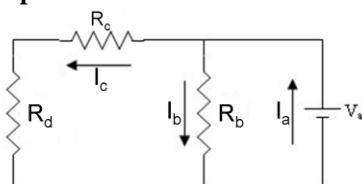


EXAMEN 2ª convocatòria 2011. TEORIA

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

1. En aquest circuit, tenint en compte el sentit dels corrents indicats, es compleix:

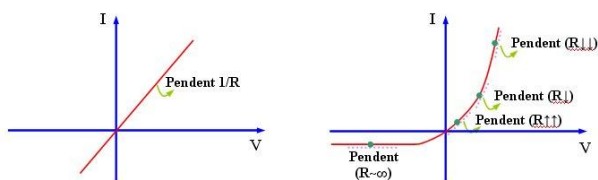
- $V_a + I_c \cdot R_c - I_c \cdot R_d = 0$
- $I_c \cdot R_d - I_c \cdot R_c - I_b \cdot R_b = 0$
- $I_c \cdot R_d + I_c \cdot R_c - I_b \cdot R_b = 0$
- $I_c \cdot R_c + I_c \cdot R_d + I_b \cdot R_b = 0$



2. El principi de superposició permet resoldre alguns circuits complexos en diferents problemes, i consisteix en:

- Resoldre els circuits cada vegada només amb una des les fonts del circuit, eliminant la resta. La solució del circuit és la suma de totes les solucions.
- Resoldre els circuits cada vegada només amb una des les fonts del circuit, eliminant la resta. La solució del circuit és el valor més alt obtingut.
- Resoldre els circuits cada vegada només amb una des les fonts del circuit, eliminant la resta. La solució del circuit és qualsevol d'aquestes solucions.
- 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.
- 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.

3. La gràfica de la dreta representa un díode ... la de l'esquerra pot representar-lo,



- No pot representar-lo mai.
- Quan es tracta d'una aproximació real.
- Quan es tracta d'una aproximació lineal amb $V_{\gamma} = 0V$.
- Quan es tracta d'una aproximació ideal.

4. Atenent als circuits següents i respecte la tensió de sortida (V_o):

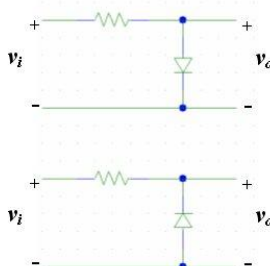
- En el circuit superior la tensió màxima serà la tensió llindar i en l'inferior la mínima serà menys la tensió llindar.

- En el circuit superior la tensió V_o màxima serà $0.7V$ i en l'inferior la mínima serà $-0.7V$.

- En el circuit superior la tensió V_o màxima serà $0.7V$ i en l'inferior la mínima serà $0.7V$.

- En el superior sempre es condueix corrent (per tant V_o sempre és la tensió llindar) i en l'inferior mai (per tant, V_o sempre és V_i).

- En el circuit superior la tensió V_o mínima serà $-0.7V$ i en l'inferior la màxima serà $0.7V$.

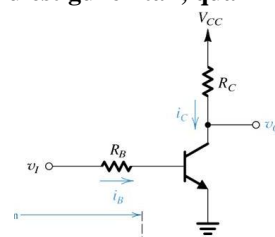


5. Si la tensió d'emissor i la de col·lector són superiors a la de base, el BJT NPN està en:

- Activa inversa.
- Tall.
- Activa directe.
- Saturació.

6. En la figura, quan el dispositiu estigui en tall, quan valdrà V_{oh} ?

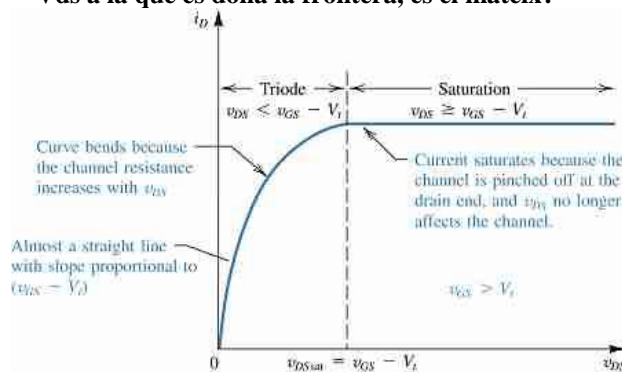
- V_{cc} .
- $0V$.
- V_i .
- És impossible saber-ho amb les dades del problema.



7. L'amplificador diferencial amb entrades V_1 i V_2 :

- Només amplifica una de les entrades.
- Sempre amplifica $V_1 - V_2$ i això sempre és un comparador lògic.
- Amplifica V_1 a una de les sortides i V_2 a l'altre sortida.
- Amplifica $V_1 - V_2$ per valors petits d'aquesta diferència, i es comporta com un comparador lògic fora d'aquest rang.
- L'amplificador diferencial només té una entrada.

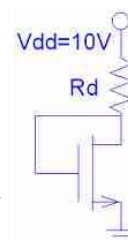
8. La condició $V_{ds} = V_{gs} - V_t$, separa la regió de triode i la regió de saturació. La gràfica inferior així ho reflexa. Però de fet aquesta només està dibuixada per a un valor concret de tensió de porta. En el cas de tenir diferents tensions de porta, el valor de tensió V_{ds} a la que es dona la frontera, és el mateix?



- No, depèn de V_{ds} .
- No, depèn de V_t .
- No, depèn de V_{gs} .
- No, depèn de (W/L) .
- No, depèn de $K'n$.

9. Aquest NMOS, estarà sempre en ...

- Saturació, independentment de V_{dd} .
- Saturació, si V_{dd} és inferior a la tensió llindar.
- Saturació, si V_{dd} és superior a la tensió llindar.
- Triode, si V_{dd} és superior a la tensió llindar.
- Triode, si V_{dd} és inferior a la tensió llindar.



10. El corrent de porta d'un NMOS...

- a) No depèn de cap tensió i és sempre nul.
- b) Depèn de V_{ds} i V_{gs} .
- c) Augmenta amb V_{ds} .
- d) Disminueix amb V_{ds} .

11. La funció esglaió $u(3-t)$ és ...

- a) 1 per $t < 3$ i zero per $t > 3$.
- b) zero per $t < -3$ i 1 per $t > -3$.
- c) zero per $t > 3$ i 1 per $t < 3$.
- d) Zero per $t < 3$ i 1 per $t > 3$.

12. De la transformada de Laplace d'un condensador, sabem que la corresponent impedància ...

- a) No depèn de la freqüència.
- b) Augmenta amb la freqüència.
- c) Disminueix amb la freqüència.
- d) Es pot calcular.

13. Podem dir que un sistema és estable quan ...

- a) El sistema està quiet i no es mou durant un breu instant de temps
- b) Quan té transformada de Laplace no divergent.
- c) Quan al diagrama de pols i zeros de la transformada de Laplace apareixen els pols a la part esquerra.
- d) Quan al diagrama de pols i zeros de la transformada de Laplace apareixen els pols a la part dreta.

14. Quan fem l'antitransformada d'un senyal...

- a) No serveix de res fer l'antitransformada d'un senyal per què tornem a obtenir el mateix senyal.
- b) Només coneixerem el senyal a l'espai temporal per $t > 0$.
- c) Només coneixerem el senyal a l'espai de Laplace per $s > 0$.
- d) No sabrem res del senyal per què, en general, serà un senyal complex.

15. Què ens indica el diagrama de Bode (d'amplitud)?

- a) És l'evolució temporal del senyal de sortida quan l'entrada és un senyal sinusoidal.
- b) Les amplituds del senyal sinusoidal d'entrada en funció de la seva freqüència.
- c) L'amplitud del senyal sinusoidal de sortida en funció de la seva freqüència.
- d) El guany d'amplitud quan l'entrada és un senyal sinusoidal per diferents freqüències d'aquest senyal d'entrada sinusoidal.
- e) La forma del senyal de sortida quan l'entrada és un senyal esglaió.

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

- a) Cada zero introdueix un pendent de +20dB/dècada, i cada pol de -20dB/dècada.
- b) Cada zero introdueix un pendent de -20dB/dècada, i cada pol de +20dB/dècada.
- c) El diagrama de Bode no té res a veure amb els 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.

17. La resistència d'entrada d'un amplificador operacional és:

- a) Petita, usualment de l'ordre de 10 Ohm.
- b) Gran, usualment de l'ordre de 500 KOhm.
- c) Pràcticament zero.
- d) Pràcticament infinita.

18. Un amplificador operacional es comporta com:

- a) Una font de tensió governada per tensió.
- b) Una font de tensió governada per corrent.
- c) Una font de corrent governada per tensió.
- d) Una font de corrent governada per corrent.

19. En un amplificador operacional, V_{cc+} i V_{cc-} són:

- a) Sempre iguals.
- b) Sempre iguals però de diferent signe, per exemple +15V i -15V.
- c) Sempre iguals però el mateix signe, per exemple +15A.
- d) V_{cc+} sempre major a V_{cc-} .
- e) Es poden deixar sense connectar a cap font d'alimentació.

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

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

NOM:

NIUB:

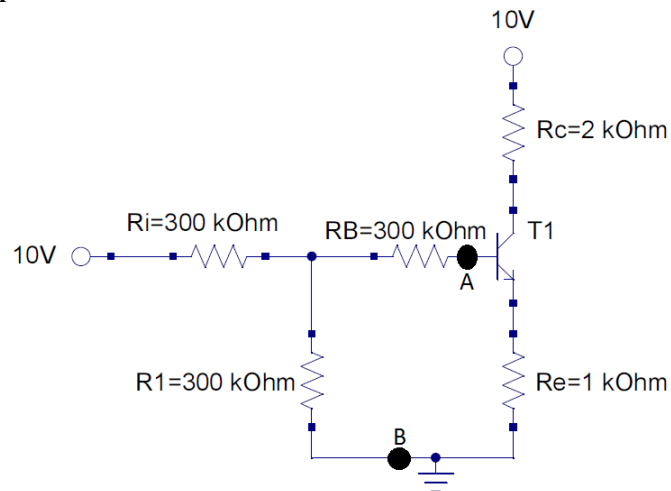
Indicar aquí l'única resposta correcta

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

Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

EXAMEN 2ª convocatòria 2011. Problemes.

P1) (1.5 punt) Resol aquest circuit:



Per això:

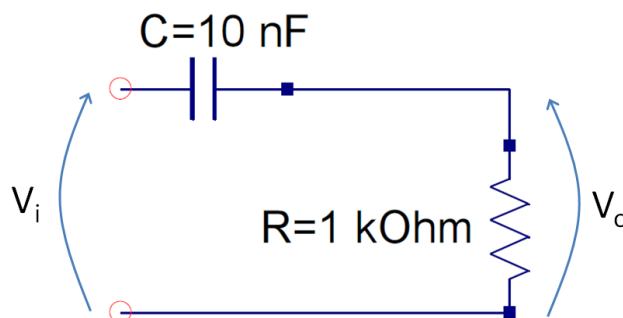
- Obteniu primer l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit, entre els punts A i B.
- Resoleu el circuit resultant amb el transistor en activa directa. Comproveu si està en activa directa o no.
- Estigui o no en activa directa, resoleu ara el circuit amb el transistor en saturació.

Preneu, si ho necessiteu, pel transistor: $\beta = 99$ i $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$.

Si algú no és capaç de fer la primera part (equivalent Thevenin), per fer els altres dos apartats, preneu $V_{th}=6\text{V}$ i $R_{th}=500 \text{ k}\Omega$.

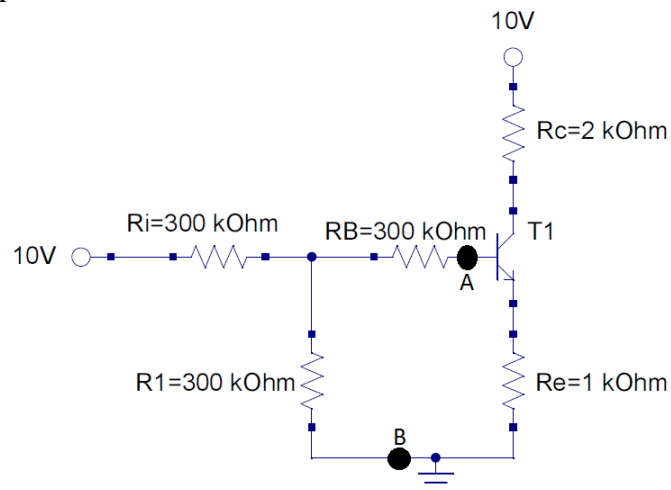
P2) (1.5 punts) Respecte al circuit de la figura:

- Obtenir la funció de transferència del circuit prenent com a senyal de sortida V_o i senyal d'entrada V_i .
- Per una entrada esglaó d'alçada 2V, obteniu el senyal de sortida a l'espai de temps. (considereu condicions inicials nul·les, i utilitzeu la funció de transferència obtinguda).
- Dibuixeu qualitativament la gràfica de V_o respecte el temps.



P3) (1 punt) Tenim dos sensors de posició per tal de mesurar la rotació d'un cos. Cadascun d'aquests sensors ens dona un senyal de tensió en un rang de 0 mV fins a 100 mV. Dissenyeu un circuit (dibuix del circuit i valors de resistències), fent ús d'amplificadors operacionals, per tal d'obtenir una tensió en el rang de 0V fins a 10V per cada sensor i després obtenir la diferència d'ambdues senyals amplificades. Fes el diagrama de blocs del sistema.

P1) (1.5 punt) Resol aquest circuit:



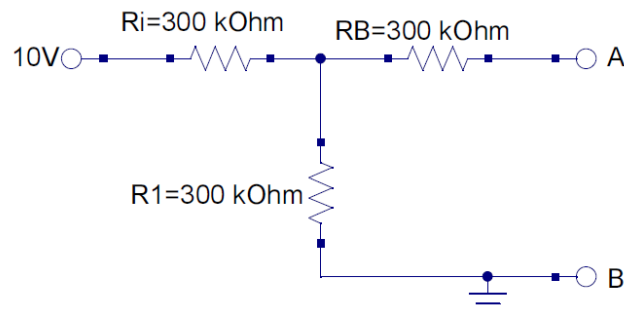
Per això:

- Obteniu primer l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit, entre els punts A i B.
- Resoleu el circuit resultant amb el transistor en activa directa. Comproveu si està en activa directa o no.
- Estigui o no en activa directa, resoleu ara el circuit amb el transistor en saturació.

Preneu, si ho necessiteu, pel transistor: $\beta = 99$ i $V_{\gamma} = 0.7 \text{ V}$.

Si algú no és capaç de fer la primera part (equivalent Thevenin), per fer els altres dos apartats, preneu $V_{th}=6\text{V}$ i $R_{th}=500 \text{ k}\Omega$.

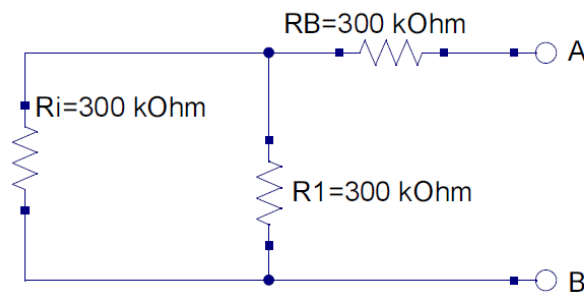
Primer de tot, hem d'obtenir l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit:



Per obtenir V_{th} , només hem d'obtenir V_{AB} d'aquest circuit. Com que la branca d'A està oberta, no hi circula corrent per R_B (és a dir, no cau tensió a R_B). Per tant, només tenim un divisor de tensió format amb R_i i R_1 , amb una tensió de 10V. Per tant:

$$V_{th} = V_A = 10V \cdot \frac{300 \text{ k}\Omega}{300 \text{ k}\Omega + 300 \text{ k}\Omega} = 5 \text{ V}$$

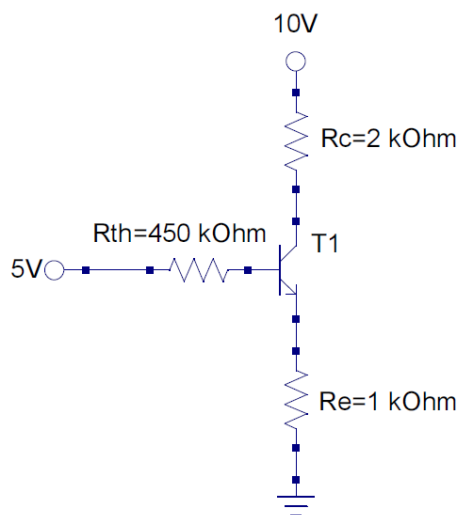
Per obtenir R_{th} , hem de curtcircuitar les fonts de tensió. Per tant, ens queda:



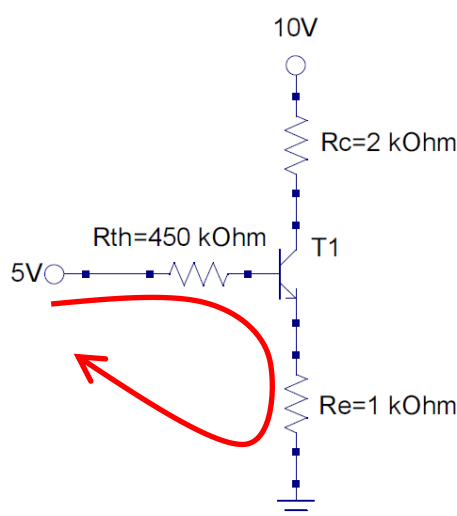
Podem veure que R_1 i R_i estan en paral·lel (el paral·lel de dues resistències iguals és la meitat d'aquestes resistències). I aquest paral·lel està en sèrie amb R_B . Per tant, la resistència equivalent serà:

$$R_{th} = R_B + R_1 // R_i = 300 \text{ k}\Omega + 150 \text{ k}\Omega = 450 \text{ k}\Omega$$

Per tant, el circuit total ens queda:



Aquest circuit ja s'ha fet en problemes. Suposem, en primer lloc que el transistor està en activa directa. Per resoldre el circuit utilitzem una malla que passi per la unió BE (a on cau 0.7 V).



Per tant (agafant els sentits dels corrents com és habitual, i treballant en unitats de V, mA i $\text{k}\Omega$):

$$\begin{aligned}
 V_{th} - I_B \cdot 450 - V_{BE} - I_E \cdot 1 &= 0 \\
 \Rightarrow V_{th} - I_B \cdot 450 - V_{BE} - (\beta + 1) \cdot I_B \cdot 1 &= 0 \\
 \Rightarrow I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{450 + (\beta + 1)} = \frac{5 - 0.7}{550} &= 0.0078 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Ja podem obtenir els altres dos corrents:

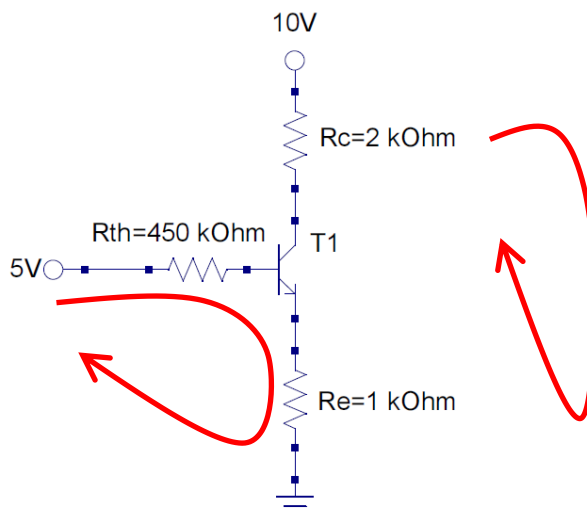
$$\begin{aligned}
 I_E &= (\beta + 1) \cdot I_B = 0.782 \text{ mA} \\
 I_C &= \beta \cdot I_B = 0.774 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Hem de comprovar si està en activa directa o no. Hem de calcular les tensions als terminals del transistor:

$$\begin{aligned}
 V_E &= I_E \cdot 1 = 0.782 \text{ V} \\
 V_C &= 10\text{V} - I_C \cdot 2 = 8.452 \text{ V} \\
 V_B &= V_E + 0.7 = 1.49 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Això és compatible amb activa directa ja que $V_C > V_B$.

Ens demanen també resoldre en saturació, tot i que ja sabem que està en activa directa. Ara hem d'agafar dues malles per resoldre el circuit:



$$\begin{aligned}
 V_{th} - I_B \cdot 450 - V_{BE} - I_E \cdot 1 &= 0 \\
 10\text{V} - I_C \cdot 2 - V_{CE} - I_E \cdot 1 &= 0
 \end{aligned}$$

Substituint $I_E = I_C + I_B$:

$$\begin{aligned}
 4.3 - I_B \cdot 451 - I_C &= 0 \\
 9.8 - I_C \cdot 3 - I_B &= 0
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow 9.8 - 3 \cdot (4.3 - I_B \cdot 451) - I_B = 0$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{9.8 - 12.9}{-1352} = 0.00229 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_C = \frac{9.8 - I_B}{3} = 3.266 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_E = I_C + I_B = 3.268 \text{ mA}$$

I tornem a calcular les tensions:

$$V_E = I_E \cdot 1 = 3.268 \text{ V}$$

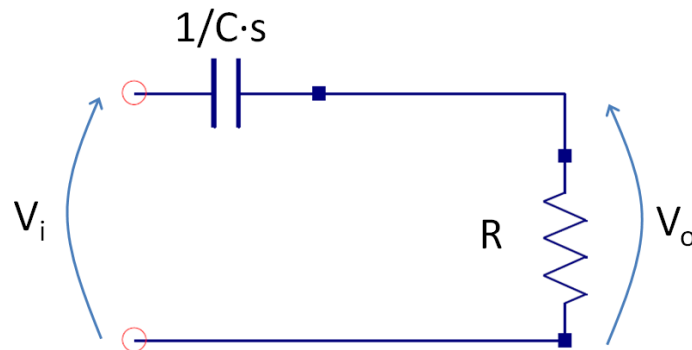
$$V_C = 10\text{V} - I_C \cdot 2 = 3.468\text{V}$$

$$V_B = V_E + 0.7 = 3.97 \text{ V}$$

P2) (1.5 punts) Respecte al circuit de la figura:

- Obtenir la funció de transferència del circuit prenent com a senyal de sortida V_o i senyal d'entrada V_i .
- Per una entrada esglaió d'alçada $2V$, obteniu el senyal de sortida a l'espai de temps. (considereu condicions inicials nul·les, i utilitzeu la funció de transferència obtinguda).
- Dibuixeu qualitativament la gràfica de V_o respecte el temps.

Per obtenir la funció de transferència s'ha de considerar sempre condicions inicials nul·les. Llavors, el circuit transformat a l'espai de Laplace és el següent:



Per resoldre aquest circuit s'ha de resoldre com si tots els elements fossin resistències amb els valors donats a la figura. Per tant aquest circuit és com un divisor de tensió:

$$V_o = \frac{R}{R + \frac{1}{C \cdot s}} \cdot V_i = \frac{R \cdot C \cdot s}{R \cdot C \cdot s + 1} \cdot V_i = \frac{s}{s + \frac{1}{R \cdot C}} \cdot V_i$$

Per tant, la funció de transferència és:

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{s}{s + \frac{1}{R \cdot C}}$$

Per obtenir V_o per una V_i igual a un esglaió d'alçada de $2V$, utilitzarem la funció de transferència que hem obtingut. Primer, sabem quina forma té V_i a l'espai de Laplace:

$$V_i(s) = \frac{2V}{s}$$

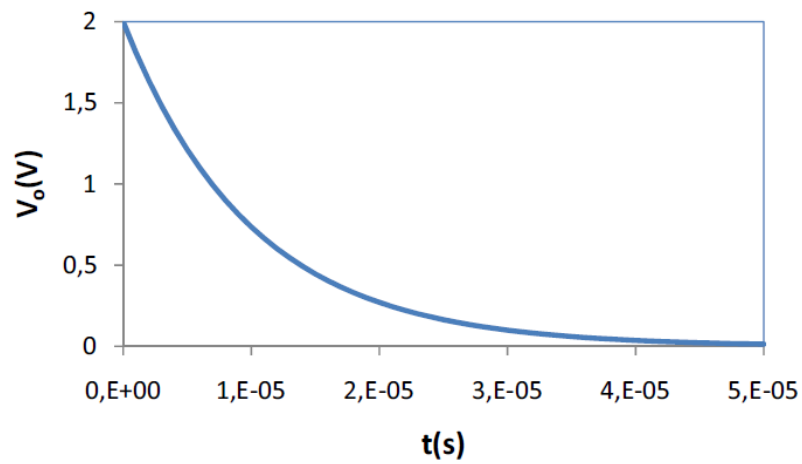
Llavors obtenim $V_o(s)$ com:

$$V_o = H(s) \cdot V_i = \frac{s}{s + \frac{1}{R \cdot C}} \cdot \frac{2}{s} = \frac{2}{s + \frac{1}{R \cdot C}}$$

Ara només hem d'antitransformar aquest senyal. Però aquesta expressió ja la sabem antitransformar utilitzant la taula (ja que apareix l'antitransformada de $1/(s+a)$). Per tant:

$$V_o(t) = u(t) \cdot \left[2 \cdot e^{-\frac{1}{R \cdot C} t} \right]$$

La gràfica d'aquesta funció té la següent forma:



(fer un gràfic aproximat és suficient).

P3) (1 punt) Tenim dos sensors de posició per tal de mesurar la rotació d'un cos. Cadascun d'aquests sensors ens dona un senyal de tensió en un rang de 0 mV fins a 100 mV. Dissenyeu un circuit (dibuix del circuit i valors de resistències), fent ús d'amplificadors operacionals, per tal d'obtenir una tensió en el rang de 0V fins a 10V per cada sensor i, després, obtenir la diferència d'ambdues senyals amplificades. Fes el diagrama de blocs del sistema.

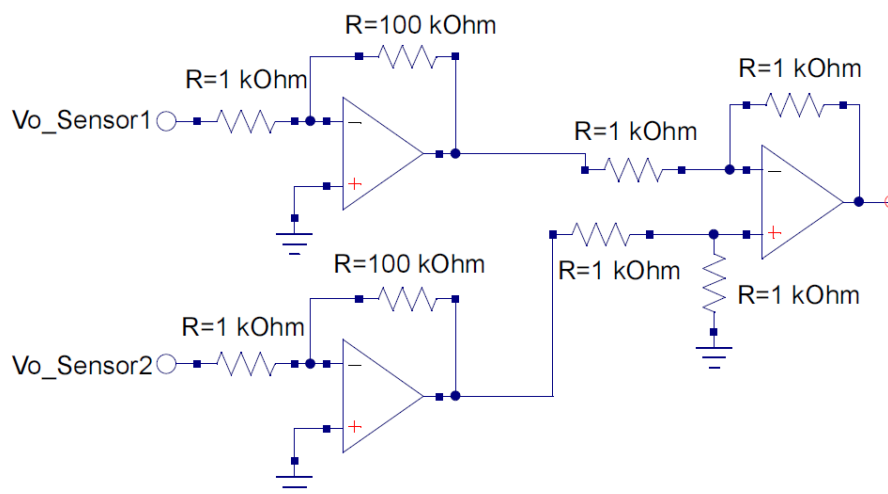
Primer hem d'amplificar el senyal dels sensors. Per això utilitzem els amplificadors (podem utilitzar tant els inversors com els no-inversors, ja que després haurem de restar els senyals). Utilitzem els més senzills que són els inversors. Només hem de conèixer el factor d'amplificació:

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

Per l'amplificador inversor, el factor de guany és R_2/R_1 (sense tenir en compte el signe). Si agafem R_1 com a 1kΩ, llavors R_2 hauria de ser 100 kΩ. Utilitzem dos amplificadors idèntics, un per cada sensor.

Ara ens demanen fer la resta d'ambos senyals. Per tant, agafem el bloc restador que ja coneixem. Com que no necessitem aplicar cap amplificació addicional, agafem totes les resistències amb el mateix valor. Per exemple, 1 kΩ.

Per tant, el circuit podria quedar com:



Les tensions d'alimentació dels amplificadors operacionals podrien ser, per exemple, $V_{cc+} = 15V$ i $V_{cc-} = -15V$. Així ens assegurem que els valors màxim i mínim de sortida dels amplificadors sempre estigui per sota d'aquests valors de l'alimentació (és a dir, que no es satura).

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:

