

Examen Parcial Novembre 2016. TEORIAIndicar Nom o NIUB i les respostes al final del qüestionari**1. El valor i direcció del corrent electrònic depèn de...**

- a) El signe de les càrregues, cap a on es mouen i el tamany del cable.
- b) El signe de les càrregues i el tamany del cable.
- c) El signe de les càrregues, cap a on es mouen i la seva velocitat.
- d) Només de la velocitat de les càrregues.
- e) El valor va al pes de les càrregues i la direcció sempre és cap avall.

2. Quan resollem un circuit i obtenim un corrent negatiu, significa que...

- a) El circuit no es pot resoldre.
- b) La solució és incorrecta.
- c) El corrent té sentit oposat al suposat inicialment.
- d) El corrent està format per càrregues negatives.
- e) El circuit es cremarà.

3. La llei de malles de les lleis de Kirchhoff diu que...

- a) La suma de les tensions a una branca és igual 0.
- b) La suma dels corrents d'una malla és 0.
- c) La suma de les tensions d'una malla és 0.
- d) La suma de les tensions de les branques que entren a la malla és 0.
- e) La llei de malles només s'aplica als ballarins de dansa, i no a l'electrònica.

4. La llei d'Ohm ens diu que:

- a) En un condensador, el corrent es proporcional a la diferència de tensió.
- b) En un condensador, la càrrega acumulada és proporcional a la diferència de tensió.
- c) El valor de resistència d'una resistència depèn de la temperatura.
- d) En una resistència, la diferència de tensió es proporcional al corrent que la travessa.
- e) És el títol d'un western.

5. Quina afirmació és correcta respecte a una bobina:

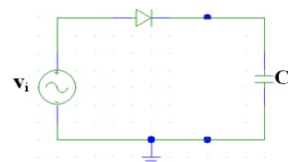
- a) La diferència de tensió és proporcional a la derivada del corrent que la travessa.
- b) El corrent que la travessa és proporcional a la derivada de la seva diferència de tensió.
- c) Acumula càrrega en la bobina.
- d) És com una resistència, amb $V_L = L \cdot I_L$.
- e) Que és la famella d'un boví.

6. Quina afirmació és correcta respecte a un condensador:

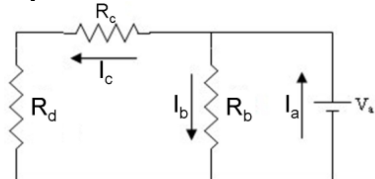
- a) Quan s'està carregant, condensa càrregues de l'ambient, fent circular un corrent pel condensador.
- b) Acumulen càrregues a les plaques metàl·liques degut als corrents, però mai travessen pel material aïllant.
- c) Mai travessen càrregues pel material aïllant i, per tant, la tensió al condensador és sempre de 0V.
- d) Quan s'està carregant, travessen càrregues pel material aïllant. Quan ja s'ha carregat, no.

7. Si V_i és sinusoidal amb amplitud de 2V, quin corrent màxim passarà pel circuit ($V_T = 0.7V$):

- a) 2V/C.
- b) 1.3V/C.
- c) No passarà mai corrent.
- d) No ho podem saber.
- e) Només pot passar corrent d'aigua.

**8. Per aquest circuit, i tenint en compte el sentit dels corrents indicats, es compleix:**

- a) $V_a = I_a \cdot (R_c + R_d)$.
- b) $I_c \cdot R_c = I_b \cdot R_b - I_c \cdot R_d$
- c) $I_c + I_b = I_a$
- d) $I_b + I_a = I_c$
- e) $V_a = -I_b \cdot R_c$

**9. Per obtenir la resistència de Thevenin, hem de:**

- a) Eliminar les fonts i resoldre el circuit.
- b) Eliminar les fonts i obtenir la resistència equivalent.
- c) Eliminar les resistències i obtenir la diferència de tensió.
- d) Curtcircuitar les fonts i obtenir la resistència equivalent.
- e) Demanar-li a Thevenin que ens doni una.

10. En un díode es compleix que

- a) El corrent invers és sempre exactament nul.
- b) Quan V_{PN} és 0V, el corrent és exactament nul.
- c) Si V_{PN} és 5V, el díode està en inversa.
- d) Quan s'il·lumina es posa en directa.

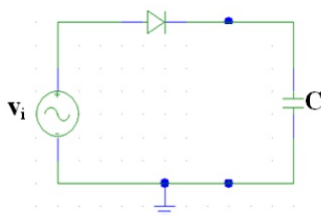
11. Quan un díode està polaritzat en directa

- a) Pot passar qualsevol valor de corrent, però la diferència de tensió es manté aproximadament constant.
- b) Pot passar qualsevol valor de corrent, i pot haver qualsevol diferència de tensió.
- c) Pot haver qualsevol diferència de tensió, però el corrent sempre és de 0.7 mA.
- d) El corrent que el travessa és de 0.7mA.
- e) El corrent que el travessa és molt petit. Serà com a màxim de 0.7mA.

12. En el model lineal d'un díode de silici:

- a) El corrent és proporcional a una exponencial depenent de la tensió.
- b) El díode en inversa es substitueix per una resistència, de valor petit.
- c) El díode en inversa es substitueix per un díode en sentit oposat.
- d) El díode en directa es substitueix per una font de tensió i una resistència de valor petit.
- e) El díode en directa es substitueix per un curtcircuit.

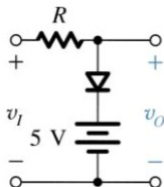
13. Quina funció fa aquest circuit (suposem V_i sinusoidal amb amplitud major que V_γ , i sortida V_C):



- a) Una vegada que V_i arriba al seu valor màxim, la sortida es manté sempre constant.
- b) Una vegada que V_i arriba a V_γ , la sortida es manté sempre constant.
- c) Una vegada que V_i arriba al seu valor mínim, la sortida es manté sempre constant.
- d) Quan V_i és negativa, la sortida es $V_i - V_\gamma$. Quan és positiva, $V_o = -(V_i - V_\gamma)$.

14. En aquest circuit retallador, quina tensió cau a la resistència quan $V_i = 5V$:

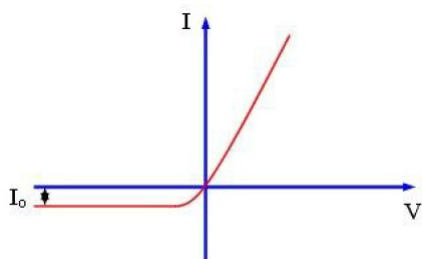
- a) Aproximadament la tensió llindar del díode.
- b) 2.5V.
- c) 5V.
- d) No es pot saber.
- e) 0V.



15. En un rectificador d'ona completa, per la resistència de sortida

- a) Mai passa corrent. Només passa pels díodes.
- b) Quan passa corrent sempre ho fa en el mateix sentit.
- c) Si passa corrent, té un sentit quan V_i es positiva i sentit oposat quan V_i és negativa.
- d) Sempre passa corrent.
- e) El rectificador d'ona completa no fa servir resistències, només díodes.

16. En aquesta figura es mostra aproximadament la corba característica d'un díode.



- a) Cert.
- b) Cert, però aquest corrent invers sempre és nul.
- c) Cert, però només per polarització directa.
- d) Cert, però el corrent a l'origen pot ser diferent de 0.

17. Si la tensió de font d'un transistor NMOS és major que la de porta, sabem que...

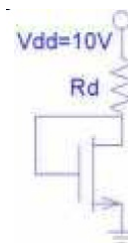
- a) El transistor estarà en triode.
- b) El transistor estarà en saturació.
- c) El transistor estarà en tall.
- d) Això és impossible per un NMOS.
- e) Cap d'aquestes respostes és correcte.

18. La tensió V_{ds} que separa la regió de triode i la regió de saturació d'un transistor MOSFET:

- a) Només depèn de V_{gs} .
- b) Depèn de V_{gs} i de la tensió llindar del transistor.
- c) És un valor fixe (constant) per cada transistor.
- d) Només depèn de la tensió llindar del transistor.

19. D'aquest transistor podem dir...

- a) Que estarà en saturació.
- b) Que mai treballarà en triode.
- c) Que mai estarà en saturació.
- d) Que estarà en triode.
- e) No pot funcionar per què $V_G = 0V$.



20. La resistència del canal d'un NMOS a la regió de triode lineal...

- a) És constant amb V_{gs} , però depèn de V_{ds} .
- b) És constant amb V_{ds} , però depèn de V_{gs} .
- c) És sempre constant.
- d) No existeix cap resistència de canal en un NMOS.

NOM o NIUB:

Indicar aquí l'única resposta correcta

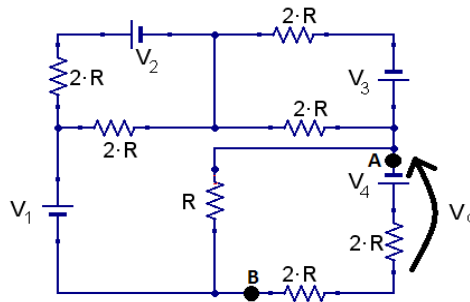
Pregunta	Resp.	Pregunta	Resp.
1	c	11	a
2	c	12	d
3	c	13	a
4	d	14	e
5	a	15	b
6	b	16	a
7	d	17	c
8	b ó c	18	b
9	b	19	b
10	b	20	b

Resposta Correcta= 0.15 Resposta Incorrecta= - 0.05

EXAMEN Parcial Novembre 2016. Problemes.

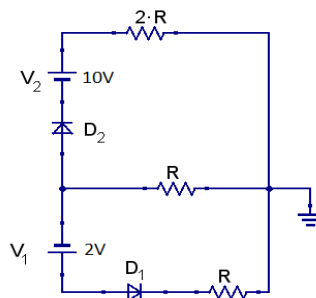
P1) (1.5 punts) Al circuit de la figura, feu els següents apartats:

- ➔ Plantegeu les equacions del circuit aplicant directament les lleis de Kirchhoff al circuit de la figura. No resoleu les equacions. Doneu l'expressió per obtenir V_o en funció dels corrents.
- ➔ Per resoldre aquest circuit, obteniu l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit entre els punts A i B. Quan hagueu d'obtenir V_{th} , apliqueu el principi de superposició.
- ➔ Obtenir V_o fent us de l'equivalent Thevenin. (Si no he pogut obtenir l'equivalent Thevenin, o no esteu segurs del resultat, utilitzeu $V_{th}=V_1$ i $R_{th}=R$).

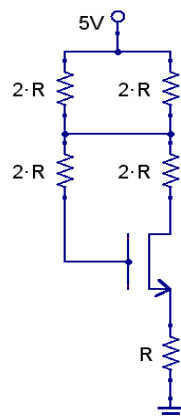


P2) (1 punt) Expliqueu raonadament com considereu que estan (directa o inversa) els dos díodes de la figura.

Resoleu el circuit utilitzant el model ideal dels díodes (amb $V_T=0.7\text{ V}$), i doneu totes les tensions del circuit. Utilitzeu el procediment general explicat a classe (i no la deducció feta al raonament anterior).



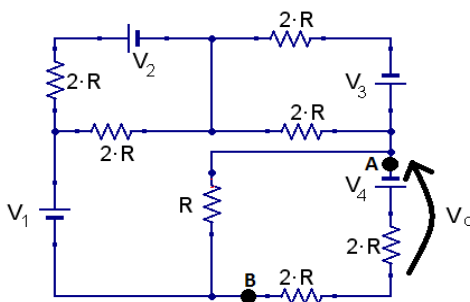
P3) (1.5 punt) Resoleu el circuit de la figura, amb $R = 0.6\text{ k}\Omega$. Preneu els valors següents pel transistor: $V_T=1\text{ V}$, $0.5 \cdot K_n \cdot W/L=1\text{ mA/V}^2$. Si heu de resoldre en triode, suposeu triode lineal.



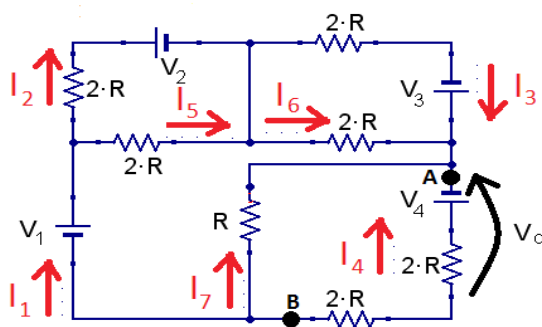
SOLUCIÓ DELS PROBLEMES

P1) (1.5 punts) Al circuit de la figura, feu els següents apartats:

- ➔ Plantegeu les equacions del circuit aplicant directament les lleis de Kirchhoff al circuit de la figura. No resoleu les equacions. Doneu l'expressió per obtenir V_o en funció dels corrents.
- ➔ Per resoldre aquest circuit, obteniu l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit entre els punts A i B. Quan hagueu d'obtenir V_{th} , apliqueu el principi de superposició.
- ➔ Obtenir V_o fent us de l'equivalent Thevenin. (Si no he pogut obtenir l'equivalent Thevenin, o no esteu segurs del resultat, utilitzeu $V_{th}=V_1$ i $R_{th}=R$).

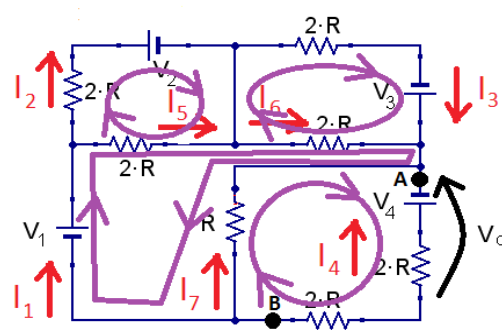


En primer lloc hem d'aplicar les lleis de Kirchhoff al circuit de la figura. Per això, el primer pas consisteix en assignar els corrents a les diferents branques del circuit. La direcció s'escolleix com cadascun vulgui. En aquest cas, s'ha escollit com s'indica a la següent figura:



S'ha de mencionar que un node realment és el conjunt de cables que estan units (no hi ha cap element entre ells). Per exemple, pel node del mig d'alt, conflueixen quatre branques (I_2 , I_3 , I_5 i I_6). No hem d'assignar cap corrent a cap part d'aquest node.

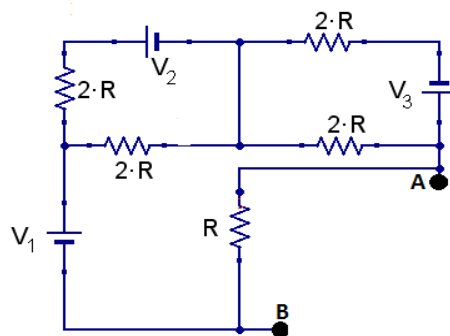
Aquest circuit té 4 nodes amb més de dues branques. Per tant aplicarem la llei de nodes a 3 nodes d'aquests 4. Jo he descartat el node que coincideix amb el punt A. I com necessitem 7 equacions, ens manquen 4, que obtindrem amb l'aplicació de la llei de malles. Jo he seleccionat les que possiblement són les més 'òbvies' i que s'indiquen a la següent figura, i les recorrerem totes en sentit horari:



Aplicant les lleis de Kirchhoff:

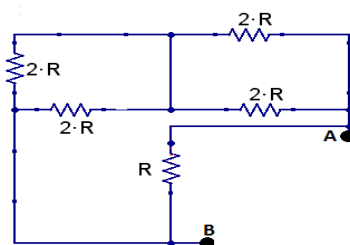
$$\begin{aligned}
 I_1 &= I_2 + I_5 \\
 I_1 + I_7 + I_4 &= 0 \\
 I_2 + I_5 &= I_3 + I_6 \\
 -I_2 \cdot 2 \cdot R - V_2 + I_5 \cdot 2 \cdot R &= 0 \\
 I_6 \cdot 2 \cdot R - I_3 \cdot 2 \cdot R + V_3 &= 0 \\
 -I_7 \cdot R + V_4 + I_4 \cdot 4 \cdot R &= 0 \\
 V_1 - I_5 \cdot 2 \cdot R - I_6 \cdot 2 \cdot R + I_7 \cdot R &= 0
 \end{aligned}$$

En el segon apartat, hem d'aplicar Thevenin a la part esquerra del circuit. Per això, tallem el circuit pels punts A i B i utilitzem la part que volem substituir per l'equivalent Thevenin:

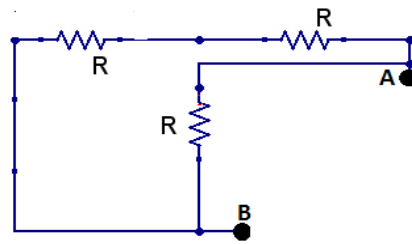


Pel que fa al segon apartat, hem d'obtenir l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit.

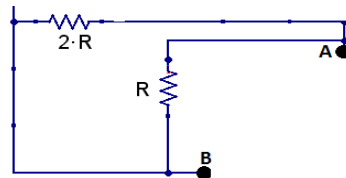
En primer lloc obtenim R_{th} . Per això eliminem totes les fonts i obtenim la resistència equivalent entre els punts A i B:



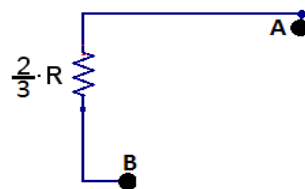
Eliminem les fonts



Combinem les dues combinacions paral·lel d'adalt



Fem la combinació sèrie de les dues resistències d'adalt

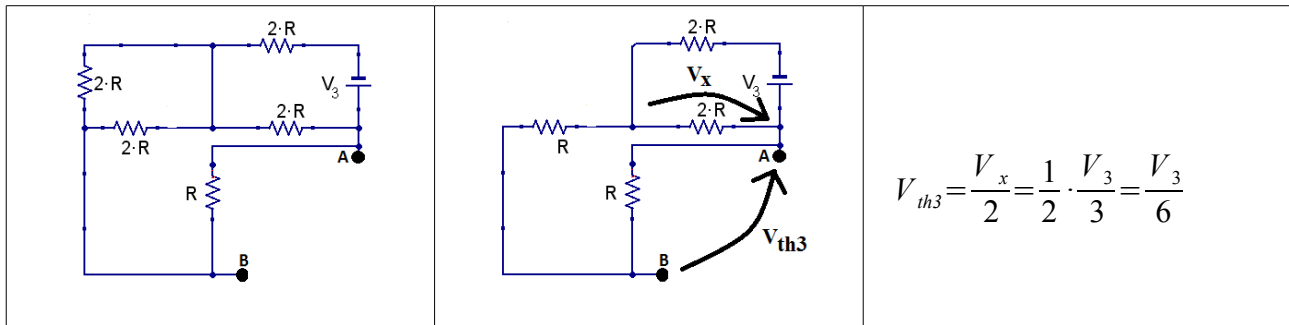


Fem el paral·lel de les dues resistències restants

Per tant, $R_{th} = \frac{2}{3} \cdot R$.

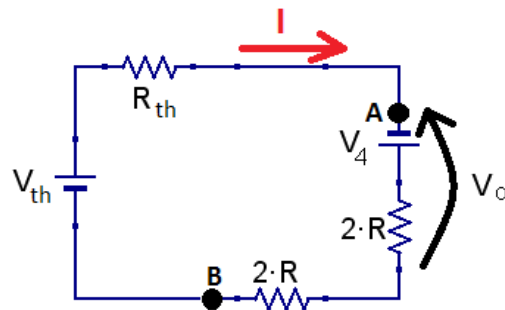
Ara anem a obtenir V_{th} . Per això, partim del mateix circuit del qual vam partir per obtenir la R_{th} . Hem de resoldre aquest circuit i obtenir V_{AB} . Ens demanen que el resollem aplicant el principi de superposició. Com hi ha tres fonts, haurem de resoldre tres subcircuit, obtenir V_{AB} en cadascun dels subcircuit i, finalment, sumar els tres resultats. Per resoldre cada subcircuit, primer simplifiquem (fent sèrie i paral·lel sempre que ens convingui) tot el que puguem i després el resollem. Aquesta resolució es pot fer utilitzant Kirchhoff o fent servir el procediment mostrat a la següent taula:

		$V_{th1} = V_1 \cdot \frac{R}{R + 2 \cdot R} = \frac{V_1}{3}$
		$V_{th2} = \frac{V_x}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{V_2}{3} \right) = -\frac{V_2}{6}$



Per tant:
$$V_{th} = V_{th1} + V_{th2} + V_{th3} = \frac{V_1}{3} - \frac{V_2}{6} + \frac{V_3}{6} = \frac{2 \cdot V_1 - V_2 + V_3}{6}$$

Ara ja podem resoldre V_o . El circuit que ens queda després de substituir l'equivalent Thevenin és:



Aquest circuit és molt fàcil de resoldre amb Kirchhoff:

$$V_{th} - I \cdot R_{th} + V_4 - I \cdot 4 \cdot R = 0$$

$$I = \frac{V_{th} + V_4}{4 \cdot R + R_{th}}$$

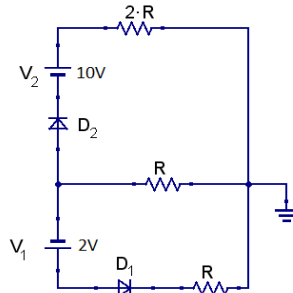
I ara ja podem obtenir V_o :

$$V_o = 2 \cdot R \cdot I - V_4 = 2 \cdot R \cdot \frac{\frac{2 \cdot V_1 - V_2 + V_3}{6} + V_4}{4 \cdot R + \frac{2}{3} \cdot R} - V_4 = \frac{2 \cdot V_1 - V_2 + V_3 + 6 \cdot V_4}{14} - V_4$$

$$V_o = \frac{1}{14} \cdot (2 \cdot V_1 - V_2 + V_3 - 8 \cdot V_4)$$

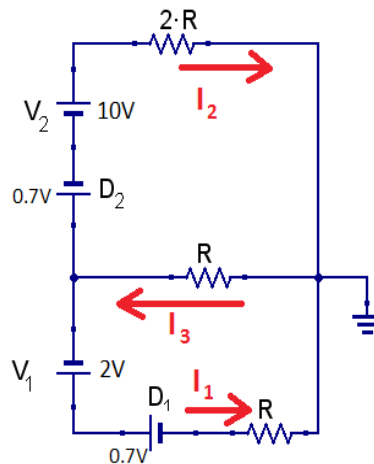
P2) (1 punt) Expliqueu raonadament com considereu que estan (directa o inversa) els dos díodes de la figura.

Resoleu el circuit utilitzant el model ideal dels díodes (amb $V_\gamma=0.7\text{ V}$), i doneu totes les tensions del circuit. Utilitzeu el procediment general explicat a classe (i no la deducció feta al raonament anterior).



Tenim tres branques en paral·lel. La branca amb la font més gran serà capaç de generar el corrent en la direcció que tendeix a crear-la. Per tant, V_2 generarà el corrent en sentit horari. A la branca de D_1 , dependrà de la tensió que cau a R per què aquest díode pugui estar en directa. Si la diferència de tensió que força la branca de V_2 sobre la branca de V_1 és massa alta, el díode D_1 estarà en tall.

El procediment general consisteix en suposar aquell díode que no tenim clar com està, que està en saturació. Llavors, el circuit ens queda:



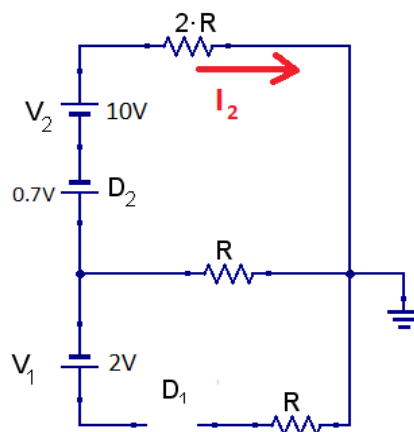
Resolem el circuit aplicant Kirchhoff:

$$\begin{aligned} I_3 &= I_1 + I_2 \\ -0.7 + 10 - I_2 \cdot 2 \cdot R - I_3 \cdot R &= 0 \\ 0.7 - 2 + I_3 \cdot R + I_1 \cdot R &= 0 \end{aligned}$$

Resolent, obtenim:

$$\begin{aligned} I_2 &= I_3 - I_1 \\ I_3 &= \frac{9.3 + I_1 \cdot 2 \cdot R}{3 \cdot R} \\ I_1 &= \frac{-1.08}{R} \end{aligned}$$

Com que I_1 és negatiu, llavors la nostra suposició era incorrecta. Per tant, hem d'obtenir la solució amb D_1 en tall:



Aquest circuit és fàcil de resoldre per què només hi ha una malla, ja que la branca de D_1 està oberta:

$$-0.7 + 10 - I_2 \cdot 2 \cdot R - I_2 \cdot R = 0$$

Per tant:

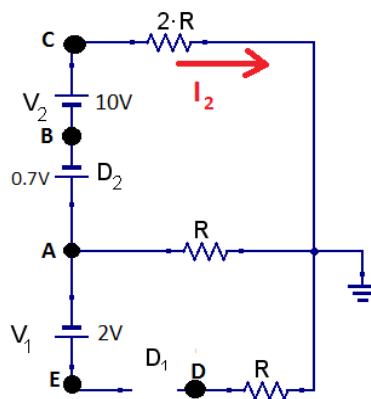
$$I_2 = \frac{3.1}{R}$$

Per comprovar si la nostra solució ens quadra amb la suposició de D_1 en tall, calculem la diferència de tensió.

$$V_R = I_2 \cdot R = 3.1V$$

Aquesta tensió és major que el valor de la font V_1 , amb la qual cosa D_1 ha de ser en tall.

Ara podem donar totes les tensions del circuit:



$$V_A = -I_2 \cdot R = -3.1V$$

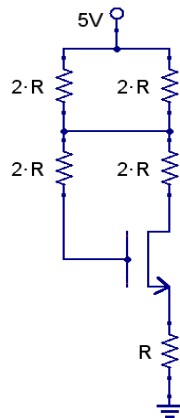
$$V_B = V_A - 0.7 = -3.8V$$

$$V_C = V_B + 10 = 6.3V$$

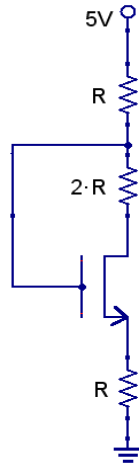
$$V_D = 0V$$

$$V_E = V_A + 2 = -1.1V$$

P3) (1.5 punt) Resoleu el circuit de la figura, amb $R = 0.6 \text{ k}\Omega$. Preneu els valors següents pel transistor: $V_T = 1 \text{ V}$, $0.5 \cdot K_n \cdot W/L = 1 \text{ mA/V}^2$. Si heu de resoldre en triode, suposeu triode lineal.



En DC, $I_G = 0$. Per tant, la resistència de $2 \cdot R$ connectada a la porta no té cap funció. A més, les dues resistències de $2 \cdot R$ adalt estan en paral·lel. Per tant, el circuit ens queda:



Seguim el procediment general per resoldre aquest circuit. Primer ens adonem que no pot estar en tall ja que V_{GS} seria de 5 V , que és major que V_T . Per tant suposem que està en saturació:

$$\begin{aligned} V_G &= 5 - I_D \cdot R \\ V_S &= I_D \cdot R \\ I_D &= \frac{1}{2} \cdot K_n \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - V_T)^2 \end{aligned}$$

Per tant:

$$\begin{aligned} I_D &= (5 - I_D \cdot R - I_D \cdot R - 1)^2 = (4 - 2 \cdot R \cdot I_D)^2 = 16 - 16 \cdot R \cdot I_D + 4 \cdot R^2 \cdot I_D^2 \\ 1.44 \cdot I_D^2 - 10.6 \cdot I_D + 16 &= 0 \end{aligned}$$

Obtenim les dues possibles solucions:

$$\begin{aligned} I_D &= \frac{10.6 \pm \sqrt{10.6^2 - 4 \cdot 1.44 \cdot 16}}{2 \cdot 1.44} \\ I_{D1} &= 5.24 \text{ mA} \\ I_{D2} &= 2.12 \text{ mA} \end{aligned}$$

Amb I_{D1} obtenim: $V_{GS} = 5 - 2 \cdot R \cdot I_D = -1.29 \text{ V}$

Aquesta solució implicaria que el transistor estigués en tall. Per tant, no és vàlida.

Amb I_{D2} , obtenim:

$$\begin{aligned}V_{GS} &= 5 - 2 \cdot R \cdot I_D = 2.46V \\ V_{DS} &= 5 - 4 \cdot R \cdot I_D = -0.09V\end{aligned}$$

Aquesta solució tampoc és possible ja que V_{DS} hauria de ser positiva.

Per tant, el nostre transistor s'ha de trobar en triode. Com ens diu l'enunciat, suposem que treballa a triode linial. Per tant:

$$\begin{aligned}V_G &= 5 - I_D \cdot R \\ V_S &= I_D \cdot R \\ V_D &= 5 - 3 \cdot R \cdot I_D \\ I_D &= K_n \cdot \frac{W}{L} \cdot [(V_{GS} - V_T) \cdot V_{DS}]\end{aligned}$$

Per tant:

$$\begin{aligned}I_D &= 2 \cdot [(5 - I_D \cdot R - I_D \cdot R - V_T) \cdot (5 - 3 \cdot R \cdot I_D - I_D \cdot R)] = 2 \cdot [(4 - 2 \cdot I_D \cdot R) \cdot (5 - 4 \cdot R \cdot I_D)] \\ 0.5 \cdot I_D &= 20 - 16 \cdot R \cdot I_D - 10 \cdot R \cdot I_D + 8 \cdot R^2 \cdot I_D^2 \\ 8 \cdot R^2 \cdot I_D^2 - 26.5 \cdot R \cdot I_D + 20 &= 0\end{aligned}$$

Obtenim les dues solucions:

$$I_D = \frac{15.9 \pm \sqrt{15.9^2 - 4 \cdot 2.88 \cdot 20}}{2 \cdot 2.88}$$

$$\begin{aligned}I_{D1} &= 3.58 \text{ mA} \\ I_{D2} &= 1.94 \text{ mA}\end{aligned}$$

Amb I_{D1} obtenim: $V_{GS} = 5 - 2 \cdot R \cdot I_D = 0.7V$

Aquesta solució implicaria que el transistor estaria en tall. Per tant, no és vàlida.

Amb I_{D2} , obtenim:

$$\begin{aligned}V_{GS} &= 5 - 2 \cdot R \cdot I_D = 2.67V \\ V_{DS} &= 5 - 4 \cdot R \cdot I_D = 0.34V\end{aligned}$$

Es compleix la condició de que no estigui en tall ja que $V_{GS} > V_T$. Comprovem la de tríode:

$$\begin{aligned}V_{DS} &< V_{GS} - V_T \\ 0.34 &< 2.67 - 2 = 0.67\end{aligned}$$

Aquesta condició també és certa. Per tant, ja hem finalitzat el problema.