

EXAMEN Av única Gener 2020. TEORIAIndicar nom o NIUB i la resposta correcta a la taula del final del qüestionari**1. Quan resollem un circuit i obtenim un corrent nul (0A), significa que...**

- a) Les càrregues no es mouen en cap direcció.
- b) Les càrregues del circuit són igualment negatives i positives.
- c) El corrent va en sentit oposat a l'indicat.
- d) Totes les fonts del circuit són de corrent.
- e) Hem buidat el compte corrent.

2. D'un condensador podem dir que:

- a) la seva diferència de tensió no pot canviar de valor instantàniament.
- b) el corrent que li travessa no pot canviar de valor instantàniament.
- c) emmagatzema energia al seu camp magnètic.
- d) genera càrregues internament.
- e) si és de fluze, ens permet viatjar en el temps.

3. Si per una bobina (L) hi circula un corrent de 1mA en un moment determinat i està variant amb el temps, de la tensió que hi cau a la bobina sabem que:

- a) està variant amb el temps.
- b) no podem saber res d'aquesta tensió.
- c) és diferent de 0.
- d) és $L \cdot 1\text{mA}$.

4. Si mesurem el corrent que passa per una font de tensió, podem obtenir

- a) El valor de la tensió que està proporcionant.
- b) El sentit (positiu o negatiu) de la tensió que està proporcionant.
- c) el sentit de moviment de les càrregues al cables (metall) de la seva branca.
- d) Això no tindria sentit ja que el corrent a una font de tensió sempre es 0A.
- e) Les càrregues acumulades a la font.

5. Quan tallem un circuit a dos nodes per aplicar el teorema de Thevenin, s'ha de complir què:

- a) les dues parts del circuit separades no han de tenir cap element no-lineal.
- b) les dues parts del circuit separades no han de tenir condensadors ni bobines.
- c) les dues parts del circuit separades han de ser simètriques.
- d) les dues parts del circuit separades han de tenir fonts.
- e) cap de les respostes anteriors és correcta.

6. Si un díode treballa en inversa...

- a) La diferència de tensió V_D ($V_P - V_N$) és negativa.
- b) La diferència de tensió V_D ($V_P - V_N$) és 0V.
- c) La diferència de tensió V_D ($V_P - V_N$) és V_γ .
- d) La diferència de tensió V_D ($V_P - V_N$) és menor que V_γ .
- e) Serà per què l'empresa 'inversa' li ha fet un bon contracte.

7. Si un díode treballa en directa...

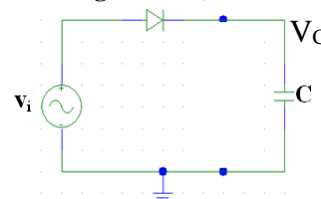
- a) Hi circula corrent de P a N.
- b) Hi circula corrent de N a P.
- c) No hi circula corrent, però hi cau una tensió de V_γ .
- d) No hi circula corrent i cau una tensió de 0V.
- e) Serà per què li paguen més que a l'empresa 'inversa'.

8. Una diferència entre el model ideal d'un díode i el model lineal és que:

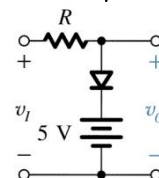
- a) en inversa, el model ideal conté només una resistència de valor alt.
- b) en inversa, el model ideal conté només una font de tensió de valor alt.
- c) en directa, el model ideal conté només una resistència de valor petit.
- d) en directa, el model ideal conté només una font de tensió.
- e) el model ideal és més maco i intel·ligent.

9. Quin valor té V_C quan V_i val 3V (a $t > 0$)? (suposem: $V_\gamma = 0.7\text{V}$; amplitud de V_i és 5V; a $t = 0$ el condensador estava descarregat i $V_i = 0$):

- a) 2.3V.
- b) 5V.
- c) 3.7V.
- d) 4.3V.
- e) No es pot saber.

**10. Quin valor té V_o quan $V_i = 0.7\text{V}$ (prenent $V_\gamma = 0.7\text{V}$):**

- a) 0V.
- b) 0.7V.
- c) 5V.
- d) 5.7V.
- e) Cap resposta anterior és correcta.

**11. La resistència del canal d'un NMOS a la regió de triode lineal, respecte V_{gs} i V_{ds} , podem dir que...**

- a) Només depèn de V_{gs} .
- b) Només depèn de V_{ds} .
- c) Depèn de V_{gs} i de V_{ds} .
- d) No depèn de cap d'aquestes tensions.
- e) Només les televisions tenen canals.

12. En un transistor NMOS en tall es complirà que...

- a) V_G sigui negatiu.
- b) V_G sigui menor que V_D .
- c) V_G sigui menor que V_S .
- d) cap de les altres respostes és correcta.
- e) l'hàgim partit fent servir un ganivet.

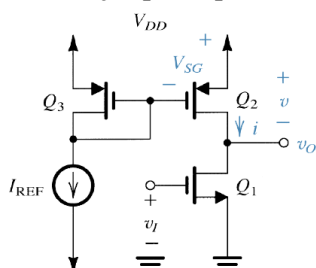
13. En un transistor NMOS en tríode amb $V_T=2V$, $V_S=0V$ i $V_G=4V$ podem dir que...

- V_{DS} podria ser de 0.1V.
- No passarà corrent per cap dels tres terminals.
- V_D podria ser de 3V.
- El transistor no estarà en tríode amb aquestes tensions.
- s'hauria d'anomenar 3MOS.

14. En un mirall de corrent...

- els dos transistors tenen la mateixa V_{GS} .
- els dos transistors tenen la mateixa V_D .
- un transistor és NMOS i l'altre PMOS.
- $V_D=V_G$ pels dos transistors.
- s'utilitza per pentinar cables.

15. En aquest circuit, quant val aproximadament v_o quan v_i és major però aproximadament igual a V_T ?



- 0V.
- v_i .
- V_{DD} .
- V_{SG} .
- no val res.

16. De les entrades $+$ i $-$ d'un amplificador operacional ideal, sabem que:

- Les seves tensions són sempre iguals.
- Les seves tensions sempre són iguals però amb diferent signe, per exemple +5V i -5V.
- No passa corrent.
- No tenen res en comú.
- Serveixen per sumar o restar senyals a la sortida.

17. En un amplificador operacional ideal s'assumeix:

- Impedàncies d'entrada infinites i sortida com a font de corrent ideal.
- Impedàncies d'entrada infinites i sortida com a font de tensió ideal.
- Impedàncies d'entrada nul·les i sortida com a font de corrent ideal.
- Impedàncies d'entrada nul·les i sortida com a font de tensió ideal.

18. Amb amplificadors operacionals treballant a la zona no-lineal...

- V_o pot prendre qualsevol valor entre V_{cc+} i V_{cc-} .
- V_o només pot prendre dos valors de tensió diferents.
- $V_- = V_+$.
- $V_- = -V_+$.
- $V_- = V_+ = 0V$.

19. Un amplificador operacional treballant en zona lineal té un valor de tensió de sortida 15V. Llavors podem dir que:

- Això no és possible.
- $V_{cc+}=15V$.
- $V_{cc-}=-15V$.
- $V_{cc+}=30V$.
- No podem assegurar cap de les respostes anteriors.

20. Un seguidor de tensió amb un amplificador operacional permet...

- Forçar el mateix corrent d'un circuit a un altre sense afectar al primer.
- Fa la mateixa funció que connectar amb un cable, amb la qual cosa no té cap utilitat pràctica.
- Forçar que el valor de tensió a un circuit es mantingui sempre igual.
- Aplicar una tensió d'un circuit a un altre, sense afectar al primer.

NOM (o NIUB):

Indicar aquí l'única resposta correcta

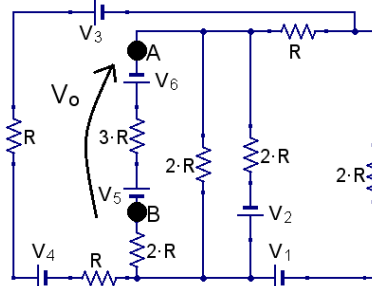
Pregunta	Resp.	Pregunta	Resp.
1	a	11	a
2	a	12	d
3	c	13	a
4	c	14	a
5	e	15	c
6	d	16	c
7	a	17	b
8	d	18	b
9	e	19	e
10	b	20	d

Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

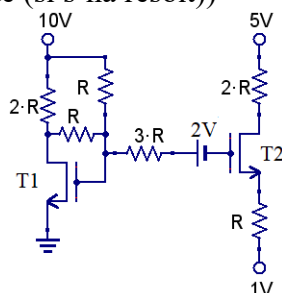
EXAMEN Av. única Gener 2020. Problemes.

