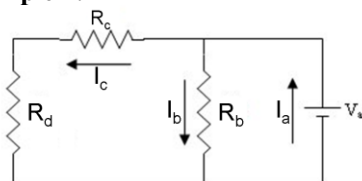


**EXAMEN Final Gener 2011. TEORIA**

*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:**

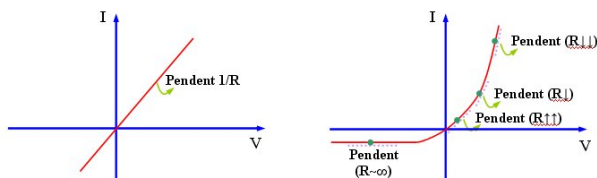
- $I_c \cdot R_c + I_c \cdot R_d + I_b \cdot R_b = 0$
- $I_c \cdot R_d + I_c \cdot R_c - I_b \cdot R_b = 0$
- $V_a + I_c \cdot R_c - I_c \cdot R_d = 0$
- $I_c \cdot R_d - I_c \cdot R_c - I_b \cdot R_b = 0$



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

- 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.
- 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 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 qualsevol d'aquestes solucions.

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



- 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.
- No pot representar-lo mai.

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

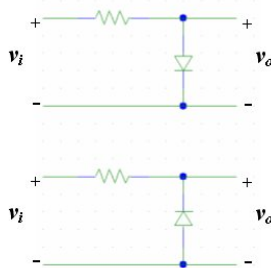
a) En el circuit superior la tensió màxima serà la tensió lliardar i en l'inferior la mínima serà menys la tensió lliardar.

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

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

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

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

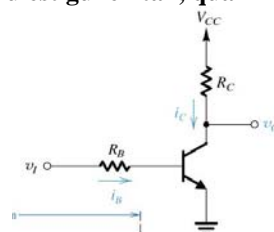


**5. Si la tensió d'emissor i la de col·lector són superiors a la de base, el BJT NPN està en:**

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

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

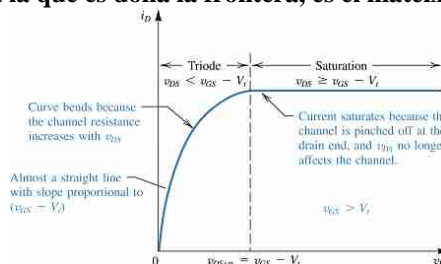
- És impossible saber-ho amb les dades del problema.
- $0V$ .
- $V_i$ .
- $V_{cc}$ .



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

- 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.
- Sempre amplifica  $V_1 - V_2$  i això sempre és un comparador lògic.
- Només amplifica una de les entrades.
- L'amplificador diferencial només té una entrada.

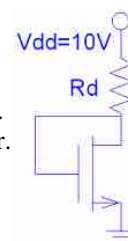
**8. La condició  $V_{ds} = V_{gs} - V_t$ , separa la regió de triode i la regió de saturació. La gràfica inferior així ho reflexa. Però de fet aquesta només està dibuixada per a un valor concret de tensió de porta. En el cas de tenir diferents tensions de porta, el valor de tensió  $V_{ds}$  a la que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



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

**9. Aquest NMOS, estarà sempre en ...**

- Tríode, si  $V_{dd}$  és superior a la tensió lliardar.
- Tríode, si  $V_{dd}$  és inferior a la tensió lliardar.
- Saturació, si  $V_{dd}$  és inferior a la tensió lliardar.
- Saturació, si  $V_{dd}$  és superior a la tensió lliardar.
- Saturació, independentment de  $V_{dd}$ .



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

- Augmenta amb  $V_{ds}$ .
- Disminueix amb  $V_{ds}$ .
- No depèn de cap tensió i és sempre nul.
- Depèn de  $V_{ds}$  i  $V_{gs}$ .

