

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen FINAL de Física
25 de juny de 2018

Model A

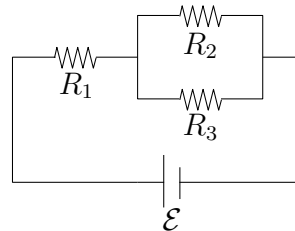
Qüestions: 40% de l'examen

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) En el circuit de la figura les tres resistències són iguals, essent $R_1 = R_2 = R_3 = 4 \Omega$, i cadascuna d'elles pot dissipar una potència màxima $P_{\max} = 9 \text{ W}$. Quant val la fem \mathcal{E} màxima que pot aplicar-se al circuit?

- a) 18 V.
- b) 4.5 V.
- c) 9 V.
- d) 12 V.

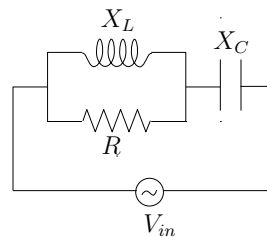


T2) En un circuit RC , el condensador es troba inicialment descarregat. Si τ és la constant de temps del circuit, el temps que triga el condensador en carregar-se fins a la quarta part de la càrrega final és:

- a) $\tau \ln 0.75$.
- b) $\tau \ln 0.25$.
- c) $-\tau \ln 0.25$.
- d) $-\tau \ln 0.75$.

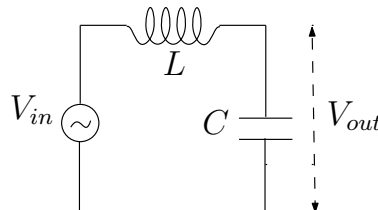
T3) Sabent que en el circuit de la figura la tensió i la intensitat totals estan en fase i que $R = 5 \Omega$ i $X_L = 10 \Omega$, quant val X_C ?

- a) 5Ω .
- b) 15Ω .
- c) 10Ω .
- d) 2Ω .



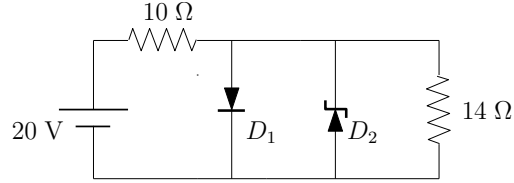
T4) La funció de transferència del circuit de la figura és:

- a) $F(\omega) = \frac{LC}{|LC - \omega^2|}$.
- b) $F(\omega) = \frac{1}{|\omega^2 - 1/LC|}$.
- c) $F(\omega) = \frac{1/LC}{|1/LC - \omega^2|}$.
- d) $F(\omega) = \frac{1}{|LC\omega^2 - 1|}$.



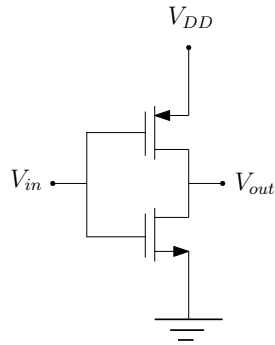
T5) Els paràmetres dels dos díodes de la figura són: $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$ per D_1 , i $V_\gamma = 0.9 \text{ V}$ i $V_Z = 10 \text{ V}$ per D_2 . La potència dissipada per la resistència de 14Ω és:

- a) 0.058 W.
- b) 40 W.
- c) 7.143 W.
- d) 0.035 W.



T6) La figura representa un transistor CMOS. Indiqueu quina de les següents respostes és FALSA:

- a) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = 0 \text{ V}$ el transistor PMOS està en tall.
- b) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = V_{DD}$ la tensió a la sortida és $V_{out} = 0 \text{ V}$.
- c) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = V_{DD}$ el transistor PMOS està en tall.
- d) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = 0 \text{ V}$ la tensió a la sortida és $V_{out} = V_{DD}$.



T7) Enviem un feix de llum no polaritzada de intensitat $I_0 = 8 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ cap a un conjunt format per tres làmines polaritzadores paral·leles. Si l'eix de polarització de cadascuna de les làmines forma el mateix angle θ respecte de l'eix de la làmina anterior, quant ha de valer θ per que la intensitat de la llum en sortir del conjunt de polaritzadors sigui $I = 2.25 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$?

- a) $\theta = 15^\circ$.
- b) $\theta = 45^\circ$.
- c) $\theta = 60^\circ$.
- d) $\theta = 30^\circ$.

T8) Considereu dos focus F_1 i F_2 d'ones electromagnètiques linealment polaritzades, que emeten en fase i amb la mateixa freqüència f . Sigui λ la longitud d'ona d'aquestes ones. Si d_1 i d_2 són les distàncies dels focus a un punt P , quina de les següents afirmacions és CERTA?

- a) Si $d_2 - d_1 = \lambda/4$, les ones en el punt P estan desfasades $\pi/4$.
- b) Si $d_2 - d_1 = 3\lambda/2$, en el punt P es produeix una interferència constructiva.
- c) Si $d_2 - d_1 = \lambda$, en el punt P es produeix una interferència destructiva.
- d) Si $d_2 - d_1 = 3\lambda$, les ones en el punt P estan en fase.

Cognoms i Nom:

Codi:

Examen FINAL de Física
25 de juny de 2018

Model B

Qüestions: 40% 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.

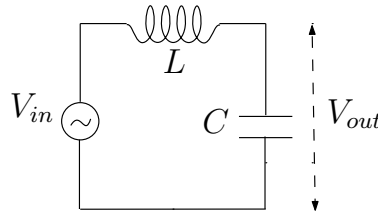
T1) La funció de transferència del circuit de la figura és:

a) $F(\omega) = \frac{1}{|LC\omega^2 - 1|}$.

b) $F(\omega) = \frac{1}{|\omega^2 - 1/LC|}$.

c) $F(\omega) = \frac{1/LC}{|1/LC - \omega^2|}$.

d) $F(\omega) = \frac{LC}{|LC - \omega^2|}$.



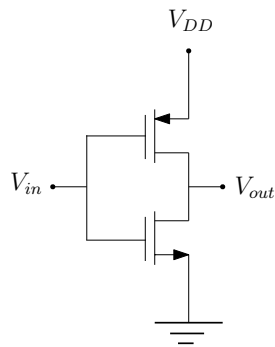
T2) La figura representa un transistor CMOS. Indiqueu quina de les següents respostes és FALSA:

a) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = V_{DD}$ la tensió a la sortida és $V_{out} = 0$ V.

b) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = 0$ V la tensió a la sortida és $V_{out} = V_{DD}$.

c) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = 0$ V el transistor PMOS està en tall.

d) Quan la tensió a l'entrada és $V_{in} = V_{DD}$ el transistor PMOS està en tall.



T3) En un circuit RC , el condensador es troba inicialment descarregat. Si τ és la constant de temps del circuit, el temps que triga el condensador en carregar-se fins a la quarta part de la càrrega final és:

a) $\tau \ln 0.25$.

b) $-\tau \ln 0.25$.

c) $\tau \ln 0.75$.

d) $-\tau \ln 0.75$.

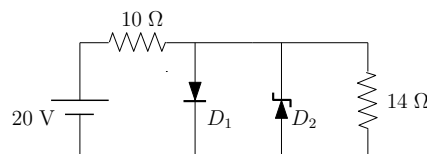
T4) Els paràmetres dels dos díodes de la figura són: $V_\gamma = 0.7$ V per D_1 , i $V_\gamma = 0.9$ V i $V_Z = 10$ V per D_2 . La potència dissipada per la resistència de 14Ω és:

a) 0.035 W.

b) 0.058 W.

c) 7.143 W.

d) 40 W.

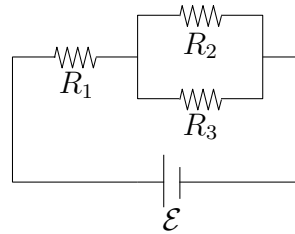


T5) Considereu dos focus F_1 i F_2 d'ones electromagnètiques linealment polaritzades, que emeten en fase i amb la mateixa freqüència f . Sigui λ la longitud d'ona d'aquestes ones. Si d_1 i d_2 són les distàncies dels focus a un punt P , quina de les següents afirmacions és CERTA?

