment a partir de l'equació de la branca de l'esquerra, $V_{DD} - (R_1 + R_2)I = 0$, d'on resulta $I = V_{DD}/(R_1 + R_2)$. A partir d'aquí, la tensió a la porta del transistor és igual al producte de R_2 per I , de forma que $V_G = R_2 V_{DD}/(R_1 + R_2)$. La condició perquè el transistor no estigui en tall és $V_{GS} > V_T > 0$, i per tant s'ha de verificar que $R_2 V_{DD}/(R_1 + R_2) > V_T$. D'aquí es treu la condició final $R_2 > R_1/(V_{DD}/V_T - 1)$, d'on s'obté finalment $R_2 > 166.67 \text{ k}\Omega$.
- b) Procedint igual que abans veiem que ara la tensió porta-font és $V_{GS} = R_2 V_{DD}/(R_1 + R_2) = 4 \text{ V}$. Per tant, $V_{GS} - V_T = 4 - 1 = 3 \text{ V}$. La condició que cal satisfer per tal de garantir que el transistor treballa en saturació és $V_{DS} > V_{GS} - V_T > 0$, i per tant $V_{DS} > 3 \text{ V}$. Com que el transistor treballa en saturació, podem trobar el corrent de drenador directament, $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2 = (25 \cdot 10^{-6})3^2/2 = 112.5 \cdot 10^{-6} = 112.5 \mu\text{A}$. Aplicant la segona llei de Kirchhoff a la malla de la dreta podem determinar la tensió drenador-font, $V_{DD} - R_3 I_D - V_{DS} = 0$, i per tant $V_{DS} = V_{DD} - R_3 I_D$. Juntant els raonaments arribem a la conclusió que s'ha de verificar la condició $10 - 112.5 \cdot 10^{-6} R_3 > 3$, d'on trobem finalment que $R_3 < 62.2 \text{ k}\Omega$.
- c) De nou la tensió porta-font és $V_{GS} = R_2 V_{DD}/(R_1 + R_2) = 4 \text{ V}$, i, per tant, $V_{GS} - V_T = 4 - 1 = 3 \text{ V}$. Com $R_3 = 100 \text{ k}\Omega > 62.2 \text{ k}\Omega$, ara el transistor no es troba en tall (del resultat del primer apartat) ni en saturació (del resultat del segon apartat), i per tant es troba en òhmica. Així doncs, el corrent de drenador be donat per l'expressió $I_D = \beta[(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2/2]$. Si combinem aquesta equació amb l'expressió de la diferència de potencial drenador-font $V_{DS} = V_{DD} - R_3 I_D$, tenim que $V_{DS} = 10 - 100 \cdot 10^3 [25 \cdot 10^{-6} (3V_{DS} - V_{DS}^2/2)] = 10 - 7.5V_{DS} + 1.25V_{DS}^2$. Per tant, trobem l'equació de segon grau $1.25V_{DS}^2 - 8.5V_{DS} + 10 = 0$, amb solucions 5.28 V i 1.52 V . La primera no és correcta, ja que $V_{DS} = 5.28 \text{ V} > V_{GS} - V_T = 3 \text{ V}$, que indicaria que el transistor estaria en saturació. En canvi la segona sí és correcta ja que $V_{DS} = 1.52 \text{ V} < V_{GS} - V_T = 3 \text{ V}$. Així doncs: $V_{GS} = 4 \text{ V}$, $V_{DS} = 1.52 \text{ V}$, $I_D = (V_{DD} - V_{DS})/R_3 = 84.87 \mu\text{A}$ i el transistor treballa a la regió òhmica.
- d) Com que R_2 val el mateix que a l'apartat anterior, la tensió de porta és la mateixa que abans, es a dir, $V_G = 4 \text{ V}$. Però no sabem la tensió a la font V_S , de forma que $V_{GS} = 4 - V_S$ on V_S és ara una incògnita. El transistor treballa en saturació i per tant $I_D = \beta(V_{GS} - V_T)^2/2$, és a dir, $I_D = 25 \cdot 10^{-6} (3 - V_S)^2/2$. D'altra banda, la tensió V_S ve determinada per la diferència de potencial a extrems de la resistència R_4 , de forma que $V_S = R_4 I_D$. Així, també es verifica que $I_D = V_S/R_4 = V_S/(39 \cdot 10^3) = 25 \cdot 10^{-6} (3 - V_S)^2/2$. Combinant les dues expressions que tenim per I_D obtenim l'equació de segon grau $V_S^2 - 8.05V_S + 9 = 0$, que té per solucions $V_S = 6.71 \text{ V}$ i $V_S = 1.34 \text{ V}$. La primera és incorrecta ja que $V_{GS} = 4 - 6.71 = -2.71 \text{ V} < V_T = 1 \text{ V}$, que indicaria que el transistor estaria en tall. En canvi la segona és correcta, ja que $V_{GS} = 4 - 1.34 = 2.66 \text{ V} > V_T = 1 \text{ V}$. La intensitat és doncs $I_D = V_S/R_4 = 1.34/(39 \cdot 10^3) = 34.4 \mu\text{A}$. La diferència de potencial drenador-font es pot calcular aplicant la segona llei de Kirchhoff a la malla de la dreta, $V_{DS} = V_{DD} - (R_3 + R_4)I_D = 6.08 \text{ V}$. Aquest resultat és correcte ja que $V_{DS} = 6.08 \text{ V} > V_{GS} - V_T = 2.66 - 1 = 1.66 \text{ V}$. En resum: $V_{GS} = 2.66 \text{ V}$, $V_{DS} = 6.08 \text{ V}$ i $I_D = 34.4 \mu\text{A}$.