

EXAMEN Final Gener 2013. TEORIA

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

1. El valor de resistència d'una resistència lineal:

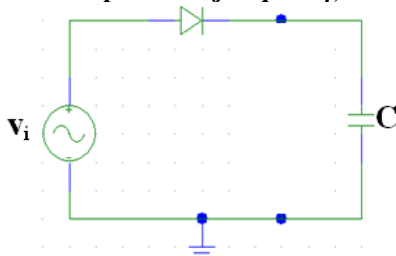
- a) No depèn ni del corrent ni de la tensió.
- b) Depèn de la diferència de tensió entre els seus terminals i del corrent que la travessa.
- c) Només depèn de la diferència de tensió.
- d) Només depèn del corrent que travessa la resistència.

2. Quina afirmació és correcta respecte a un condensador:

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

3. El principi de superposició permet resoldre alguns circuits complexos en diferents problemes. Consisteix en:

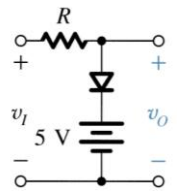
- a) Resoldre els circuits cada vegada només amb una de les fonts del circuit, eliminant la resta. La solució del circuit és la suma de totes les solucions.
- b) Resoldre els circuits cada vegada només amb una de les fonts del circuit, eliminant la resta. La solució del circuit és qualsevol d'aquestes solucions.
- c) Resoldre els circuits cada vegada només amb una de les fonts del circuit, eliminant la resta. La solució del circuit és el valor més alt obtingut.
- d) El principi de superposició no fa més que complicar la resolució del problema ja que consisteix en resoldre el circuit tantes vegades com fonts tenim al circuit.
- e) Si una part del circuit amb fonts és igual a una altre, aquestes es superposen i, per tant, només és necessari resoldre un d'aquests circuits per obtenir la solució final.

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

- a) Quan V_i és positiva, la sortida és $V_i - V_\gamma$. Quan és negativa, $V_o = 0V$.
- b) Quan V_i és negativa, la sortida és $V_i - V_\gamma$. Quan és positiva, $V_o = 0V$.
- c) Una vegada que V_i arriba al seu valor màxim, la sortida es manté sempre constant.
- d) Una vegada que V_i arriba al seu valor mínim, la sortida es manté sempre constant.

5. Quina funció té aquest circuit a la sortida respecte l'entrada:

- a) Aquest circuit no pot funcionar mai.
- b) V_o és sempre igual a $-V_i$.
- c) V_o és sempre igual a V_i .
- d) Es retalla la tensió d'entrada per tensions superiors a 5.7V.
- e) Es retalla la tensió d'entrada per tensions inferiors a -5.7V.

**6. En un transistor MOSFET, el que diferencia el Drenador (Drain) de la Font (Source) és ...**

- a) Que la font sempre està a terra.
- b) Que pel drenador controlem la tensió corresponent a l'efecte camp.
- c) Físicament, que la font té més dopatge que el drenador i elèctricament que la tensió de font és inferior.
- d) Físicament són indistingibles, elèctricament dels dos terminals diem que, per un NMOS, és la font el que té el potencial inferior.

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

- a) Depèn de V_{gs} .
- b) Depèn només de les propietats del transistor.
- c) Sempre el mateix ja que sempre es compleix la mateixa relació.
- d) No depèn de V_{gs} .

8. La resistència del canal d'un NMOS a la regió de tríode 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.

9. Per resoldre un circuit amb senyals variables amb el temps (dinàmics) mitjançant l'espai de Laplace

- a) El primer que hem de fer és resoldre el circuit a l'espai temporal.
- b) El primer que hem de fer és resoldre el circuit a l'espai.
- c) El primer que hem de fer és transformar el circuit a l'espai temporal.
- d) El primer que hem de fer és transformar el circuit a l'espai de Laplace.

10. La funció de transferència d'un circuit:

- a) No te cap utilitat.
- b) Ens serveix per obtenir els valors dels components del circuit per qualsevol senyal d'entrada.
- c) Ens serveix per obtenir el guany entre la sortida i l'entrada per entrades sinusoidals amb condicions inicials nul·les.
- d) Ens serveix per obtenir la tensió de sortida en funció del temps en qualsevol situació.
- e) Ens serveix per obtenir la tensió de sortida en funció de 's' en qualsevol situació.

11. Si un diagrama de Bode d'amplitud ens dona un guany de 0 dB per una determinada freqüència, si l'amplitud del senyal sinusoidal d'entrada és de 1V, quan val l'amplitud del senyal de sortida:

- a) 0V.
- b) 1V.
- c) 10V.
- d) 100V.

12. Tenim un circuit que té aquests dos pols: $p_1 = -2$, i $p_2 = 0$. És estable aquest circuit?

- a) Depèn de quina sortida triem del circuit.
- b) Sí.
- c) No.
- d) Tots els circuits amb dos pols són inestables, per definició.

13. Com afecten els pols i zeros al diagrama de Bode (d'amplituds)?

- a) Cada zero introdueix un canvi de pendent de -20dB/dècada, i cada pol de +20dB/dècada.
- b) Cada zero introdueix un canvi de pendent de +20dB/dècada, i cada pol de -20dB/dècada.
- c) El diagrama de Bode no té res a veure amb el pols i zeros.
- d) Els zeros donen un valor 0 del guany i els pols un guany infinit.
- e) Depèn de si el pol és nord o sud.

14. Si coneixem la transformada de Laplace de dues senyals, podem conèixer fàcilment la transformada d'un senyal que és suma d'aquests senyals.

- a) Cert, i coincideix amb la multiplicació dels dos senyals.
- b) Cert, per una de les propietats de la transformada de Laplace.
- c) Fals. S'ha de obtenir el senyal resultant i calcular la seva transformada.
- d) Fals, ja que podria succeir que el senyal resultant no tingui transformada de Laplace.
- e) Fals, ja que només és cert per un rang limitat de freqüències.

15. En un amplificador operacional sense realimentació, polaritzat segons $+V_{cc}=+15V$ i $-V_{cc}=-15V$, què succeeix quan $v_p < v_n$?

- a) Que la sortida val zero.
- b) Que la sortida val -15V.
- c) Que la sortida val +15V.
- d) Això no pot succeir, si treballa a la zona lineal.

16. Els filtres actius

- a) Són filtres que es mouen molt.
- b) Són filtres que no necessiten cap tipus font per què funcionin.
- c) Poden tenir un guany superior a 1.
- d) Només són vàlids en un rang determinat de freqüències.

17. En un amplificador operacional ideal s'assumeix:

- a) Impedàncies d'entrada infinites i sortida com a font de tensió ideal.
- b) Impedàncies d'entrada infinites i sortida com a font de tensió amb resistència de sortida.
- c) Impedàncies d'entrada grans i sortida com a font de tensió ideal amb resistència sèrie petita.
- d) Impedàncies d'entrada petites i impedància de sortida gran.

18. Un circuit amb amplificadors operacionals amb realimentació negativa?

- a) Sempre treballa a la zona lineal.
- b) Sempre treballa en saturació.
- c) Treballa en zona lineal excepte quan la sortida està dins del rang de les tensions d'alimentació.
- d) Treballa en zona lineal excepte quan la sortida no està dins del rang delimitat per les tensions d'alimentació.

19. Si augmentem el grau (n) del filtre actiu de Butterworth, aconseguim:

- a) un augment del seu grau d'alcohol.
- b) un augment del seu guany a freqüències baixes.
- c) que s'apropi la seva resposta a la d'un filtre més ideal.
- d) que la zona de guany constant sigui menys ample.
- e) que sigui més fàcil d'implementar a un circuit.

20. Les cel·les de Sallen & Key són útils per:

- a) fer pràctiques.
- b) implementar senyals de diferents formes (quadrades, sinusoidals, etc).
- c) no són útils per res.
- d) implementar filtres de diferents tipus (com els de Butterworth).

