

EXAMEN Final Gener 2020. TEORIA

Indicar nom o NIUB i la resposta correcta a la taula del final del qüestionari

1. Si un díode treballa en inversa...

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

2. Si un díode treballa en directa...

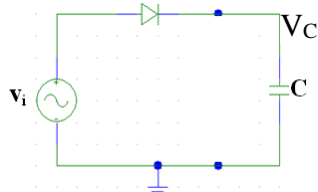
- Hi circula corrent de P a N.
- Hi circula corrent de N a P.
- No hi circula corrent, però hi cau una tensió de V_γ .
- No hi circula corrent i cau una tensió de 0V.
- Serà per què li paguen més que a l'empresa 'inversa'.

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

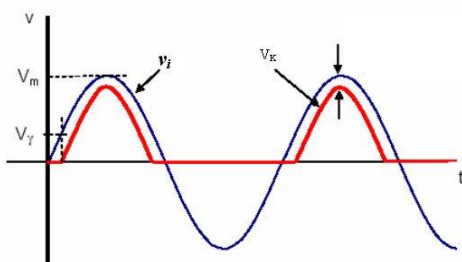
- en inversa, el model ideal conté només una resistència de valor alt.
- en inversa, el model ideal conté només una font de tensió de valor alt.
- en directa, el model ideal conté només una resistència de valor petit.
- en directa, el model ideal conté només una font de tensió.
- el model ideal és més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

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

- 2.3V.
- 5V.
- 3.7V.
- 4.3V.
- No es pot saber.



5. Considera un rectificador de mitja ona, amb resposta segons la figura. Amb el model ideal, quina seria la diferència de tensió entre V_o i V_i quan V_i té el valor màxim?



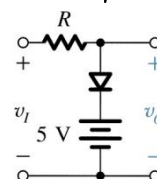
- 0V.
- V_γ .
- $2 \cdot V_\gamma$.
- $3 \cdot V_\gamma$.

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

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

7. Quin valor té V_o quan $V_i = 0.7V$ (prenent $V_\gamma = 0.7V$):

- 0V.
- 0.7V.
- 5V.
- 5.7V.
- Cap resposta anterior és correcta.



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

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

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

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

10. En un transistor NMOS en tríoide 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 tríoide amb aquestes tensions.
- s'hauria d'anomenar 3MOS.

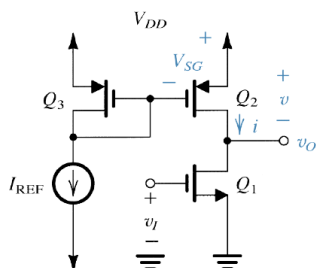
11. En un transistor NMOS en saturació...

- V_D sempre ha de ser major que V_T .
- V_D sempre ha de ser major V_G .
- La font sempre ha de ser a terra.
- V_{GS} sempre ha de ser major que V_T .
- El transistor no funciona correctament.

12. En un mirall de corrent...

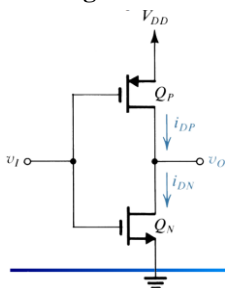
- els dos transistors tenen la mateixa V_{GS} .
- els dos transistors tenen la mateixa V_D .
- un transistor és NMOS i l'altre PMOS.
- $V_D = V_G$ pels dos transistors.
- s'utilitza per pentinar cables.

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



- a) 0V.
- b) v_i .
- c) V_{DD} .
- d) V_{SG} .
- e) no val res.

14. Quina funció lògica realitza aquest circuit?



- a) AND.
- b) NOT.
- c) OR
- d) NAND.
- e) Aquest circuit no té cap lògica.

15. En un amplificador operacional que treballa a la zona no-lineal, què succeeix quan $v_+ > v_-$?

- a) Que la sortida val zero.
- b) Que la sortida val V_{cc-} .
- c) Que la sortida val V_{cc+} .
- d) Això no pot succeir treballant a la zona no-lineal.
- e) Es crema l'amplificador.

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

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

17. En un amplificador operacional ideal s'assumeix:

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

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

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

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

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

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

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

NOM complet:

Indicar aquí l'única resposta correcta

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

Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

EXAMEN Final Gener 2020. Problemes.

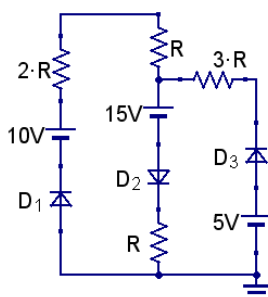
P1) (1.5 punt) Expliqueu raonadament (sense tenir en compte cap solució) en quins estats es podrien trobar els díodes d'aquest circuit. Definiu clarament per quins díodes es coneix segur el seu estat, i per quins no se sap a priori (abans de resoldre).