**11. La resistència del canal d'un NMOS a la regió de trióde lineal...**

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

**12. 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  $t > 3$ .

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

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

**14. Quin és el procediment general per resoldre un circuit amb senyals variables amb el temps (dinàmics) mitjançant l'espai de Laplace?**

- a) Es transforma tot el circuit a l'espai de Laplace, es resol el circuit amb Kirchhoff i finalment es fa la substitució  $s=t$  per obtenir la resposta a l'espai temporal.
- b) Es transforma tot el circuit a l'espai de Laplace, es resol el circuit amb Kirchhoff i finalment s'antitransforma a l'espai temporal.
- c) Es resol el circuit, es transforma el resultat a l'espai de Laplace i després s'antitransforma a l'espai temporal.
- d) L'espai de Laplace no té res a veure amb la resolució de circuits. Té a veure amb l'astronomia.
- e) Es transforma tot el circuit a l'espai de Laplace i es resol el circuit amb Kirchhoff.

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

- a) Les amplituds del senyal sinusoidal d'entrada en funció de la seva freqüència.
- b) L'amplitud del senyal sinusoidal de sortida en funció de la seva freqüència.
- c) El guany d'amplituds quan l'entrada és un senyal sinusoidal per diferents freqüències d'aquest senyal d'entrada sinusoidal.
- d) És l'evolució temporal del senyal de sortida quan l'entrada és un senyal 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) El diagrama de Bode no té res a veure amb el pols i zeros.
- b) Els zeros donen un valor 0 del guany i els pols un guany infinit.
- c) Cada zero introdueix un pendent de +20dB/dècada, i cada pol de -20dB/dècada.
- d) Cada zero introdueix un pendent de -20dB/dècada, i cada pol de +20dB/dècada.
- e) Depèn de si el pol és nord o sud.

**17. Un amplificador operacional es comporta com:**

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

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

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

**19. Quins són els avantatges dels filtres actius respecte els passius?**

- a) Podem tenir un guany major que 1, es poden interconnectar entre ells sense influència en el seu funcionament.
- b) El principal avantatge es que permeten modelar la forma que volem del filtre.
- c) Podem tenir un guany major que 1 i són més ideals que els passius.
- d) Podem tenir un guany major que 1.

**20. Quines són les característiques generals dels filtres actius de Butterworth i Chebyshev?**

- a) Pel mateix ordre de filtre, el de Butterworth té una transició més progressiva ("suau") però el guany és més petit.
- b) Pel mateix ordre de filtre, el de Butterworth té una transició més progressiva ("suau") i no presenta arrissat del guany a la banda passant.
- c) El filtre de Butterworth és un filtre ideal i el de Chebyshev és un filtre real.
- d) Pel mateix ordre de filtre, el de Butterworth té una transició més progressiva ("suau").

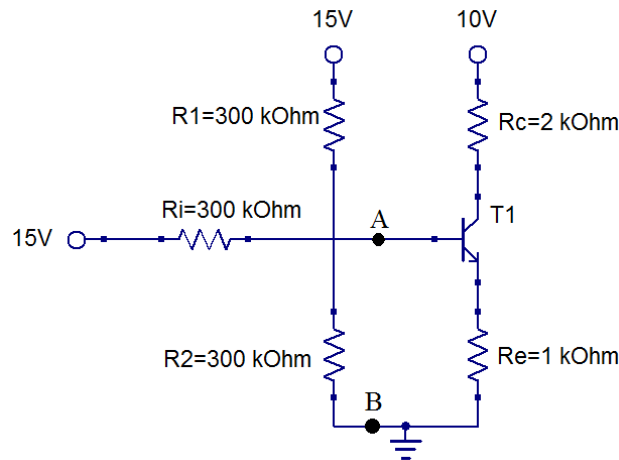
**NOM:****NIUB:****Indicar aquí l'única resposta correcta**

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

**Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05**

## EXAMEN Final Gener 2011. Problemes.

P1) (1.5 punt) Resol aquest circuit:



Per això:

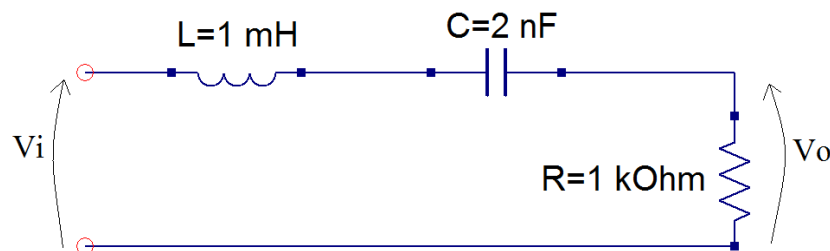
- Obteniu primer l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit, entre els punts A i B.
- Resoleu el circuit resultant amb el transistor en activa directa. Comproveu si està en activa directa o no.
- Resoleu ara el circuit amb el transistor en saturació.

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  $V_{th} = 10 \text{ V}$  i  $R_{th} = 150 \text{ k}\Omega$ .

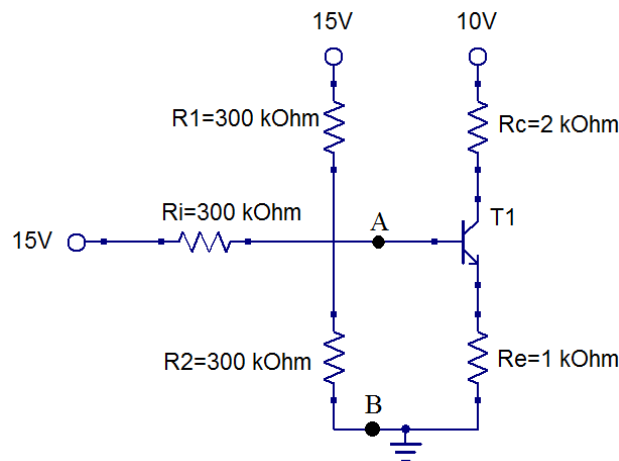
P2) (1.5 punts) Respecte al circuit de la figura:

- 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 5V, obteniu el senyal de sortida a l'espai de temps. (considereu condicions inicials nul·les, i utilitzeu la funció de transferència).



P3) (1 punt) Un sensor de posició ens dóna un senyal de tensió en un rang de 2 mV fins a 10 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. Fes el diagrama de blocs del sistema.

P1) (1.5 punt) Resol aquest circuit:



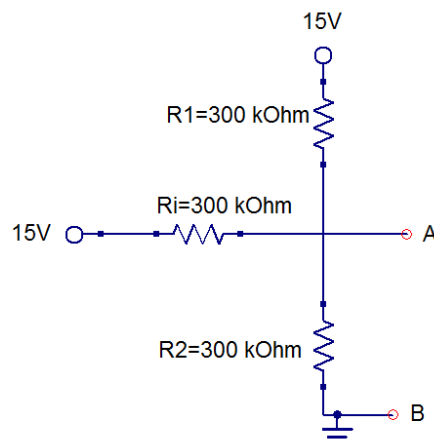
Per això:

- 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.
- Resoleu ara el circuit amb el transistor en saturació.

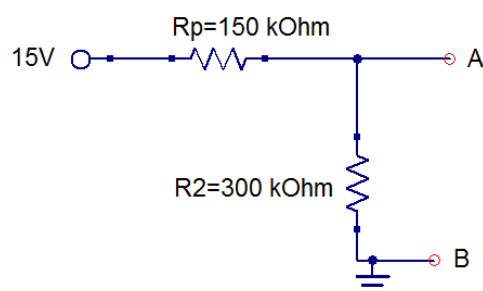
Preneu, si ho necessiteu, pel transistor:  $\beta = 99$  i  $V_{\gamma} = 0.7 \text{ V}$ .

Si algú no és capaç de fer la primera part (equivalent Thevenin), per fer els altres dos apartats, preneu  $V_{th}=10\text{V}$  i  $R_{th}=150 \text{ k}\Omega$ .

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



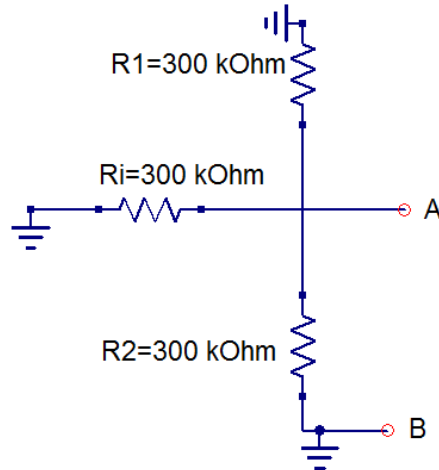
Per obtenir  $V_{th}$ , només hem d'obtenir  $V_{AB}$  d'aquest circuit. Es pot veure que  $R_i$  i  $R_1$  estan en paral·lel. El paral·lel de dues resistències iguals és la meitat d'aquestes resistències. Per tant, ens queda un divisor de tensió:



Per tant:

$$V_{th} = 15V \cdot \frac{300 \text{ k}\Omega}{300 \text{ k}\Omega + 150 \text{ k}\Omega} = 10 \text{ V}$$

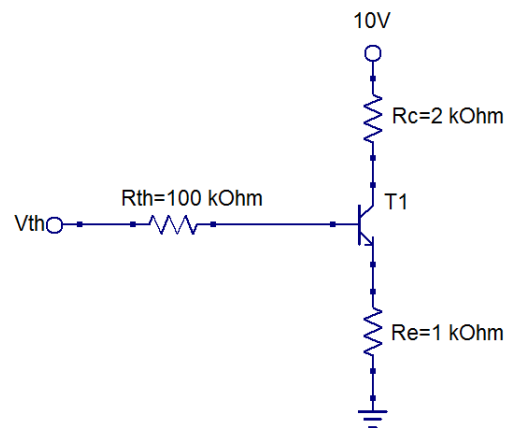
Per obtenir  $R_{th}$ , hem de curtcircuitar les fonts de tensió. Per tant, ens queda:



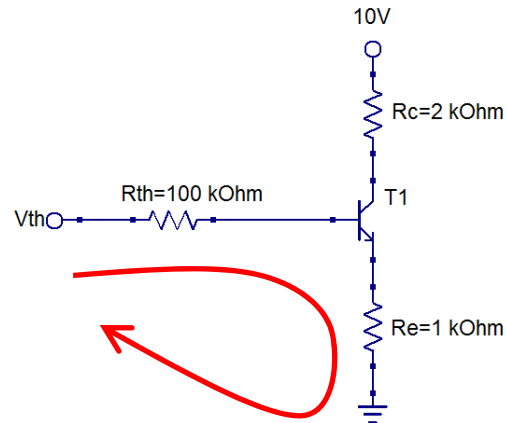
Podem veure que les tres resistències estan en paral·lel. Per tant, la resistència equivalent serà:

$$\frac{1}{R_{th}} = 3 \cdot \frac{1}{300 \text{ k}\Omega} \Rightarrow R_{th} = 100 \text{ k}\Omega$$

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):

$$\begin{aligned}
 V_{th} - I_B \cdot 100 - V_{BE} - I_E \cdot 1 &= 0 \\
 \Rightarrow V_{th} - I_B \cdot 100 - V_{BE} - (\beta + 1) \cdot I_B \cdot 1 &= 0 \\
 \Rightarrow I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{100 + (\beta + 1)} = \frac{10 - 0.7}{200} &= 0.0465 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Ja podem obtenir els altres dos corrents:

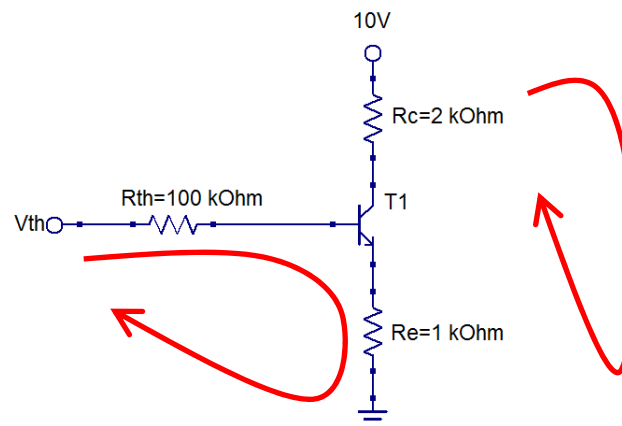
$$\begin{aligned}
 I_E &= (\beta + 1) \cdot I_B = 4.65 \text{ mA} \\
 I_C &= \beta \cdot I_B = 4.6 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 V_E &= I_E \cdot 1 = 4.65 \text{ V} \\
 V_C &= 10\text{V} - I_C \cdot 2 = 0.8 \text{ V} \\
 V_B &= V_E + 0.7 = 5.35 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Això no és compatible amb activa directa ja que  $V_B > V_C$ .