NOM:

NIUB:

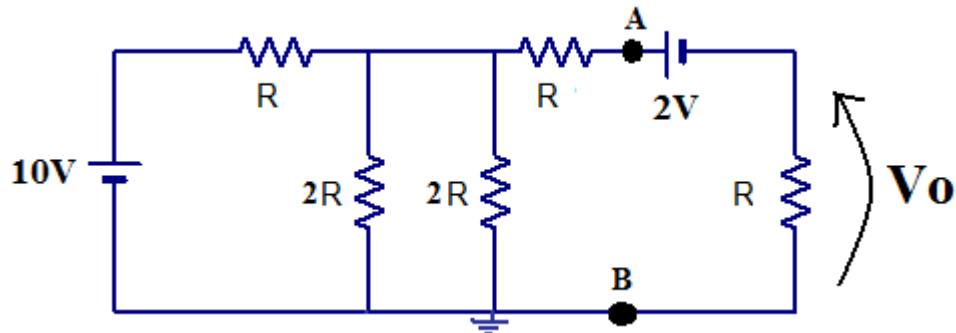
Indicar aquí l'única resposta correcta

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

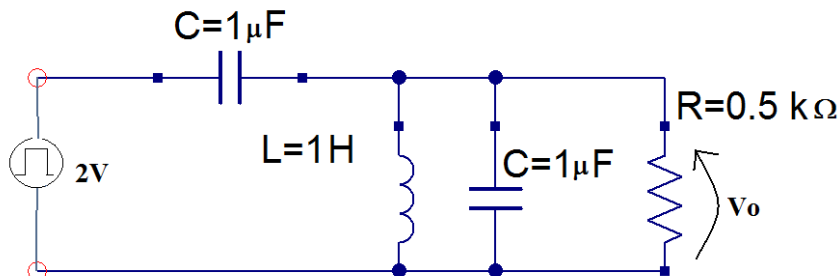
Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

EXAMEN Final Gener 2013. Problemes.

- P1) (1 punt) Resol el circuit de la figura (obteniu V_o). Per això, obteniu en primer lloc l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit entre els punts A i B.

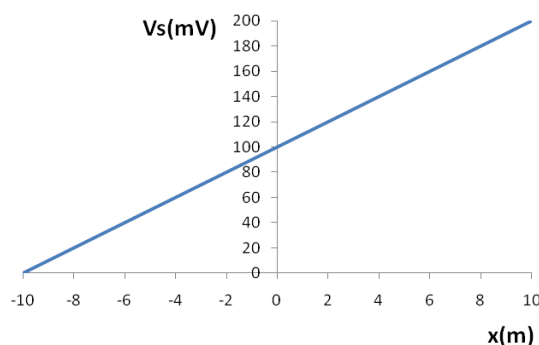


- P2) (1.5 punts) Obtenir $v_o(t)$ pel circuit següent, considerant condicions inicials nul·les i amb V_i un senyal esglaó d'amplitud 2V:



Utilitzeu els següents valors: $R = 0.5 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$, $L = 1 \text{ H}$.

- P3) (1.5 punt) Un sensor de posició ens proporciona un senyal de tensió de sortida segons la distància de l'objecte (endavant o enrera). Aquesta sortida varia de forma lineal amb la distància en el rang de 0 fins a 200mV, corresponents a distàncies de -10m i 10m respectivament:

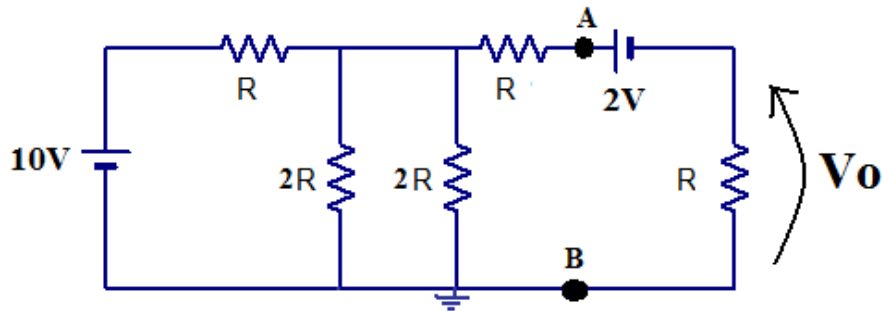


Nosaltres, però, només volem mesurar en el rang de 0m a 10m.

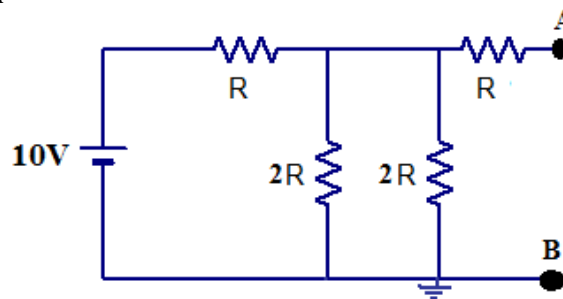
Disseny un circuit, amb amplificadors operacionals per obtenir un senyal de sortida en el rang de 0V i 10V corresponents a 0m i 10m. Indiqueu també els valors d'alimentació dels amplificadors operacionals.

Dibuixa el diagrama de blocs del sistema.

P1) (1 punt) Resol el circuit de la figura (obteniu V_o). Per això, obteniu en primer lloc l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit entre els punts A i B.

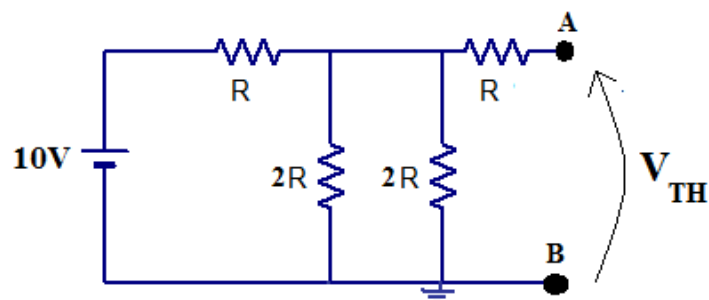


Per fer l'equivalent Thevenin de la part esquerra, eliminem tot el que hi ha a la dreta dels punts A i B, i deixem aquestes branques obertes:

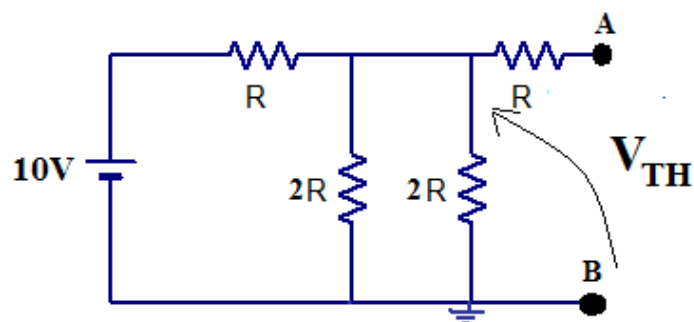


Per aquest circuit, hem de trobar R_{th} i V_{th} .

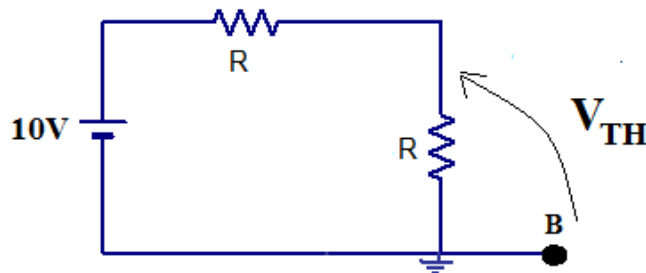
Comencem amb V_{th} . Aquesta és la tensió V_{AB} d'aquest circuit. Per tant, hem de resoldre aquest circuit:



La resistència R de la dreta no contribueix a V_{TH} , ja que aquesta branca està oberta i, per tant, no circula corrent per aquesta resistència. Llavors, la caiguda de tensió en aquesta resistència és zero. Per tant, ens podem "oblidar" d'aquesta resistència i prendre V_{TH} com la caiguda de tensió en les resistències $2 \cdot R$:



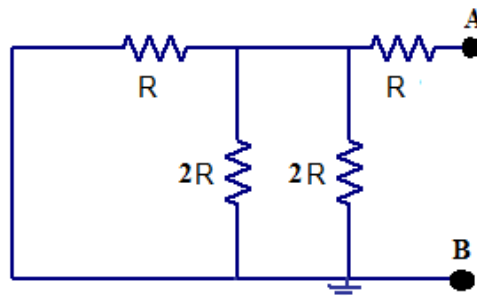
Per resoldre aquest circuit ens fixem que es pot simplificar, ja que les resistències $2 \cdot R$ estan en paral·lel (a més, fer aquesta combinació no fa desaparèixer cap node dels que necessitem). Per tant, el circuit queda (tenint en compte que el paral·lel de dues resistències iguals és la meitat d'aquestes resistències):



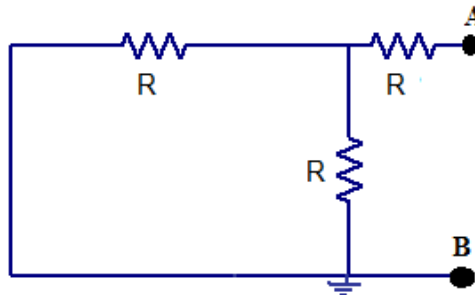
Aquest circuit és un divisor de tensió. Per tant, la tensió Thevenin és:

$$V_{th} = \frac{R}{R + R} \cdot 10V = 5V$$

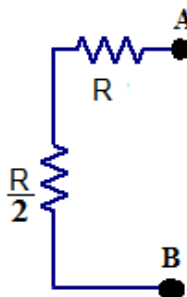
Ara ens queda obtenir R_{th} . Per això, hem d'eliminar les fonts, i llavors fer totes les combinacions sèrie-paral·lel possibles per obtenir finalment una única resistència entre els terminals A i B. El circuit, eliminant les fonts, queda com: (fixeu-vos que la resistència connectada a A, ara és important i s'ha de tenir en compte)



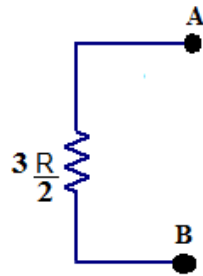
A l'igual que abans, les dues resistències $2R$ estan en paral·lel. Per tant ens queda:



Ara, les dues resistències situades més a l'esquerra estan en paral·lel. Per tant:



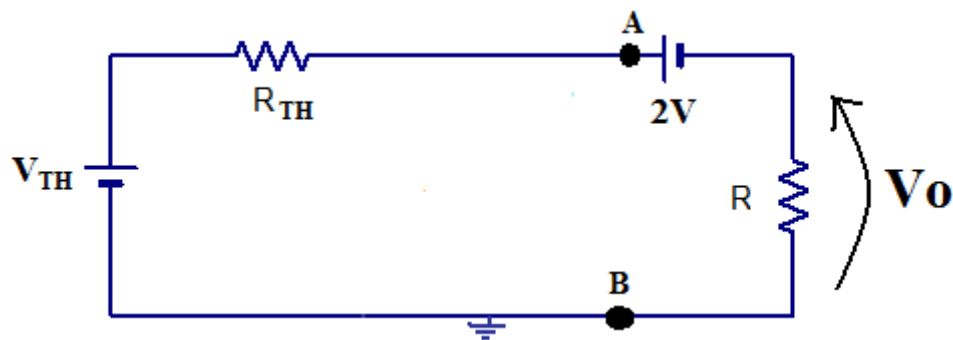
I finalment, aquestes dues resistències estan en sèrie:



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

Teniu en compte que, durant tot aquest procés, els nodes A i B no poden desaparèixer.

Ara ja podem resoldre tot el circuit, substituint la part esquerra pel seu equivalent Thevenin:

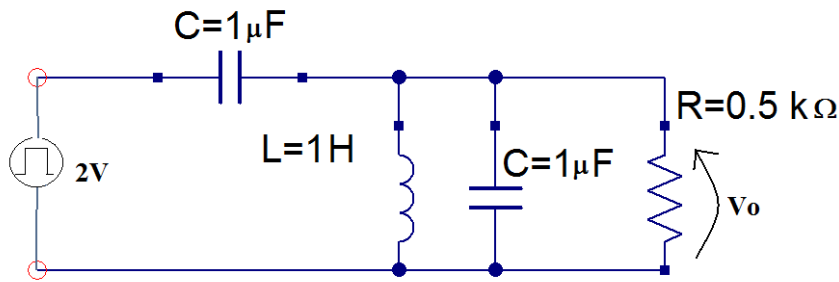


Aquest circuit el podem resoldre fàcilment aplicant la llei de malles de Kirchhoff. Recorrem la malla en sentit horari, i agafem el corrent (I) de tal forma que travessa R_{th} d'esquerra a dreta. Per tant:

$$V_{th} - I \cdot R_{th} - 2 - I \cdot R = 0 \Rightarrow I = \frac{V_{th} - 2}{R_{th} + R} = \frac{6}{5} \cdot \frac{1}{R}$$

Ara podem obtenir V_o : $V_o = I \cdot R = \frac{6}{5} V$

P2)(1.5 punts) Obtenir $v_o(t)$ pel circuit següent, considerant condicions inicials nul·les i amb V_i un senyal esglaó d'amplitud 2V:

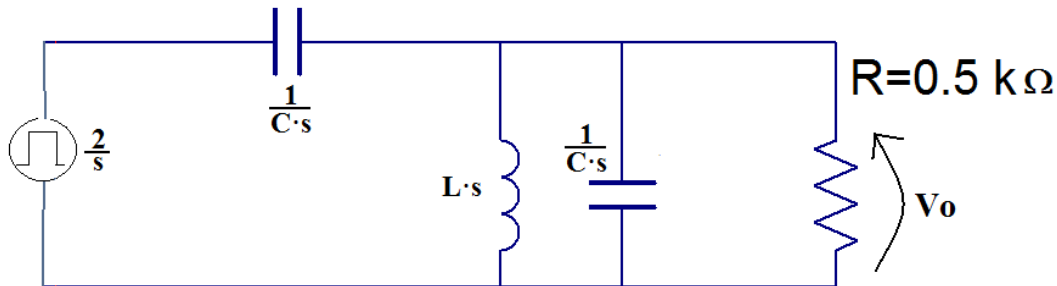


Utilitzeu els següents valors: $R = 0.5 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \text{ }\mu\text{F}$, $L = 1 \text{ H}$.

Ens diuen que considerem condicions inicials nul·les, amb la qual cosa els condensadors i les bobines es transformen únicament com si fossin resistències de valor $L \cdot s$ i $1/C \cdot s$.

La transformada del senyal esglaó unitari és $1/s$.

Per tant:



Per resoldre aquest circuit, simplifiquem tot el que podem. Aquí veiem que els tres components de la dreta estan en paral·lel. Per tant:

$$\frac{1}{Z_p} = \frac{1}{L \cdot s} + \frac{1}{\frac{1}{C \cdot s}} + \frac{1}{R} = \frac{1}{L \cdot s} + C \cdot s + \frac{1}{R} = \frac{R + R \cdot L \cdot C \cdot s^2 + L \cdot s}{R \cdot L \cdot s}$$

$$\Rightarrow Z_p = \frac{R \cdot L \cdot s}{R + R \cdot L \cdot C \cdot s^2 + L \cdot s} = \frac{1}{C} \cdot \frac{s}{s^2 + \frac{1}{R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{L \cdot C}}$$

Ara ja podem obtenir V_o , ja que ens queda un divisor de tensió:

$$V_o = \frac{Z_p}{\frac{1}{C \cdot s} + Z_p} \cdot V_i = \frac{\frac{R \cdot L \cdot s}{R + R \cdot L \cdot C \cdot s^2 + L \cdot s}}{\frac{1}{C \cdot s} + \frac{R \cdot L \cdot s}{R + R \cdot L \cdot C \cdot s^2 + L \cdot s}} \cdot \frac{2}{s} = \frac{R \cdot L \cdot s}{\frac{R + R \cdot L \cdot C \cdot s^2 + L \cdot s}{C \cdot s} + R \cdot L \cdot s} \cdot \frac{2}{s}$$

$$= 2 \cdot \frac{R \cdot L \cdot C \cdot s}{R + R \cdot L \cdot C \cdot s^2 + L \cdot s + R \cdot L \cdot C \cdot s^2} = 2 \cdot \frac{s}{2 \cdot s^2 + \frac{1}{R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{L \cdot C}} = \frac{s}{s^2 + \frac{1}{2 \cdot R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{2 \cdot L \cdot C}}$$

$$\Rightarrow V_o = \frac{s}{s^2 + \frac{1}{2 \cdot R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{2 \cdot L \cdot C}}$$

Aquí hem posat a 1 els coeficients de les 's' de major grau, treient factor comú.

Ara hem d'antitransformar. Com que aquesta expressió no apareix a la taula de transformades, hem de seguir el procediment general. Ja hem posat els coeficients a 1 per les s de grau major. Ara obtenim els pols:

$$s^2 + \frac{1}{2 \cdot R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{2 \cdot L \cdot C} = 0 \Rightarrow p_{1,2} = \frac{-\frac{1}{2 \cdot R \cdot C} \pm \sqrt{\left(\frac{1}{2 \cdot R \cdot C}\right)^2 - 4 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2 \cdot L \cdot C}}}{2} = -500 \pm j \cdot 500$$

Llavors, podem posar el senyal com: $V_o(s) = \frac{s}{(s - [-500 + j \cdot 500]) \cdot (s - [-500 - j \cdot 500])}$

El procediment ens diu que (sempre que tots els pols siguin diferents) podem posar aquesta expressió com:

$$V_o(s) = \frac{k_1}{s - [-500 + j \cdot 500]} + \frac{k_2}{s - [-500 - j \cdot 500]}$$

I obtenim k_1 i k_2 com:

$$\begin{aligned} k_1 &= V_o(s) \cdot (s - [-500 + j \cdot 500]) \Big|_{s=-500+j \cdot 500} = \frac{s}{(s - [-500 + j \cdot 500]) \cdot (s - [-500 - j \cdot 500])} \cdot (s - [-500 + j \cdot 500]) \Big|_{s=-500+j \cdot 500} = \\ &= \frac{s}{(s - [-500 - j \cdot 500])} \Big|_{s=-500+j \cdot 500} = \frac{-500 + j \cdot 500}{(-500 + j \cdot 500 - [-500 - j \cdot 500])} = \frac{-500 + j \cdot 500}{j \cdot 1000} = \frac{-500 + j \cdot 500}{1000} \cdot (-j) = \\ &= 0.5 + j \cdot 0.5 \end{aligned}$$

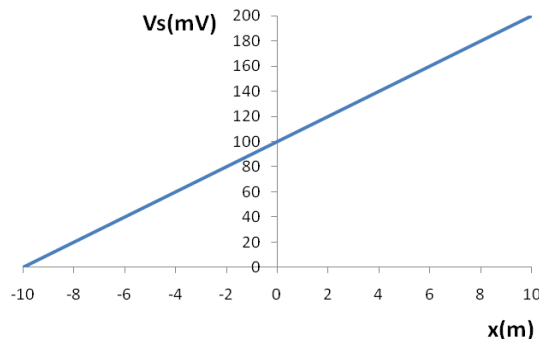
k_2 s'obté de la mateixa forma. Però com que sabem que per dos pols complexos conjugats, les solucions de k_i són també complexos conjugats:

$$\Rightarrow k_2 = 0.5 - j \cdot 0.5$$

Ara ja podem antitransformar, ja que sabem l'antitransformada de $1/(s+a)$ (o el que és similar, $1/(s-a)$):

$$\begin{aligned} v_o(t) &= k_1 \cdot e^{[-500+j \cdot 500]t} + k_2 \cdot e^{[-500-j \cdot 500]t} = e^{-500t} \cdot [(0.5 + j \cdot 0.5) \cdot e^{j \cdot 500t} + (0.5 - j \cdot 0.5) \cdot e^{-j \cdot 500t}] = \\ &= e^{-500t} \cdot [(0.5 + j \cdot 0.5) \cdot (\cos(500 \cdot t) + j \cdot \sin(500 \cdot t)) + (0.5 - j \cdot 0.5) \cdot (\cos(-500 \cdot t) + j \cdot \sin(-500 \cdot t))] = \\ &= e^{-500t} \cdot [(0.5 + j \cdot 0.5) \cdot (\cos(500 \cdot t) + j \cdot \sin(500 \cdot t)) + (0.5 - j \cdot 0.5) \cdot (\cos(500 \cdot t) - j \cdot \sin(500 \cdot t))] = \\ &= e^{-500t} \cdot [\cos(500 \cdot t) - \sin(500 \cdot t)] \end{aligned}$$

P3) (1.5 punt) Un sensor de posició ens proporciona un senyal de tensió de sortida segons la distància de l'objecte (endavant o enrera). Aquesta sortida varia de forma lineal amb la distància en el rang de 0 fins a 200mV, corresponents a distàncies de -10m i 10m respectivament:



Nosaltres, però, només volem mesurar en el rang de 0m a 10m.

Dissenya un circuit, amb amplificadors operacionals per obtenir un senyal de sortida en el rang de 0V i 10V corresponents a 0m i 10m. Indiqueu també els valors d'alimentació dels amplificadors operacionals.

Dibuixa el diagrama de blocs del sistema.

Primer mirem de trobar el rang de valors de tensió de entrada. Aquest rang d'entrada serà de 100mV fins a 200mV, ja que només volem amplificar el rang 0m a 10m i la sortida varia de forma lineal amb l'entrada.

Per tant, el factor d'amplificació necessari serà:

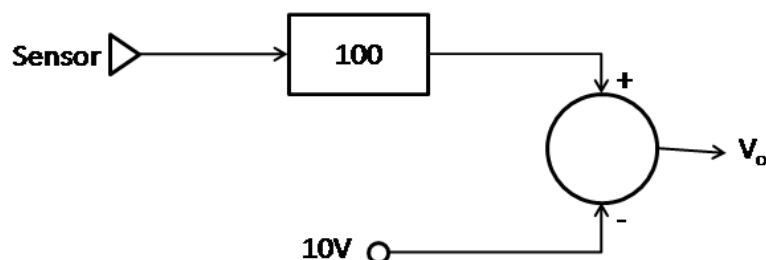
$$\text{amplificació} = \frac{10V - 0V}{200mV - 100mV} = \frac{10}{0.1} = 100$$

Podem fer ús d'un o dos amplificadors per aconseguir aquest guany. Jo utilitzaré un amplificador no inversor. Si agafem la resistència del bloc connectada a terra com a 1kΩ, llavors l'altre serà 99 k.

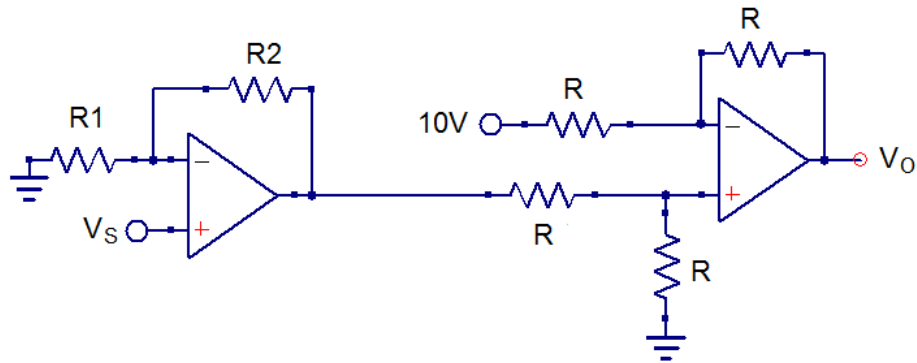
Ara ens queda només fer una suma, ja que si multipliquem l'entrada per 100, la sortida ens donaria un rang de -10V a 20V. Per tant, hem de restar 10V, que ho farem amb un bloc restador, amb totes les resistències iguals i utilitzant una font de 10V.

S'ha de tenir en compte que hi han diferents possibilitats d'implementar la mateixa funció i, per tant, aquesta solució no és única.

El diagrama de blocs el podríem posar com:



I el circuit podria quedar com el següent:



De valors de resistències, podem prendre els següents:

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 99 \text{ k}\Omega$$

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

El primer amplificador té una sortida que estarà en el rang de 10V fins a 20V. Per tant, les fonts d'alimentació poden ser, per exemple, 30V i 0V. El segon operacional té una sortida en el rang de 0V fins a 10V, per tant, les fonts d'alimentació podrien ser 15V i 0V.