- a) Si $d_2 - d_1 = \lambda/4$, les ones en el punt P estan desfasades $\pi/4$.
- b) Si $d_2 - d_1 = 3\lambda$, les ones en el punt P estan en fase.
- c) Si $d_2 - d_1 = \lambda$, en el punt P es produeix una interferència destructiva.
- d) Si $d_2 - d_1 = 3\lambda/2$, en el punt P es produeix una interferència constructiva.

T6) En el circuit de la figura les tres resistències són iguals, essent $R_1 = R_2 = R_3 = 4 \Omega$, i cadascuna d'elles pot dissipar una potència màxima $P_{\max} = 9 \text{ W}$. Quant val la fem \mathcal{E} màxima que pot aplicar-se al circuit?

- a) 9 V.
- b) 12 V.
- c) 18 V.
- d) 4.5 V.

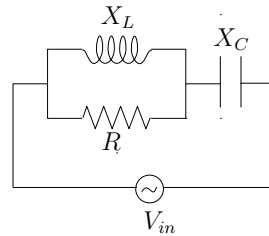


T7) Enviem un feix de llum no polaritzada de intensitat $I_0 = 8 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ cap a un conjunt format per tres làmines polaritzadores paral·leles. Si l'eix de polarització de cadascuna de les làmines forma el mateix angle θ respecte de l'eix de la làmina anterior, quant ha de valer θ per que la intensitat de la llum en sortir del conjunt de polaritzadors sigui $I = 2.25 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$?

- a) $\theta = 30^\circ$.
- b) $\theta = 15^\circ$.
- c) $\theta = 45^\circ$.
- d) $\theta = 60^\circ$.

T8) Sabent que en el circuit de la figura la tensió i la intensitat totals estan en fase i que $R = 5\Omega$ i $X_L = 10\Omega$, quant val X_C ?

- a) 15 Ω .
- b) 2 Ω .
- c) 10 Ω .
- d) 5 Ω .



Cognoms i Nom:

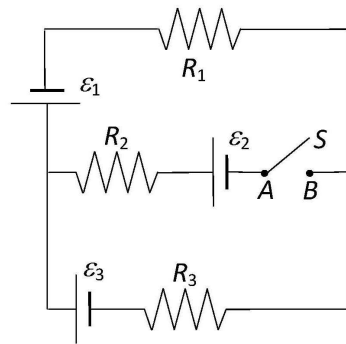
Codi:

Examen FINAL de Física
25 de juny de 2018

Problema 1 (20% de l'examen)

En el circuit de la figura totes les fonts de tensió són reversibles i la seva resistència interna és negligible. Si l'interruptor S està obert, determineu:

- La potència subministrada o absorbida per cadascuna de les tres fonts de tensió.
- La diferència de potencial entre els extrems de l'interruptor S .
- El circuit equivalent Thévenin entre A i B .
- La intensitat que circularà per l'interruptor S quan el tanquem.



Dades:

$$\varepsilon_1 = 20 \text{ V} \quad R_1 = 10 \, \Omega$$

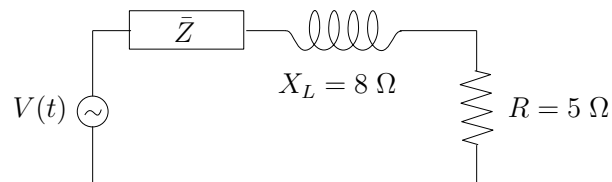
$$\varepsilon_2 = 13 \text{ V} \quad R_2 = 3 \, \Omega$$

$$\varepsilon_3 = 10 \text{ V} \quad R_3 = 10 \, \Omega$$

Problema 2 (20% de l'examen)

En el circuit de la figura, la tensió d'entrada en funció del temps és $V(t) = (50 \text{ V}) \cos(100\pi t + \pi/4)$, i la intensitat $I(t) = (2.5 \text{ A}) \cos(100\pi t - \pi/12)$. Calculeu:

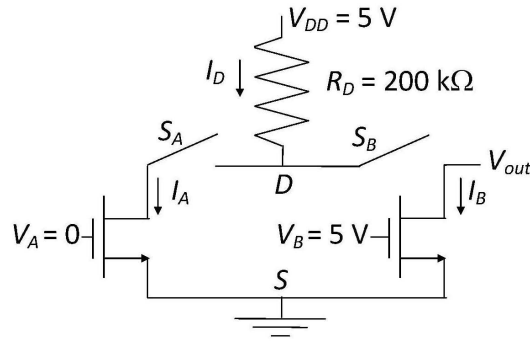
- La impedància complexa \bar{Z} i la impedància complexa total \bar{Z}_{tot} del circuit.
- La tensió (en funció del temps) a X_L i a R , $V_L(t)$ i $V_R(t)$, respectivament.
- El factor de potència del circuit, i la potència mitjana consumida.



Problema 3 (20% de l'examen)

Els dos transistors nMOS d'enriquiment del circuit de la figura tenen una tensió llindar $V_T = 1 \text{ V}$ i un paràmetre característic $\beta = 0.5 \text{ mA/V}^2$. La tensió a la porta (gate) del de l'esquerra (A) és $V_A = 0$, i al de la dreta (B) és $V_B = 5 \text{ V}$.

- Si tanquem l'interruptor S_A (amb S_B obert), quina intensitat I_A circularà pel transistor de l'esquerra (A) i quina serà la seva tensió drenador-font $V_{D_{SA}}$?
- Si, amb l'interruptor S_A obert, tanquem S_B , quina intensitat I_B circularà pel transistor de la dreta (B) i quina serà la seva tensió drenador-font $V_{D_{SB}}$?
- Si tanquem els dos interruptors, quines intensitats I_A i I_B circularan per cadascun dels transistors i quines seran la seves tensions drenador-font $V_{D_{SA}}$ i $V_{D_{SB}}$?
- A quina porta lògica correspon el circuit de la figura quan estan tancats els dos interruptors? Raoneu la resposta



Respostes correctes de les qüestions del Test

Qüestió	Model A	Model B
T1)	c	a
T2)	d	c
T3)	d	d
T4)	d	a
T5)	d	b
T6)	a	a
T7)	d	a
T8)	d	b

Resolució del Model A

T1) Cada resistència pot conduir una intensitat màxima $I_{\max} = \sqrt{P_{\max}/R} = 1.5$ A. Per altra banda, si diem I_1 a la intensitat que circula per R_1 , I_2 a la que circula per R_2 , i I_3 a la que circula per R_3 , ha de ser $I_2 = I_3 = I_1/2$. Per tant, la fem \mathcal{E} màxima que pot aplicar-se al circuit serà

$$\mathcal{E}_{\max} = R_1 I_{\max} + R_2 I_{\max}/2 = 9 \text{ V}$$

T2) La càrrega del condensador en funció del temps és $Q(t) = Q(1 - \exp -t/\tau)$, essent $\tau = RC$ la constant de temps i $Q = \mathcal{E}C$ la càrrega final. Imposem

$$Q(1 - \exp -t/\tau) = 0.25Q \Rightarrow \exp -t/\tau = 1 - 0.25 = 0.75 \Rightarrow t = -\tau \ln 0.75$$

T3) La impedància de la resistència és $\bar{Z} = 5\Omega$ i la de la bobina $\bar{Z}_L = 10j\Omega$. Com que estan connectades en paral·lel, el seu equivalent és $1/\bar{Z}_{\parallel} = 1/5 + 1/10j$, d'on s'obté $\bar{Z}_{\parallel} = 4 + 2j\Omega$. Aquesta impedància està en sèrie amb el condensador, per tant la impedància equivalent del circuit és $\bar{Z}_{\text{equi}} = 4 + 2j - jX_C\Omega$. Com que el circuit està en ressonància, la seva part imaginària ha de ser zero, per tant és $X_C = 2\Omega$.

T4) La funció de transferència és la relació entre el mòdul de la tensió de sortida i el mòdul de la tensió d'entrada, per tant és:

$$F(\omega) = \frac{V_{\text{out}}(\omega)}{V_{\text{in}}(\omega)} = \frac{X_C I}{|Z|I} = \frac{1/C\omega}{|L\omega - 1/C\omega|} = \frac{1}{|LC\omega^2 - 1|}$$

T5) Si assumim que cap dels dos díodes condueix, només hi ha un únic corrent que passa per les dues resistències, i que val $I = 20/(01 + 14) = 0.8333$ A, i per tant la tensió als extrems tant de D_1 com de D_2 és $\Delta V = 14I = 11.667$ V. Amb aquest valor tots dos díodes podrien conduir, però al conduir D_1 , la tensió als seus extrems passa a ser $\Delta V = V_\gamma = 0.7 \text{ V} < V_Z$, per tant D_2 no condueix. La potència dissipada a la resistència de 14Ω és $P = \Delta V^2/R = 0.7^2/14 = 0.035$ W.

T6) El CMOS funciona com a inversor. La diferència de potencial porta-font al PMOS és $V_{GS}^P = V_{in} - V_{DD}$. La condició de tall $V_{GS}^P > V_T^P$, tenint en compte que la tensió llindar és $V_T^P < 0$, es dona per $V_{in} = V_{DD}$.

T7) La llum incident és no polaritzada, per tant al passar pel primer polaritzador es redueix la seva intensitat en un factor dos. La llum emergent està polaritzada i segons la llei de Malus, al passar pel segon polaritzador redueix la seva intensitat en un factor $\cos^2 \theta$. Finalment el feix passa pel tercer polaritzador, que forma el mateix angle θ respecte al segon polaritzador. Per tant, la intensitat de la llum que surt del conjunt dels tres polaritzadors és $I = (I_0/2) \cos^2 \theta \cos^2 \theta$, d'on resulta $\cos^4 \theta = 2I/I_0 \Rightarrow \theta = 30^\circ$.

T8) La diferència de fase en el punt P és $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(d_1 - d_2) = \frac{2\pi}{\lambda}3\lambda = 6\pi$. Com que és un múltiple parell de 2π , les dues ones estan en fase.

Resolució dels Problemes

Problema 1

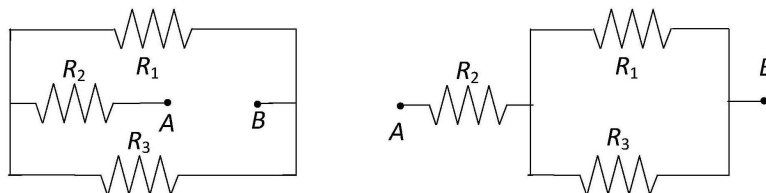
a) Amb l'interruptor obert només circula corrent per la malla exterior i, com que $\epsilon_1 > \epsilon_3$, ho fa en sentit antihorari amb una intensitat $I = (\epsilon_1 - \epsilon_3)/(R_1 + R_3) = 0.5$ A.

La font de tensió 1 subministra una potència $P_1 = \epsilon_1 I = 10$ W

La 3 absorbeix $P_3 = \epsilon_3 I = 5$ W, mentre que la segona ni subministra ni absorbeix.

b) Si anem de B a A per la branca inferior, i tenim en compte que per R_2 i ϵ_2 no circula intensitat, $V_A - V_B = R_3 I + \epsilon_3 - \epsilon_2 = 100 \times 0.5 + 10 - 13 = 2$ V

c) El circuit equivalent Thévenin entre A i B és una fem $\epsilon_{Th} = V_A - V_B = 2$ V, amb el pol positiu connectat a A , en sèrie amb la resistència equivalent R_{Th} entre els punts A i B quan totes les fem estan curtcircuitades, és a dir, la de la combinació següent



on R_1 i R_3 estan en paral·lel i, com que tenen el mateix valor de 10Ω , són equivalents a $R_{13} = 5 \Omega$ en sèrie amb R_2 . Per tant $R_{Th} = R_{13} + R_2 = 8 \Omega$

d) Tancar l'interruptor S és equivalent a curtcircuitar els punts A i B del circuit Thévenin, d'on és immediat veure que circularà un corrent de A a B igual a $I_{cc} = \epsilon_{Th}/R_{Th} = 2/8 = 0.25$ A

Problema 2

- a) A partir de les expressions de $V(t)$ i $I(t)$ obtenim els fasors de la tensió i de la intensitat:

$$\bar{V} = 50|_{45^\circ} \text{ V}, \quad \bar{I} = 2.5|_{-15^\circ} \text{ A}$$

per tant la impedància complexa total del circuit és

$$\bar{Z}_{tot} = \frac{\bar{V}}{\bar{I}} = 20|_{60^\circ} \Omega = 10 + j17.32 \Omega$$

Donat que tots els elements estan en sèrie, ha de ser

$$\bar{Z}_{tot} = \bar{Z} + j8 + 5$$

d'on s'obté

$$\bar{Z} = \bar{Z}_{tot} - j8 - 5 = 10 + j17.32 - j8 - 5 = 5 + j9.32 = 10.58|_{61.79^\circ} \Omega$$

- b) En el cas de la resistència, és

$$\bar{Z}_R = 5|_{0^\circ} \Omega \Rightarrow \bar{V}_R = \bar{Z}_R \bar{I} = 12.5|_{-15^\circ} \text{ V} \Rightarrow V_R(t) = (12.5 \text{ V}) \cos(100\pi t - \pi/12)$$

Mentre que per la reactància inductiva,

$$\bar{Z}_L = 8|_{90^\circ} \Omega \Rightarrow \bar{V}_L = \bar{Z}_L \bar{I} = 20|_{75^\circ} \text{ V} \Rightarrow V_L(t) = (20 \text{ V}) \cos(100\pi t + 5\pi/12)$$

- c) Si escrivim la impedància complexa total com $\bar{Z}_{tot} = Z_{tot}|\underline{\varphi}$, el factor de potència del circuit és

$$\cos \varphi = \cos 60^\circ = 0.5$$

La potència mitjana P consumida valdrà

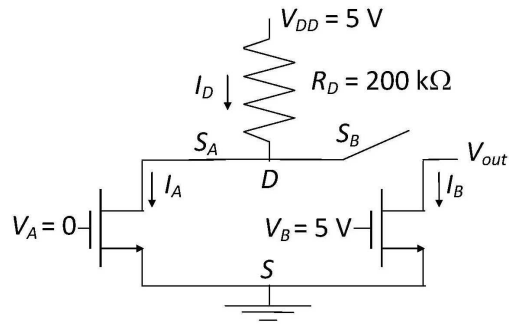
$$P = V_{ef} I_{ef} \cos \varphi = (50/\sqrt{2})(2.5/\sqrt{2})0.5 = 31.25 \text{ W}$$

Problema 3

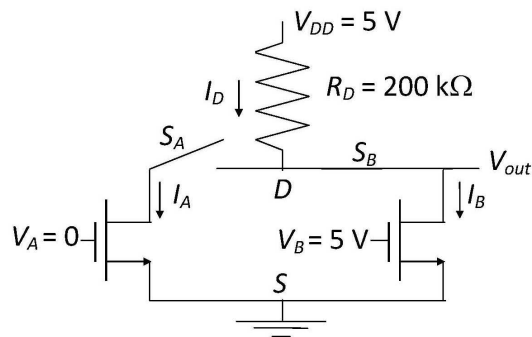
En el circuit de la figura, les fonts dels dos transistors està connectades a terra ($V_S = 0$). La tensió porta-font a cadascun és $V_{GS} = V_G - V_S = V_G$, que en el transistor A correspon a $V_A = 0$ i en B és $V_B = 5 \text{ V}$.

A més, com que $V_{DS} = V_D - V_S = V_D$,

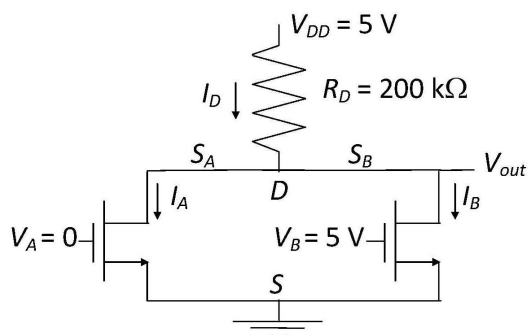
$$V_{DS} = V_{DD} - R_D I_D = 5 - 200 I_D \rightarrow I_D = V_{DD}/R_D - (1/R_D)V_{DS} = 0.025 - 0.005 V_{DS}$$



- a) Si S_A està tancat i S_B obert, pel transistor B no pot passar corrent i $I_A = I_D$. La tensió porta-font al transistor A és $V_{GS} = V_A = 0 < V_T = 1$ V. Per tant, està en tall, $I_A = I_D = 0$ i $V_{D_{SA}} = 5 - 200I_D = 5$ V



- b) Si S_A està obert i S_B tancat, pel transistor A no pot passar corrent i $I_B = I_D$. La tensió porta-font al transistor B és $V_{GS} = V_B = 5$ V $> V_T = 1$ V. Per tant, està en saturació o òhmica amb $V_{GT} = V_{GS} - V_T = 4$ V. Si suposem que està en saturació ($V_{DS} > V_{GT}$)
 $I_D = \beta(V_{GT})^2/2 = 0.5 \times 4^2/2 = 4$ mA $\rightarrow V_{D_{SB}} = 5 - 200 \times 4 < 0$, la qual cosa no te sentit.
 Per tant, està en òhmica ($V_{DS} < V_{GT}$) i s'ha de satisfer simultàniament
 $I_D = \beta[V_{GT}V_{DS} - (V_{DS})^2/2] = 2V_{DS} - 0.25(V_{DS})^2$ i $I_D = 0.025 - 0.005V_{DS}$
 Igualant els dos termes
 $0.025 - 0.005V_{DS} = 2V_{DS} - 0.25(V_{DS})^2 \rightarrow 0.25(V_{DS})^2 - 2.005V_{DS} + 0.025 = 0$
 que té per solució 8 V i 0.0125 V. La correcte és $V_{D_{SB}} = V_{DS} = 0.0125$ V $< V_{GT} = 4$ V
 que comporta $I_B = I_D = 0.025 - 0.005V_{DS} = 0.025$ mA
 Així doncs, $I_B = 0.025$ mA i $V_{D_{SB}} = 0.0125$ V



c) Amb S_A i S_B tancats, els drenadors estan al mateix potencial $V_{out} = V_{DSA} = V_{DSB}$. El transistor A continuarà en tall amb $I_A = 0$, mentre que B es comportarà com a l'apartat anterior amb $I_B = 0.025$ mA i $V_{DSB} = 0.125$ V. Així doncs, $I_A = 0$, $I_B = 0.025$ mA i $V_{out} = V_{DSA} = V_{DSB} = 0.125$ V.

d) Com hem vist a l'apartat anterior, quan $V_A = 0$ i $V_B = 5$ V, $V_{out} = 0.125$ V ≈ 0 . I per simetria, quan $V_A = 5$ V i $V_B = 0$, també tenim $V_{out} = 0.125$ V ≈ 0 . Si $V_A = V_B = 0$, els dos transistors estaran en tall, $I_D = 0$, i $V_{out} = V_{DD} - R_D I_D = 5$ V. I quan $V_A = V_B = 5$ V, els dos transistors estaran en òhmica i $V_{out} \approx 0$. Així doncs, identificant l'1 lògic amb 5 V, la taula lògica és la següent, que correspon a una NOR.

V_A	V_B	V_{out}
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0