Per tant resollem en saturació. Ara hem d'agafar dues malles per resoldre el circuit:



$$V_{th} - I_B \cdot 100 - V_{BE} - I_E \cdot 1 = 0$$

$$10V - I_C \cdot 2 - V_{CE} - I_E \cdot 1 = 0$$

Substituïnt  $I_E = I_C + I_B$ :

$$9.3 - I_B \cdot 101 - I_C = 0$$

$$9.8 - I_C \cdot 3 - I_B = 0$$

$$\Rightarrow 9.8 - 3 \cdot (9.3 - I_B \cdot 101) - I_B = 0$$

$$\Rightarrow I_B = \frac{9.8 - 27.9}{-302} = 0.06 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_C = \frac{9.8 - I_B}{3} = 3.25 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow I_E = I_C + I_B = 3.31 \text{ mA}$$

I tornem a calcular les tensions:

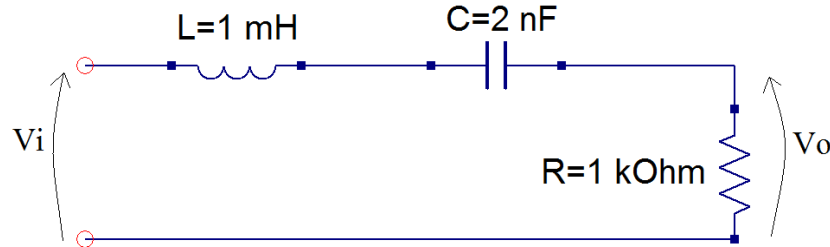
$$V_E = I_E \cdot 1 = 3.31 \text{ V}$$

$$V_C = 10V - I_C \cdot 2 = 3.5 \text{ V}$$

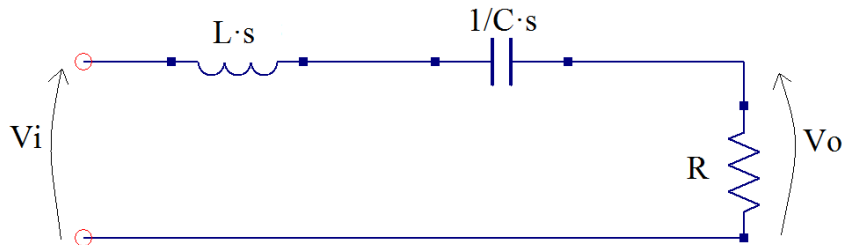
$$V_B = V_E + 0.7 = 4.01 \text{ V}$$

P2) (2 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 5V, obteniu el senyal de sortida a l'espai de temps. (considereu condicions inicials nul·les, i utilitzeu la funció de transferència).



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. Com que volem obtenir  $V_o$ , el que podem fer primer és obtenir l'equivalent sèrie de la bobina i el condensador:

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

Així, el que tenim és un divisor de tensió. Per tant:

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

Per tant, la funció de transferència és:

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

Per obtenir  $V_o$  per una  $V_i$  igual a un esglaió d'alçada de 5V, utilitzarem la funció de transferència que hem obtingut. Primer, sabem quina forma té  $V_i$  a l'espai de Laplace:

$$V_i(s) = \frac{5V}{s}$$



Llavors obtenim  $V_o(s)$  com:

$$V_o = H(s) \cdot V_i = \frac{\frac{R}{L} \cdot s}{s^2 + \frac{R}{L} \cdot s + \frac{1}{L \cdot C}} \cdot \frac{5}{s} = \frac{\frac{R}{L} \cdot 5}{s^2 + \frac{R}{L} \cdot s + \frac{1}{L \cdot C}}$$