Resol (obtenir els corrents a totes les branques i tensions a tots els nodes) en els següents casos:

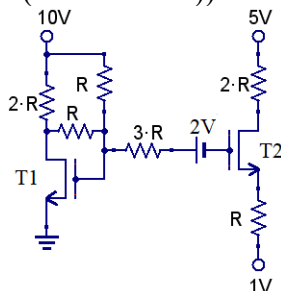
- Cas 1: Tots els díodes en directa.
- Cas 2: D_2 i D_3 en directa i D_1 en inversa.

Comproveu en tots els casos resolts, si la solució és la correcta o no comprovant si l'estat suposat de tots tres díodes quadra amb la solució.

Utilitzeu el model ideal dels díodes amb $V_T=0.7V$.



P2) (1.5 punts) Resoleu el circuit de la figura (doneu totes les tensions i corrents del circuit), prenent els següents valors: $K_n \cdot W/L = 1 \text{ mA/V}^2$, $V_T = 2V$. Preneu també R com $1k\Omega$. (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))

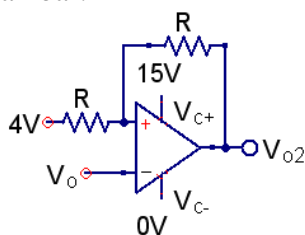


P3) (1 punt) Tenim un sensor de pressió que ens proporciona una tensió (com si fos una font de tensió) entre $1mV$ i $5mV$ per un rang de pressions entre 0.5 bar i 2 bar respectivament.

Dissenyau 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 1 bar (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 1 bar .



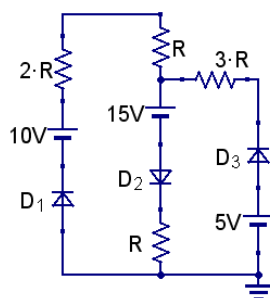
P1) (1.5 punt) Expliqueu raonadament (sense tenir en compte cap solució) en quins estats es podrien trobar els díodes d'aquest circuit. Definiu clarament per quins díodes es coneix segur el seu estat, i per quins no se sap a priori (abans de resoldre).

Resol (obtenir els corrents a totes les branques i tensions a tots els nodes) en els següents casos:

- Cas 1: Tots els díodes en directa.
- Cas 2: D_2 i D_3 en directa i D_1 en inversa.

Comproveu en tots els casos resolts, si la solució és la correcta o no comprovant si l'estat suposat de tots tres díodes quadra amb la solució.

Utilitzeu el model ideal dels díodes amb $V_\gamma = 0.7V$.

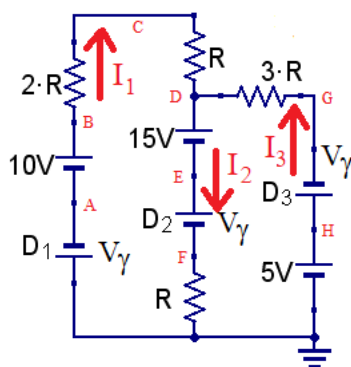


En aquest circuit, totes les branques, que estan en paral·lel tenen la font de tensió en la mateixa direcció. De les tres branques del circuit, la que té una font de tensió major és la branca del mig. El problema és que el díode d'aquesta branca (D_2) no està en la direcció apropiada per a que estigui en directa. Per tant, aquest díode estarà en inversa. (Les tensions de la resta del circuit mai seran majors de 15V i, per tant, aquest díode mai estarà en directa).

De les dues branques restants, la que té una font de major valor és la branca de l'esquerra. D_1 estarà en la direcció oportuna per estar en directa. El problema en aquest cas és que el corrent hauria de passar per l'altra branca (la de la dreta), però el díode D_3 no ho permet. Per tant, tots els díodes estaran en inversa.

Anem a resoldre els dos casos demanats.

Cas 1: Tots els díodes en directa



Apliquem Kirchhoff per resoldre el circuit:

$$\begin{aligned}
 I_2 &= I_1 + I_3 \\
 -V_\gamma + 10 - 2 \cdot R \cdot I_1 - R \cdot I_1 - 15 - V_\gamma - R \cdot I_2 &= 0 \\
 R \cdot I_2 + V_\gamma + 15 + 3 \cdot R \cdot I_3 + V_\gamma - 5 &= 0
 \end{aligned}$$

Resolent, obtenim:

$$I_2 = -\frac{4 \cdot V_\gamma + 15}{5 \cdot R}$$

$$I_3 = -\frac{6 \cdot V_\gamma + 35}{15 \cdot R}$$

$$I_1 = -\frac{6 \cdot V_\gamma + 10}{15 \cdot R}$$

Tots tres corrents són negatius i, per tant, com que els havíem agafat en la direcció de directa, la nostra suposició en aquest cas no és la correcta.

Les tensions obtingudes en aquest cas són:

$$V_A = -V_\gamma = -0.7V$$

$$V_B = -V_\gamma + 10 = 9.3V$$

$$V_C = -V_\gamma + 10 - I_1 \cdot 2 \cdot R = -\frac{V_\gamma}{5} + \frac{34}{3} = 11.19V$$

$$V_D = I_2 \cdot R + V_\gamma + 15 = \frac{V_\gamma}{5} + 12 = 12.14V$$

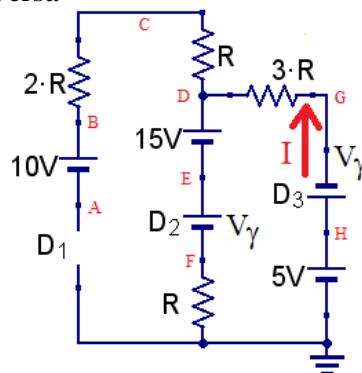
$$V_E = V_D - 15 = -2.86V$$

$$V_F = V_E - V_\gamma = -3.56V$$

$$V_G = 5 - V_\gamma = 4.3V$$

$$V_H = 5V$$

Cas 2: D₂ i D₃ en directa i D₁ en inversa



Apliquem el mateix procès:

$$R \cdot I + V_\gamma + 15 + 3 \cdot R \cdot I + V_\gamma - 5 = 0$$

Per tant:

$$I = -\frac{2 \cdot V_\gamma + 10}{4 \cdot R}$$

Aquest corrent també és negatiu i, per la mateixa raó que abans, la nostra suposició pels díodes D₂ i D₃ no és la correcta.

Les tensions obtingudes en aquest cas són:

$$V_A = V_D - 10 = 2.85V$$

$$V_B = V_C = V_D = I \cdot R + V_\gamma + 15 = \frac{V_\gamma}{2} + 12.5 = 12.85V$$

$$V_E = V_D - 15 = -2.15V$$

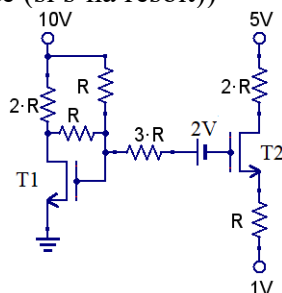
$$V_F = V_E - V_\gamma = -2.85V$$

$$V_G = 5 - V_\gamma = 4.3V$$

$$V_H = 5V$$

Hem de comprovar també l'estat de D_1 . Pels valors de tensió obtinguts, la tensió en A és menor a la tensió en l'altre terminal. Per tant, el díode està en inversa, i en aquest cas sí que es compleix la suposició inicial.

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))

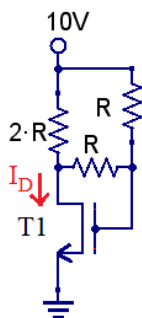


Treballarem sempre en unitats de mA, $\text{k}\Omega$ i V.

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:

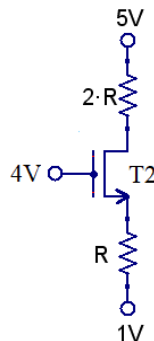
$$V_G = 0V$$

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:

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

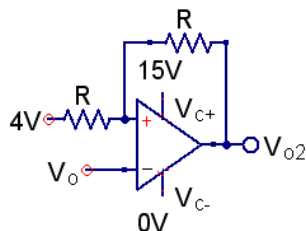
Aquesta condició és certa. Per tant està en saturació i hem acabat el problema.

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.

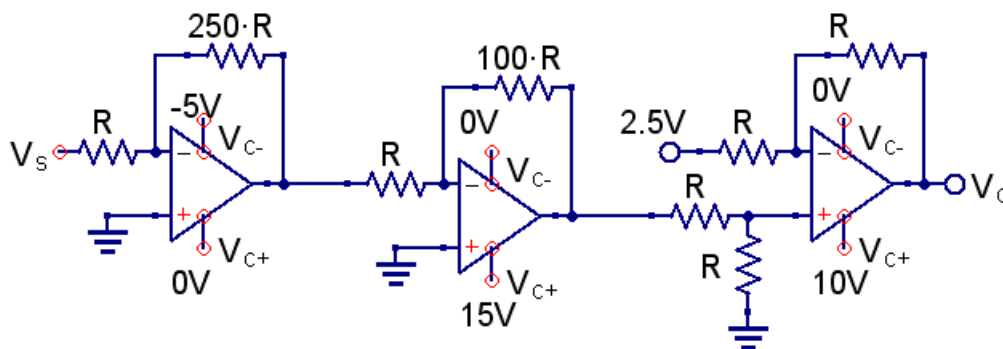
Justifica totes les tensions d'alimentacions especificades, així com la funció de cada part del circuit.

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 $1k\Omega$.

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.