P1) (1.5 punt) Feu els següents passos aplicats al circuit de la figura:

- Dona les equacions per resoldre aquest circuit aplicant únicament les lleis de Kirchhoff. (no s'han de resoldre; només mostrar les equacions aplicant les lleis per resoldre'l). Doneu també l'expressió per obtenir V_o suposant que hem obtingut la solució del circuit. Calcula també la tensió al punt que hi ha entre la font V_4 i la resistència R de la seva dreta respecte el punt A.
- Obté l'equivalent Thevenin entre els punts A i B del circuit sense la branca entre A i B. Per obtenir V_{th} , apliqueu el principi de superposició.
- Fent ús d'aquest equivalent Thevenin, calcula V_o . (Si no heu pogut fer l'apartat anterior o queda massa complicat, utilitzeu: $V_{th}=V_1+V_2+V_3+V_4$ i $R_{th}=R$ en aquest apartat).



P2) (1.5 punts) Resoleu el circuit de la figura (doneu totes les tensions i corrents del circuit), prenent els següents valors: $K_n \cdot W/L = 1 \text{ mA/V}^2$, $V_T = 2\text{V}$. Preneu també R com $1\text{k}\Omega$. (Si heu de resoldre en tríode, feu-lo en tríode lineal). Comproveu sempre si es compleixen les equacions en cada estat (tall, saturació i tríode (si s'ha resolt))

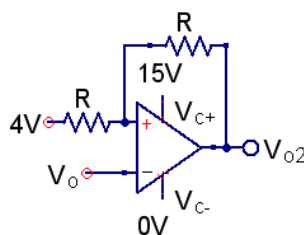


P3) (1 punt) Tenim un sensor de pressió que ens proporciona una tensió (com si fos una font de tensió) entre 1mV i 5mV per un rang de pressions entre 0.5 bar i 2 bar respectivament.

Dissenyu un circuit amb amplificadors operacionals per obtenir una sortida de tensió en el rang de 0 a 10V per una variació de pressions entre 0.5 bar i 2 bar . Indiqueu també el diagrama de blocs d'aquest circuit.

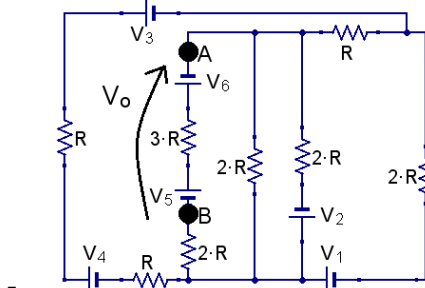
Justifica totes les tensions d'alimentacions especificades, així com la funció de cada part del circuit.

Afegiu a la sortida del circuit anterior (V_o) el circuit de la figura. Determineu quin valor de tensió de sortida tindrem a la sortida (V_{o2}) quan la pressió és de 1bar (assumiu la relació $V(P)$ del sensor lineal). Teniu en compte, si fa falta, que V_o ha començat a 0V i ha anat augmentant fins arribar al valor corresponent a 1bar .



P1) (1.5 punt) Feu els següents passos aplicats al circuit de la figura:

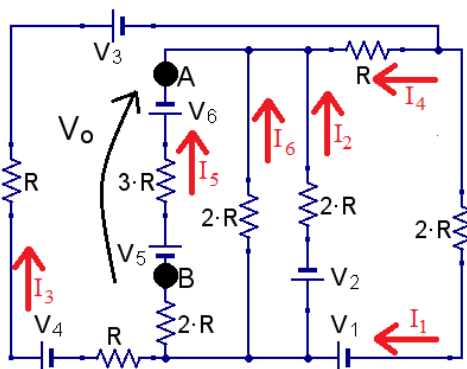
- Dona les equacions per resoldre aquest circuit aplicant únicament les lleis de Kirchhoff. (no s'han de resoldre; només mostrar les equacions aplicant les lleis per resoldre'l). Doneu també l'expressió per obtenir V_o suposant que hem obtingut la solució del circuit. Calcula també la tensió al punt que hi ha entre la font V_4 i la resistència R de la seva dreta respecte el punt A.
- Obté l'equivalent Thevenin entre els punts A i B de la part dreta del circuit. Per obtenir V_{th} , apliqueu el principi de superposició.
- Fent ús d'aquest equivalent Thevenin, calcula V_o . (Si no heu pogut fer l'apartat anterior o queda massa complicat, utilitzeu: $V_{th}=V_1+V_2+V_3+V_4$ i $R_{th}=R$ en aquest apartat).



En primer lloc, veiem que aquest circuit té 6 branques diferents i, per tant, hi ha 6 corrents que haurem de determinar. Per tant, haurem de tenir 6 equacions.

El nombre de nodes (de més de dues branques connectades) és 3. Per tant, haurem d'obtenir 2 equacions de nodes.

El primer pas consisteix sempre en definir els corrents de les diferents branques (assignem nom i sentit):



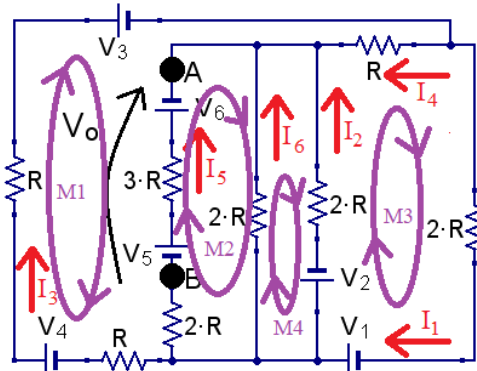
Com sempre, el sentit agafat pels corrents és totalment arbitrari. Es podria haver escollit qualsevol altre sentit pels corrents. La solució serà sempre el mateix (amb corrents canviades de signe segons els sentit escollit). Adoneu-vos que les 'branques' que no tenen components no les hem de considerar branques. Només connecten punts del circuit i constitueixen una part del mateix node.

Ara apliquem les lleis de Kirchhoff. Pel que fa a la llei de nodes, veiem que hem d'aplicar-la a dos nodes ja que tenim tres nodes amb més de dues branques. Hem d'aplicar la llei a aquests nodes menys un. Per aquest "un" escollim el node del centre-abax per què conflueixen moltes branques en aquest node (però es podria haver escollit qualsevol dels altres). Per tant, aplicant la llei de nusos:

$$\begin{aligned} I_2 + I_4 + I_5 + I_6 &= 0 \\ I_3 &= I_1 + I_4 \end{aligned}$$

Com que sabem que necessitem 6 equacions, ens manquen encara quatre equacions. Aquestes surten d'aplicar la segona llei de Kirchhoff (lleis de malles). Les quatre malles més evidents per

utilitzar són les indicades a la següent figura, i les recorrerem en sentit horari. Les malles escollides no poden deixar cap branca sense recórrer:



Apliquem doncs la llei de malles a aquestes quatre malles:

$$M1: -I_3 \cdot R + V_4 - I_3 \cdot R - V_3 - I_4 \cdot R + V_6 + I_5 \cdot 3 \cdot R - V_5 + I_5 \cdot 2 \cdot R = 0$$

$$M2: -I_5 \cdot 2 \cdot R + V_5 - I_5 \cdot 3 \cdot R - V_6 + I_6 \cdot 2 \cdot R = 0$$

$$M3: -V_2 - I_2 \cdot 2 \cdot R + I_4 \cdot R - I_1 \cdot 2 \cdot R + V_1 = 0$$

$$M4: V_2 - I_6 \cdot 2 \cdot R + I_2 \cdot 2 \cdot R = 0$$

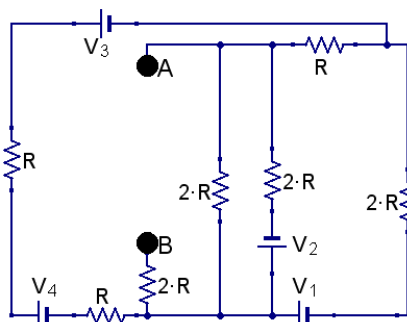
Amb la qual cosa ja tenim les 6 equacions.

El problema ens indica que no la ressolem, però sí que donem l'expressió per obtenir V_0 suposant que haguéssim resolt les equacions i la tensió entre V_4 i la resistència de la dreta respecte A:

$$V_0 = V_5 - I_5 \cdot 3 \cdot R - V_6$$

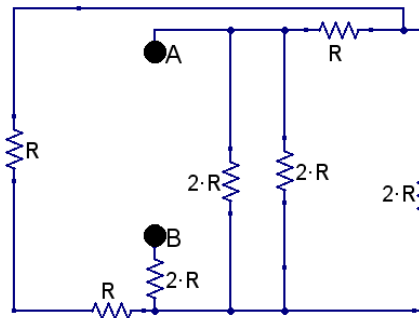
$$V_x = V_6 + I_5 \cdot 3 \cdot R - V_5 + I_5 \cdot 2 \cdot R - I_3 \cdot R$$

Anem ara a obtenir l'equivalent Thevenin de la part del circuit que ens demana el problema. Per això, obrim el circuit pels punts A i B. Ens adonem que aplicar el teorema de Thevenin és possible ja que les dues parts en que dividim el circuit estan aïllades. Per tant, hem d'aplicar el teorema al següent circuit:



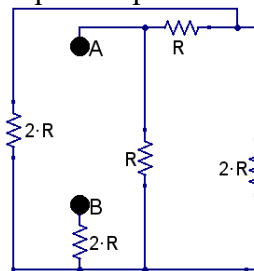
Hem d'obtenir R_{th} i V_{th} . Ambdós càlculs són independents l'un de l'altre, però tots dos comencen amb el mateix circuit anterior.

En primer lloc calculem el valor de R_{th} . Per això hem d'eliminar les fonts. Com que totes són de tensió, això equival a "curt-circuitar-les" (és a dir, substituir-les per un "cable"):

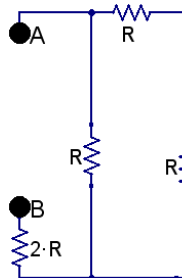


Ara hem de combinar totes les resistències, mantenint els nodes A i B intactes, fins que només ens quedi una. Aquesta resistència serà R_{th} . Per tant:

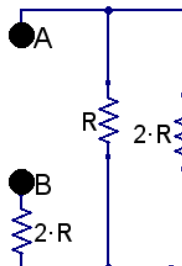
Sèrie de les dues de l'esquerra i paral·lel de les dues $2 \cdot R$ del mig



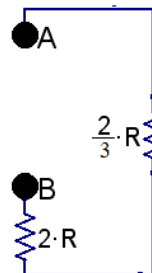
Paral·lel de les resistències de l'esquerra i la dreta



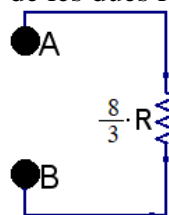
Sèrie de les dues resistències de la dreta



Paral·lel de les dues de la dreta



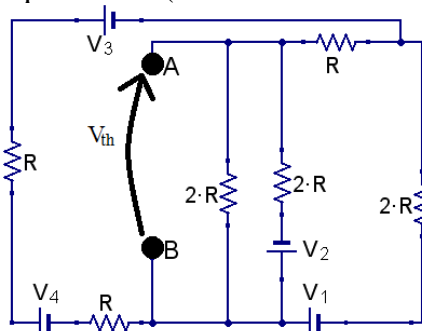
Sèrie de les dues restants



Per tant:

$$R_{th} = \frac{8}{3} \cdot R$$

Ara hem d'obtenir V_{th} . Per això, hem "d'oblidar" el pas anterior. Tornem a començar amb el circuit inicial. L'hem de resoldre i calcular V_{AB} . Aquesta serà V_{th} . Les branques on hi són A i B queden obertes i, per tant, no hi circula corrent. Per tant, no influiran en el funcionament d'aquesta part del circuit. Per tant, el circuit original queda com (la resistència $2 \cdot R$ connectada a B no influirà en V_{th}):



Encara que es podria aplicar simplement les lleis de Kirchhoff, el problema ens demana explícitament resoldre'l utilitzant el principi de superposició.

Aquest circuit té quatre fonts; per tant, hem de resoldre quatre "subproblemes", utilitzant una font i eliminant la resta en cada cas. Cadascun d'aquests casos el podríem resoldre utilitzant les lleis de Kirchhoff ja que els subcircuitos tindran com a màxim dues malles i es podrien resoldre 'a mà' sense problemes. Aquest procediment és el més directe, i igualment vàlid que el que utilitzarem en aquesta solució del problema. De fet, és aconsellable utilitzar les lleis de Kirchhoff. Aquí, el que farem serà provar de simplificar el circuit per fer els càlculs més ràpidament. Si no teniu clar com fer-ho, o no veieu massa clar com s'aplica la fórmula del divisor de tensió, és millor fer ús del procediment mencionat anteriorment utilitzant les lleis de Kirchhoff. Els quatre casos ens queden com es mostra a la taula:

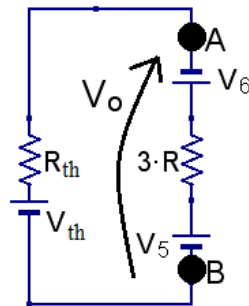
1)		$V_{th1} = \frac{V_x}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{R}{R + 2 \cdot R} \cdot V_1 \right) = -\frac{V_1}{6}$
2)		$V_{th2} = -\frac{R}{R + 2 \cdot R} \cdot V_2 = -\frac{V_2}{3}$

3)		$V_{th3} = \frac{V_x}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(-\frac{R}{R + 2 \cdot R} \cdot V_3 \right) = -\frac{V_3}{6}$
4)		$V_{th4} = \frac{V_x}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{R}{R + 2 \cdot R} \cdot V_4 \right) = \frac{V_4}{6}$

El principi de superposició ens diu que la solució final és la suma de totes les solucions parcials. Per tant:

$$V_{th} = V_{th1} + V_{th2} + V_{th3} + V_{th4} = \frac{1}{6} \cdot (V_4 - V_1 - 2 \cdot V_2 - V_3)$$

Ara ja podem substituir l'equivalent Thevenin al circuit i, així, poder obtenir V_o , que és el que ens demanen en l'últim apartat:



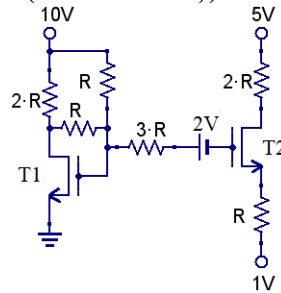
Aquest circuit és molt senzill de resoldre. Només hem d'aplicar les lleis de Kirchhoff a aquesta malla (prenem el corrent I cap a l'esquerra a la branca superior):

$$V_{th} - I \cdot R_{th} + V_6 - I \cdot 3 \cdot R - V_5 = 0 \Rightarrow I = \frac{V_{th} + V_6 - V_5}{3 \cdot R + R_{th}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_4 - V_1 - 2 \cdot V_2 - V_3 + 6 \cdot V_6 - 6 \cdot V_5}{17 \cdot R}$$

$$V_o = V_5 + I \cdot 3 \cdot R - V_6 = V_5 + \frac{3}{34} \cdot (V_4 - V_1 - 2 \cdot V_2 - V_3 + 6 \cdot V_6 - 6 \cdot V_5) - V_6$$

$$\Rightarrow V_o = \frac{1}{34} \cdot (3 \cdot (V_4 - V_1 - 2 \cdot V_2 - V_3) + 16 \cdot (V_5 - V_6))$$

P2) (1.5 punts) Resoleu el circuit de la figura (doneu totes les tensions i corrents del circuit), prenent els següents valors: $K_n' \cdot W/L = 1 \text{ mA/V}^2$, $V_T = 2\text{V}$. Preneu també R com $1\text{k}\Omega$. (Si heu de resoldre en tríode, feu-lo en tríode lineal). Comproveu sempre si es compleixen les equacions en cada estat (tall, saturació i tríode (si s'ha resolt))

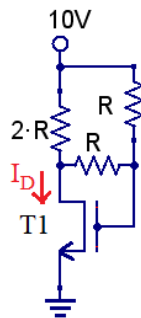


Treballarem sempre en unitats de mA, $\text{k}\Omega$ i V.

En primer lloc, ens hem d'adonar que per la resistència $3R$ i la font de 2V no hi circula corrent. Per tant, la resistència no juga cap paper en aquest circuit.

En segon lloc, les dues resistències R d'adalt-esquerra estan en sèrie ja que no hi circula corrent pels terminals de porta. I aquestes dues resistències estan en paral·lel amb la resistència $2R$. Per tant, hi circularà la mateixa corrent, que ha de $I_D/2$. Per tant, la tensió de porta serà $V_{G1} = 10 - R \cdot I_D/2$

Resoldrem primer el transistor de l'esquerra, ja que és el que fixarà la tensió de porta que, ens definirà també la tensió de porta del transistor de la dreta. Per tant, ens queda per T1:



Si el transistor estigués en tall, V_G seria 10V i, per tant, $V_{GS} = 10\text{V}$. Com que és major que V_T , aquest transistor no pot estar en tall.

Per tant, el que sabem és:

$$\begin{aligned} V_G &= 10 - R \cdot \frac{I_D}{2} \\ V_D &= 10 - R \cdot I_D \\ V_S &= 0\text{V} \end{aligned}$$

Suposem que està en saturació:

$$\begin{aligned} I_D &= \frac{1}{2} \cdot K_n' \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - V_T)^2 = 0.5 \cdot \left(10 - R \cdot \frac{I_D}{2} - 0 - 2 \right)^2 = 0.5 \cdot \left(8 - \frac{I_D}{2} \right)^2 \\ \Rightarrow 2 \cdot I_D &= \left(64 - 8 \cdot I_D + \frac{I_D^2}{4} \right) \Rightarrow I_D^2 - 40 \cdot I_D + 256 = 0 \\ \Rightarrow I_D &= \frac{40 \pm \sqrt{40^2 - 4 \cdot 1 \cdot 256}}{2} = \begin{cases} 32\text{mA} \\ 8\text{mA} \end{cases} \end{aligned}$$

Calculem les tensions del transistor primer amb 32mA:

$$V_G = -6V$$

Aixó implicaria tall, amb la qual cosa no és una solució compatible amb la nostra suposició. Comprovem ara amb 8mA.

$$\begin{aligned} V_G &= 6V \\ V_D &= 2V \end{aligned}$$

Compleix la condició de no-tall. Per tant, comprovem la condició de saturació:

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_T? \rightarrow 2 \geq 4?$$

Aquesta condició no es compleix, amb la qual cosa està en tríode. Com ens diu l'enunciat, prenem tríode lineal en aquests casos:

$$\begin{aligned} I_D &= K'_n \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - V_T) \cdot V_{DS} = 1 \cdot \left(8 - R \cdot \frac{I_D}{2}\right) \cdot (10 - R \cdot I_D) = 80 - 13 \cdot I_D + \frac{1}{2} \cdot I_D^2 \\ \Rightarrow I_D^2 - 28 \cdot I_D + 160 &= 0 \Rightarrow I_D = \begin{cases} 20mA \\ 8mA \end{cases} \end{aligned}$$

Comprovem les tensions per 20mA:

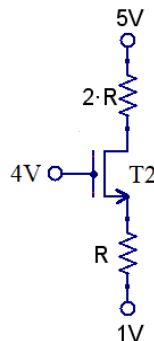
$$V_G = 0V$$

Aixó implicaria tall, amb la qual cosa no és una solució compatible amb la nostra suposició.

Provem ara amb 8 mA. Aquest corrent compleix la condició de tríode ja que vam comprovar les tensions suposant saturació amb el mateix corrent i no complia saturació i, per tant, compleix tríode.

$$\begin{aligned} V_G &= 6V \\ V_D &= 2V \end{aligned}$$

Anem a resoldre el segon circuit de la dreta. La seva tensió de porta serà $V_{G2}=V_{G1}-2V=4V$. El circuit es quedaria:



Fàcilment podem deduir que no es troba en tall, ja que si fos així, llavors $V_S=1V$ i, per tant $V_{GS}=3V$ què és major que V_T .

Per tant, el que sabem és:

$$\begin{aligned}V_G &= 4V \\V_D &= 5 - 2 \cdot R \cdot I_D \\V_S &= 1 + R \cdot I_D\end{aligned}$$

Assumim llavors saturació:

$$\begin{aligned}I_D &= \frac{1}{2} \cdot K'_n \cdot \frac{W}{L} \cdot (V_{GS} - V_T)^2 = 0.5 \cdot (4 - (1 + R \cdot I_D) - 2)^2 = 0.5 \cdot (1 - I_D)^2 \\ \Rightarrow 2 \cdot I_D &= (1 - 2 \cdot I_D + I_D^2) \Rightarrow I_D^2 - 4 \cdot I_D + 1 = 0 \\ \Rightarrow I_D &= \frac{4 \mp \sqrt{4^2 - 4 \cdot 1 \cdot 1}}{2} \cong \begin{cases} 3.73mA \\ 0.268mA \end{cases}\end{aligned}$$

Calculem les tensions del transistor primer amb 3.73mA:

$$V_S = 4.73V$$

Aixó implicaria tall, amb la qual cosa no és una solució compatible amb la nostra suposició. Comprovem ara amb 0.268mA.

$$\begin{aligned}V_S &= 1.268V \\V_D &= 4.464V\end{aligned}$$

Compleix la condició de no-tall ja que $V_{GS}=2.732V > V_T$. Per tant, comprovem la condició de saturació:

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_T? \rightarrow 3.196 \geq 0.732?$$

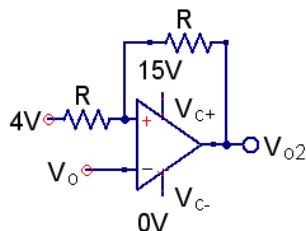
Aquesta condició és certa. Per tant està en saturació i hem acabat el problema.

P3) (1 punt) Tenim un sensor de pressió que ens proporciona una tensió (com si fos una font de tensió) entre 1mV i 5mV per un rang de pressions entre 0.5 bar i 2 bar respectivament.

Dissenyem un circuit amb amplificadors operacionals per obtenir una sortida de tensió en el rang de 0 a 10V per una variació de pressions entre 0.5 bar i 2 bar. Indiqueu també el diagrama de blocs d'aquest circuit.

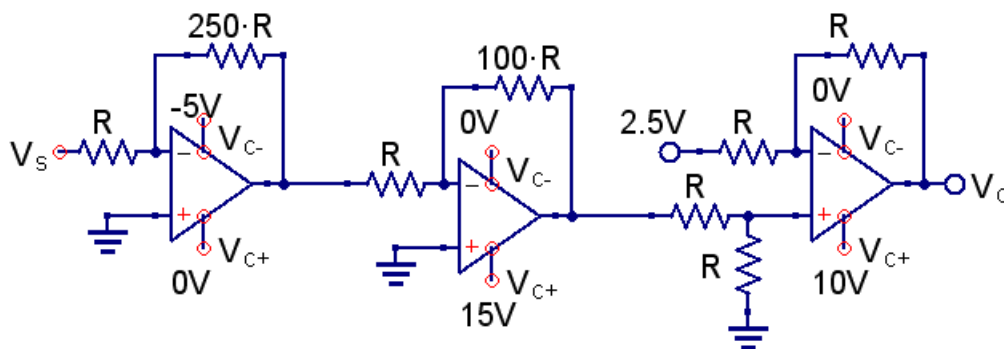
Justifica totes les tensions d'alimentacions especificades, així com la funció de cada part del circuit.

Afegiu a la sortida del circuit anterior (V_o) el circuit de la figura. Determineu quin valor de tensió de sortida tindrem a la sortida (V_{o2}) quan la pressió és de 1bar (assumiu la relació $V(P)$ del sensor lineal). Teniu en compte, si fa falta, que V_o ha començat a 0V i ha anat augmentant fins arribar al valor corresponent a 1bar.



Abans de tot, recordar que no hi ha una solució única per aquest tipus de problema. Aquí s'exposa una d'aquestes solucions.

En primer lloc, només hem d'obtenir una relació per modificar una tensió entre 1mV i 5mV al rang de 0V a 10V. Per això el que podem fer és multiplicar i restar. Per passar un rang de 4mV a un rang de 10V hauríem de multiplicar per un factor $10/(4 \cdot 10^{-3}) = 2.5 \cdot 10^3$. Ho farem en dues etapes amplificadores inversores amb factors -250 i -10. Una vegada hem amplificat, les tensions aniran entre 2.5V i 12.5V. Per tant, hem de restar 2.5V. Per tant, un possible circuit amb amplificadors operacionals seria el següent:



En aquest circuit, R la podem agafar 1kΩ.

Les alimentacions dels amplificadors de l'esquerra s'han escollit per què contingui el rang de -1.25V fins a -0.250V. Pel del mig, ha de contenir el rang de 2.5V a 12.5V i el de la dreta el rang de 0V a 10V.

Ara només manca afegir el circuit proporcionat a l'enunciat. Aquest circuit s'ha fet en un problema de classe, i és un comparador d'histeresi. En qualsevol cas, no és necessari recordar-se'n del problema concret. Es pot deduir fàcilment resolent-ho.

En primer lloc hem de determinar el valor de V_o per la pressió de 1bar. Com la relació $V-P$ del sensor és lineal, llavors la tensió del sensor serà:

$$V_s = 1mV + \frac{5mV - 1mV}{2bar - 0.5bar} \cdot (1bar - 0.5bar) \cong 2.33mV$$

Aquest tensió ens proporciona una V_o de:

$$V_o = V_s \cdot 2.5 \cdot 10^3 - 2.5 \cong 3.33V$$

El circuit que hem d'afegir treballa en zona no-lineal i, per tant, la sortida només pot valer V_{C+} o V_{C-} . Per tant, només ens manca saber V_+ . Obtindrem V_+ per les dues possibles sortides i veurem quina és la correcta, si es pot determinar.

Si la sortida V_{o2} és de 15V, llavors:

$$V_+ = 4 + \frac{(15 - 4)}{2 \cdot R} \cdot R \cong 4 + 5.5 = 9.5V$$

Aquest valor és compatible amb la sortida de 15V ja que $V_+ > V_-$.

Si la sortida V_{o2} és de 0V, llavors:

$$V_+ = 4 + \frac{(0 - 4)}{2 \cdot R} \cdot R \cong 4 - 2 = 2V$$

Aquesta segona també és compatible amb la sortida de 0V ja que $V_+ > V_-$.

Per poder saber quin és el valor correcte hem de tenir en compte l'última informació. Si inicialment V_o era 0V, aquest valor només és compatible amb $V_{o2}=15V$. Per tant, V_{o2} romandrà a 15V per 3.33V ja que no ha arribat al punt de commutació degut a l'histèresi.