Ara només hem d'antitransformar aquest senyal. Com que no apareix a la taula de transformades, hem d'aplicar el mètode general vist a classe. Per això hem d'obtenir els pols del senyal. Per tant:

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

Substituïm els valors de R, L i C que coneixem:

$$p_{1,2} = \frac{-10^6 \pm \sqrt{10^{12} - 2 \cdot 10^{12}}}{2} = \frac{-10^6 \pm j \cdot 10^6}{2} = -5 \cdot 10^5 \pm j \cdot 5 \cdot 10^5$$

Per tant, podem posar:

$$V_o = \frac{10^6 \cdot 5}{(s - (-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5)) \cdot (s - (-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5))}$$

(IMPORTANT: Per poder fer això, el polinomi del denominador s'ha posat com  $s^2 + a \cdot s + b$  (és a dir, amb coeficient 1 al terme de  $s$  amb exponent més gran)).

Aquesta expressió es pot posar com:

$$V_o = \frac{A}{s - (-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5)} + \frac{B}{s - (-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5)}$$

A i B les podem obtenir seguint el procediment general:

$$\begin{aligned} A &= \frac{10^6 \cdot 5}{(s - (-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5)) \cdot (s - (-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5))} \cdot (s - (-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5)) \Big|_{s=-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5} = \\ &= \frac{10^6 \cdot 5}{(s - (-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5))} \Big|_{s=-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5} = \frac{10^6 \cdot 5}{-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5 + 5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5} = \frac{10^6 \cdot 5}{-2 \cdot j \cdot 5 \cdot 10^5} = 5 \cdot j \end{aligned}$$

B es podria obtenir fàcilment sabent que amb dos pols complexos conjugats, les constants també seran complexos conjugats. De totes formes, ho tornem a calcular amb el mateix procediment:

$$B = \frac{10^6 \cdot 5}{(s - (-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5)) \cdot (s - (-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5))} \cdot (s - (-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5)) \Big|_{s=-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5} =$$

$$= \frac{10^6 \cdot 5}{(s - (-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5))} \Big|_{s=-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5} = \frac{10^6 \cdot 5}{j \cdot 5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5} = \frac{10^6 \cdot 5}{2 \cdot j \cdot 5 \cdot 10^5} = -5 \cdot j$$

Per tant:

$$V_o = \frac{5 \cdot j}{s - (-5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5)} - \frac{5 \cdot j}{s - (-5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5)} = \frac{5 \cdot j}{s + 5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5} - \frac{5 \cdot j}{s + 5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5}$$

Aquesta expressió ja la sabem antitransformar utilitzant la taula (ja que apareix l'antitransformada de  $1/(s+a)$ ). Per tant:

$$V_o(t) = u(t) \cdot \left[ 5 \cdot j \cdot e^{-(5 \cdot 10^5 + j \cdot 5 \cdot 10^5)t} - 5 \cdot j \cdot e^{-(5 \cdot 10^5 - j \cdot 5 \cdot 10^5)t} \right] = u(t) \cdot 5 \cdot j \cdot e^{-5 \cdot 10^5 t} \left[ e^{-j \cdot 5 \cdot 10^5 t} - e^{j \cdot 5 \cdot 10^5 t} \right] =$$

$$= u(t) \cdot 5 \cdot j \cdot e^{-5 \cdot 10^5 t} \cdot \left[ \cos(-5 \cdot 10^5 \cdot t) + j \cdot \sin(-5 \cdot 10^5 \cdot t) - (\cos(5 \cdot 10^5 \cdot t) + j \cdot \sin(5 \cdot 10^5 \cdot t)) \right] =$$

$$= u(t) \cdot 5 \cdot j \cdot e^{-5 \cdot 10^5 t} \cdot \left[ \cos(5 \cdot 10^5 \cdot t) - j \cdot \sin(5 \cdot 10^5 \cdot t) - \cos(5 \cdot 10^5 \cdot t) - j \cdot \sin(5 \cdot 10^5 \cdot t) \right] =$$

$$= u(t) \cdot 5 \cdot j \cdot e^{-5 \cdot 10^5 t} \cdot \left[ -j \cdot \sin(5 \cdot 10^5 \cdot t) - j \cdot \sin(5 \cdot 10^5 \cdot t) \right] = u(t) \cdot 5 \cdot j \cdot e^{-5 \cdot 10^5 t} \cdot (-2 \cdot j \cdot \sin(5 \cdot 10^5 \cdot t)) =$$

$$= u(t) \cdot 10 \cdot e^{-5 \cdot 10^5 t} \cdot \sin(5 \cdot 10^5 \cdot t)$$

P3) (1 punt) Un sensor de posició ens dona un senyal de tensió en un rang de 2 mV fins a 10 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. Fes el diagrama de blocs del sistema.

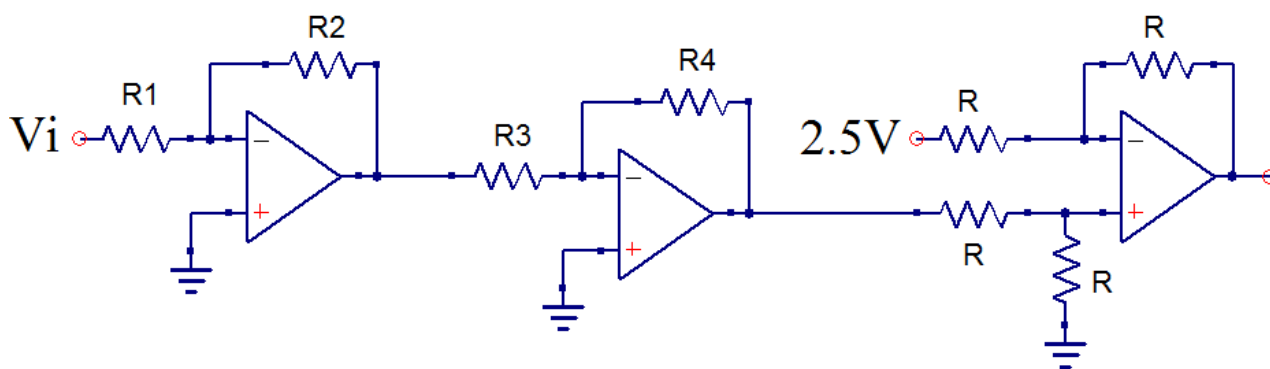
El que sempre hem de fer en aquest tipus de problema és trobar la funció matemàtica que hem d'implementar amb blocs d'amplificadors operacionals. En aquest cas, el primer que hem de fer és multiplicar el rang de tensions de entrada per un factor que em doni el rang de tensió de sortida. Aquest factor serà:

$$\text{amplificació} = \frac{10V - 0V}{10mV - 2mV} = \frac{10}{8 \cdot 10^{-3}} = 1250$$

Aquest factor d'amplificació es una mica massa alt. Així que l'aconsegurem utilitzant dos blocs amplificadors. A més, farem servir els amplificadors inversors ja que la combinació d'ells dos també ens donarà una amplificació positiva. Per exemple, podem fer un primer bloc amplificador amb factor -25 i altre amb factor -50. Si agafem una de les resistències dels blocs com a 1kΩ, llavors la segona serà 25 kΩ i 50 kΩ respectivament.

Ara ens queda només fer una resta, ja que si multipliquem l'entrada per 1250, la sortida ens donaria un rang de 2.5V a 12.5V. Per tant, hem de restar 2.5V, que ho farem amb un bloc restador, amb totes les resistències iguals.

Per tant, el circuit podria quedar com:



Els valors de resistències són:

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega \quad , \quad R_2 = 50 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1 \text{ k}\Omega \quad , \quad R_4 = 25 \text{ k}\Omega$$

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

Les tensions d'alimentació dels amplificadors operacionals podria 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 saturi).

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:

