EXAMEN Final Gener 2018. TEORIA

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

1. Quin és el valor de 1+e$^{i\cdot 2\cdot \pi}$?
a) 1.
b) 2.
c) 3.
d) 1+2·π.
e) Cap de les respostes anteriors és correcta.

2. Utilitzant la taula de transformades del formulari, quina és la transformada de la funció t·u(t)-t·e$^{-5\cdot t}$?
a) No es pot calcular fent servir només la taula.
b) $t\cdot\left(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+5}\right)$
c) $s\cdot\left(\frac{1}{s}-\frac{1}{s+5}\right)$
d) $\left(\frac{1}{s^2}-\frac{1}{(s+5)^2}\right)$
e) $s\cdot u(s)-s\cdot e^{-5s}$

3. Què són els zeros d'una funció a l'espai de Laplace?
a) Les arrels que anul·len el numerador.
b) Les arrels que anul·len el denominador.
c) Les arrels que fan 1 a la funció.
d) Les arrels que fan inservible l'antitransformada de la funció.
e) El valor de la funció a temps igual a 0.

4. De la transformada de Laplace d'un condensador sabem que la seva corresponent impedància...
a) Augmenta amb la freqüència.
b) Disminueix amb la freqüència.
c) Augmenta amb el temps.
d) Disminueix amb el temps.
e) No depèn de la freqüència.

5. Per poder determinar la transformació a l’espai de Laplace d’una resistència, només necessitem saber...
a) El valor de R.
b) R i el corrent que l’atravessa a t=0.
c) R i la diferència de tensió de la resistència a t=0.
d) No existeix la transformada de Laplace d’una resistència.
e) Una resistència es transforma en un condensador a l’espai de Laplace.

6. Si obtenim l'antitransformada de Laplace x(t) d’un senyal X(s), el valor de x quan t=−1...
a) No podrem fer servir x(t) per obtenir aquest valor.
b) serà menor que 0.
c) serà igual que x(t=1).
d) serà igual a -x(t=1).

7. La funció de transferència d’un circuit...
a) s’'obté sempre aplicant condicions inicials nul·les.
b) s’obté sumant els senyals d’entrada i sortida.
c) s'obté sempre substituint s=0.
d) s'obté multiplicant els senyals d'entrada i sortida.
e) és una aplicació electrònica bancària.

8. Amb la funció de transferència d’un circuit podem obtenir:
a) el guany d’amplituds per senyals esglaons.
b) el guany d’amplituds per senyals sinusoïdals.
c) el guany d’amplituds per senyals exponencials.
d) el guany d’amplituds per senyals triangulars.
e) No podem obtenir cap informació a l’espai temporal.

9. Si un diagrama de Bode d'amplitud ens dóna un guany de -40 dB per una determinada freqüència, si l'amplitud del senyal sinusoïdal d'entrada és de 10V, quan val l'amplitud del senyal de sortida:
a) 10V.
b) 1V.
c) 0.1V.
d) 0.01V.

10. Tenim un circuit que té en total quatre pols. Tots aquests pols tenen part real positiva. És estable aquest circuit?
a) Tots els circuits són estables.
b) Sí.
c) No.
d) Tots els circuits amb pols són inestables.
e) No ho podem saber amb aquesta informació.

11. Si un circuit no té pols ni zeros a freqüència w=0, quin pendent tindrà el diagrama de Bode d'amplitud a freqüències molt baixes (menor que qualsevol de la resta de pols i zeros)?
a) 0dB/dècada.
b) 20dB/dècada.
c) 40dB/dècada.
d) -20dB/dècada.
e) -40dB/dècada.

12. La freqüència de tall per un filtre passa-alts es defineix com...
a) la freqüència per la qual el guany es de 0dB.
b) la freqüència per la qual el guany es de -3dB.
c) la freqüència per la qual el guany ha augmentat en 3dB respecte el guany a altes freqüències.
d) la freqüència per la qual el guany ha disminuït en 3dB respecte el guany a altes freqüències.
e) la freqüència per la qual el gràfic presenta un tall.

13. En un amplificador operacional que treballa a la zona 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 lineal.
e) Es crema l'amplificador.

14. De les entrades + i − d'un amplificador operacional ideal, sabem que:
a) Les seves tensions sempre són iguals però amb diferent signe, per exemple +5V i -5V.
b) Els seus corrents són 0A.
c) Les seves tensions són 0V.
d) No tenen res en comú.
e) Cap afecta al valor de la tensió de sortida.

15. La tensió de sortida d'un amplificador operacional ideal:
a) no depèn de les tensions de les entrades si no es connecten a la sortida.
b) no depèn en cap cas dels valors de V_{cc+} i V_{cc-}.
c) no depèn del que es connecti a la sortida, sempre que no connecti amb les entrades.
d) no depèn de res, si no hi ha cap connexió de la sortida i les entrades.

16. Amb amplificadors operacionals treballant a la zona lineal...
a) $V_- = -V_+$.
b) $V_- = V_+ = 0V$.
c) $V_- = V_{cc-}$ i $V_+ = V_{cc+}$.
d) V_o només pot prendre dos valors de tensió diferents.
e) V_o pot prendre qualsevol valor entre V_{cc+} i V_{cc-}.

17. Un amplificador operacional treballant en zona lineal té un valor de tensió de sortida de 15V. Llavors podem dir que:
a) Això no és possible.
b) $V_{cc+} > 15V$.
c) $V_{cc+} < 15V$.
d) $V_{cc-} > 15V$.
e) No podem assegurar cap de les respostes anteriors.

18. Amb les cel·les de Sallen & Key podem:
a) construir una bresca d'abelles.
b) crear filtres de fins a ordre 1.
c) crear filtres de fins a ordre 2.
d) crear filtres de fins a ordre 3.
e) crear filtres de qualsevol ordre.

19. En comparació als filtres passius, amb un filtre actiu podem aconseguir...
a) guanys superiors a 0dB.
b) guanys inferiors a 0dB.
c) freqüències de tall superiors a 1 rad/s.
d) freqüències de tall inferiors a 1 rad/s.

20. Es pot utilitzar la transformada de Laplace amb un circuit amb bobines?
a) Sí. Les bobines no limiten l'aplicació de la transformada.
b) No. Les bobines no es poden transformar.
c) Depèn del seu valor de inductància.
d) Només quan les condicions inicials són nul·les.

NOM:

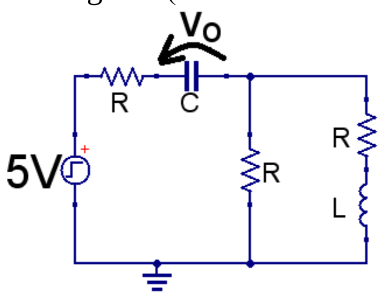
Indicar aquí l'única resposta correcta

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

Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

EXAMEN Final Gener 2018. Problemes.

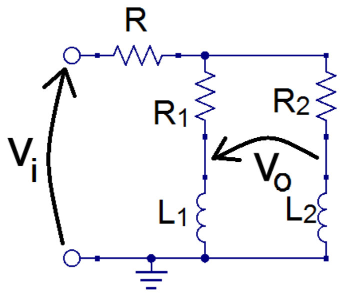
P1) (1.5 punts) Obtenir $v_o(t)$ pel circuit següent (l'entrada és un esglaó d'amplitud 5V):



Preneu condicions inicials nul·les. Preneu també els següents valors dels components (encara que poc realistes): R = 0.5 Ω, C = 1 F, L=0.5 H).

(Si no us refieu de $V_o(s)$ que heu obtingut, utilitzeu $V_o(s) = 0.5 \cdot \frac{(1+0.5\cdot s)}{s\cdot(0.05\cdot s^2+0.125\cdot s+0.1)}$).

P2) (1.5 punt) Pel següent circuit:



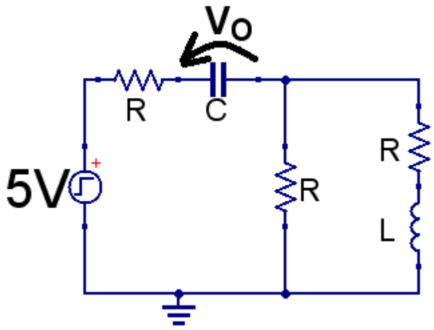
- Obtenir la funció de transferència del següent circuit, prenent v_o com el senyal de sortida i v_i el d'entrada. Preneu els següents valors: R_2 = 5 Ω, R = R_1 = 1 Ω, L_1 = L_2 = 1 H.
- Dibuixa de forma aproximada el diagrama de Bode d'amplitud. Indica també els pendents i el guany en algun punt. (Si surten números complexes, preneu com a freqüència associada el seu mòdul). (Si no heu pogut obtenir la funció de transferència al primer apartat, utilitzeu $H(s) = 100 \cdot \frac{s}{s^2+10\cdot s+20}$).

P3) (1 punt) Tenim un sensor de temperatura. Aquest sensor ens proporciona una tensió en funció de la seva temperatura, segons la relació:

$$V_s(V) = 5V - 0.01V/ºC \cdot T(ºC)$$

Dissenyeu un circuit amb amplificadors operacionals que proporcioni una tensió de sortida que sigui igual a la temperatura en graus Rankine (T(Rankine)=1.8·(T(ºC)+273)) dividida entre 100.
Assumiu que el rang de temperatures que volem mesurar és des de -100ºC fins a 200ºC.
Indiqueu també els valors d'alimentació dels amplificadors operacionals raonadament.

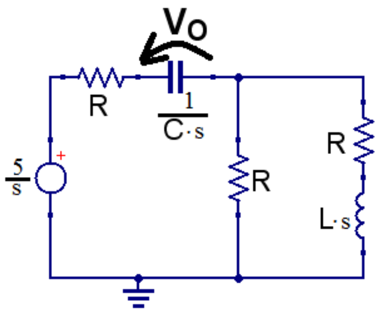
P1) (1.5 punts) Obtenir $v_o(t)$ pel circuit següent (l'entrada és un esglaó d'amplitud 5V):



Preneu condicions inicials nul·les. Preneu també els següents valors dels components (encara que poc realistes): R = 0.5 Ω, C = 1 F, L=0.5 H).

(Si no us refieu de $V_o(s)$ que heu obtingut, utilitzeu $V_o(s) = 0.5 \cdot \dfrac{(1+0.5\cdot s)}{s\cdot(0.05\cdot s^2 + 0.125\cdot s + 0.1)}$).

Ens diuen explícitament que hem de prendre condicions inicials nul·les. Per tant, $v_c(0)= 0$ i $i_L(0)=0$. Per tant, el circuit a l'espai de Laplace serà el següent:

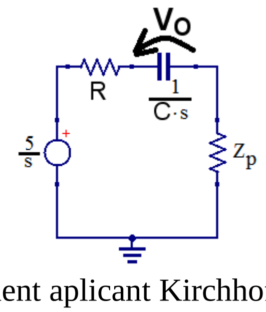


Per resoldre aquest circuit, farem primer les combinacions sèrie/paral·lel dels components de la dreta. Els dos components de la dreta estan en sèrie. I aquest està en paral·lel amb la resistencia del mig del circuit. Per tant:

$$Z_s = R + L\cdot s$$

$$Z_p = \frac{R\cdot Z_s}{R+Z_s} = \frac{R\cdot(R+L\cdot s)}{2\cdot R + L\cdot s}$$

I el circuit que ens queda és el següent:



Aquest circuit el podem resoldre fàcilment aplicant Kirchhoff (agafem el corrent seguint la malla en sentit horari):

$$\frac{5}{s} - R\cdot I - \frac{1}{C\cdot s}\cdot I - Z_p\cdot I = 0 \quad \Rightarrow I = \frac{5}{s}\cdot\frac{1}{R+\dfrac{1}{C\cdot s}+Z_p} = \frac{5}{s}\cdot\frac{1}{R+\dfrac{1}{C\cdot s}+\dfrac{R\cdot(R+L\cdot s)}{2\cdot R+L\cdot s}}$$

$$\Rightarrow I = \frac{5}{s}\cdot\frac{C\cdot s\cdot(2\cdot R+L\cdot s)}{R\cdot C\cdot s\cdot(2\cdot R+L\cdot s)+2\cdot R+L\cdot s+R\cdot(R+L\cdot s)\cdot C\cdot s} = 5\cdot\frac{C\cdot(2\cdot R+L\cdot s)}{s^2\cdot 2\cdot R\cdot C\cdot L+s\cdot(3\cdot R^2\cdot C+L)+2\cdot R}$$

I ara ja podem obtenir V_o:

$$V_o = I \cdot \frac{1}{C \cdot s} = 5 \cdot \frac{2 \cdot R + L \cdot s}{\left[s^2 \cdot 2 \cdot R \cdot C \cdot L + s \cdot \left(3 \cdot R^2 \cdot C + L\right) + 2 \cdot R\right] \cdot s} = 5 \cdot \frac{1 + 0.5 \cdot s}{\left[s^2 \cdot 0.5 + s \cdot 1.25 + 1\right] \cdot s}$$

Ara hem d'antitransformar per obtenir $v_o(t)$. Per això, utilitzarem el procediment general per antitransformar. En primer lloc, deixem les 's' amb major grau, amb un coeficient de 1, treient factor comú:

$$V_o = \frac{5 \cdot 0.5}{0.5} \cdot \frac{2 + s}{\left(s^2 + s \cdot 2.5 + 2\right) \cdot s} = 5 \cdot \frac{2 + s}{\left(s^2 + s \cdot 2.5 + 2\right) \cdot s}$$

Ara trobem els pols que ens falten per conèixer:

$$s^2 + s \cdot 2.5 + 2 = 0 \quad \Rightarrow p_{1,2} = \frac{-2.5 \pm \sqrt{2.5^2 - 4 \cdot 1 \cdot 2}}{2} = -1.25 \pm i \cdot 0.66$$

Per tant:

$$V_o = 5 \cdot \frac{2 + s}{\left(s - \left(-1.25 + i \cdot 0.66\right)\right) \cdot \left(s - \left(-1.25 - i \cdot 0.66\right)\right) \cdot s}$$

I ara ja podem antitransformar:

$$V_o = \frac{k_1}{s} + \frac{k_2}{s - \left(-1.25 + i \cdot 0.66\right)} + \frac{k_3}{s - \left(-1.25 - i \cdot 0.66\right)}$$

I obtenim els valors de les tres constants:

$$k_1 = V_o(s) \cdot s\big|_{s=0} = 5 \cdot \frac{2 + s}{\left(s^2 + s \cdot 2.5 + 2\right) \cdot s} \cdot s\Bigg|_{s=0} = 5 \cdot \frac{2 + s}{\left(s^2 + s \cdot 2.5 + 2\right)}\Bigg|_{s=0} = 5 \cdot \frac{2}{2} = 5$$

$$k_2 = V_o(s) \cdot \left(s - \left(-1.25 + i \cdot 0.66\right)\right)\big|_{s=-1.25+i \cdot 0.66} = 5 \cdot \frac{2 + s}{\left(s - \left(-1.25 + i \cdot 0.66\right)\right) \cdot \left(s - \left(-1.25 - i \cdot 0.66\right)\right) \cdot s} \cdot \left(s - \left(-1.25 + i \cdot 0.66\right)\right)\Bigg|_{s=-1.25+i \cdot 0.66} =$$

$$= 5 \cdot \frac{2 + s}{\left(s - \left(-1.25 - i \cdot 0.66\right)\right) \cdot s}\Bigg|_{s=-1.25+i \cdot 0.66} = 5 \cdot \frac{2 - 1.25 + i \cdot 0.66}{\left(-1.25 + i \cdot 0.66 - \left(-1.25 - i \cdot 0.66\right)\right) \cdot \left(-1.25 + i \cdot 0.66\right)} = 5 \cdot \frac{0.75 + i \cdot 0.66}{\left(i \cdot 1.32\right) \cdot \left(-1.25 + i \cdot 0.66\right)} =$$

$$= -\frac{5}{1.32} \cdot \frac{\left(0.75 + i \cdot 0.66\right) \cdot \left(\left(-1.25 - i \cdot 0.66\right)\right)}{\left(1.25^2 + 0.66^2\right)} \cdot i = -\frac{5}{1.32} \cdot \frac{-0.5 \cdot i + 1.33}{2} = -2.52 + 0.95 \cdot i$$

k_3 s'obté de la mateixa forma. Però com que sabem que per dos pols complexes conjugats, les solucions de k_i són també complexes conjugades:

$$k_3 = -2.52 - 0.95 \cdot i$$

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

$$v_o(t) = 5 + (-2.52 + 0.95 \cdot i) \cdot e^{[-1.25+i\cdot 0.66]t} + (-2.52 - 0.95 \cdot i) \cdot e^{[-1.25-i\cdot 0.66]t} = 8.2 + e^{-1.25t} \cdot \left[(-2.52 + 0.95 \cdot i) \cdot e^{i\cdot 0.66t} + (-2.52 - 0.95 \cdot i) \cdot e^{-i\cdot 0.66t}\right] =$$

$$= 5 + e^{-1.25t} \cdot \left[-2.52 \cdot \left(e^{i\cdot 0.66t} + e^{-i\cdot 0.66t}\right) + 0.95 \cdot i \cdot \left(e^{i\cdot 0.66t} - e^{-i\cdot 0.66t}\right)\right] =$$

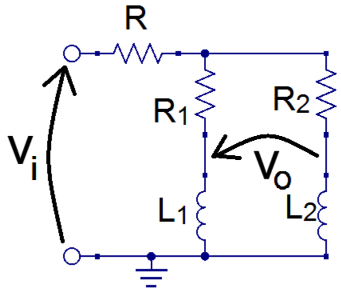
$$= 5 + e^{-1.25t} \cdot \left[-2.52 \cdot (\cos(0.66 \cdot t) + i \cdot \sin(0.66 \cdot t) + \cos(-0.66 \cdot t) + i \cdot \sin(-0.66 \cdot t)) + 0.95 \cdot i \cdot (\cos(0.66 \cdot t) + i \cdot \sin(0.66 \cdot t) - \cos(-0.66 \cdot t) - i \cdot \sin(-0.66 \cdot t))\right] =$$

$$= 5 + e^{-1.25t} \cdot \left[-2.52 \cdot (\cos(0.66 \cdot t) + i \cdot \sin(0.66 \cdot t) + \cos(0.66 \cdot t) - i \cdot \sin(0.66 \cdot t)) + 0.95 \cdot i \cdot (\cos(0.66 \cdot t) + i \cdot \sin(0.66 \cdot t) - \cos(0.66 \cdot t) + i \cdot \sin(0.66 \cdot t))\right] =$$

$$= 5 + e^{-1.25t} \cdot \left[-2.52 \cdot 2 \cdot \cos(0.66 \cdot t) + 0.95 \cdot 2 \cdot i \cdot i \cdot \sin(0.66 \cdot t)\right] = 8.2 - e^{-1.25t} \cdot \left[5.04 \cdot \cos(0.66 \cdot t) + 1.9 \cdot \sin(0.66 \cdot t)\right]$$

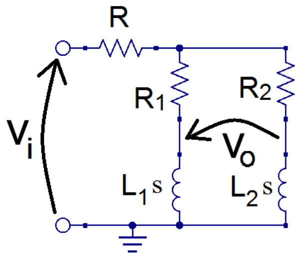
Aquesta expressió és vàlida només per t > 0.

P2) (1.5 punt) Pel següent circuit:



- Obtenir la funció de transferència del següent circuit, prenent v_o com el senyal de sortida i v_i el d'entrada. Preneu els següents valors: R_2 = 5 Ω, R = R_1 = 1 Ω, L_1 = L_2 = 1 H.
- Dibuixa de forma aproximada el diagrama de Bode d'amplitud. Indica també els pendents i el guany en algun punt. (Si surten números complexes, preneu com a freqüència associada el seu mòdul). (Si no heu pogut obtenir la funció de transferència al primer apartat, utilitzeu $H(s) = 100 \cdot \frac{s}{s^2 + 10 \cdot s + 20}$).

Per obtenir la funció de transferència hem de prendre condicions inicials nul·les (per definició). Per tant, la transformació del circuit és bastant immediata:



Aquí podem obtenir $V_o(s)$ de diferents formes. La més òbvia és fer servir les lleis de Kirchhoff. Aquí ho resoldré de una altre forma. Primer obtindrem la tensió a la dreta de la resistència d'adalt. Per això, farem les combinacions sèrie de les dues branques "verticals" i a continuació la combinació paral·lel del resultant. Per tant:

$$Z_p = \frac{(R_1 + L_1 \cdot s) \cdot (R_2 + L_2 \cdot s)}{R_1 + L_1 \cdot s + R_2 + L_2 \cdot s} = \frac{(R_1 + L_1 \cdot s) \cdot (R_2 + L_2 \cdot s)}{(L_1 + L_2) \cdot s + R_1 + R_2}$$

Així ens queda un divisor de tensió i podem obtenir V_x:

$$V_x(s) = \frac{Z_p}{R + Z_p} \cdot V_i(s) = \frac{\frac{(R_1 + L_1 \cdot s) \cdot (R_2 + L_2 \cdot s)}{(L_1 + L_2) \cdot s + R_1 + R_2}}{R + \frac{(R_1 + L_1 \cdot s) \cdot (R_2 + L_2 \cdot s)}{(L_1 + L_2) \cdot s + R_1 + R_2}} \cdot V_i(s) = \frac{(R_1 + L_1 \cdot s) \cdot (R_2 + L_2 \cdot s)}{R \cdot [(L_1 + L_2) \cdot s + R_1 + R_2] + (R_1 + L_1 \cdot s) \cdot (R_2 + L_2 \cdot s)} \cdot V_i(s) =$$

$$= \frac{(R_1 + L_1 \cdot s) \cdot (R_2 + L_2 \cdot s)}{L_1 \cdot L_2 \cdot s^2 + (R \cdot (L_1 + L_2) + R_1 \cdot L_2 + R_2 \cdot L_1) \cdot s + R \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2} \cdot V_i(s)$$

Amb V_x, ara podem obtenir els dos corrents per les dues branques "verticals":

$$I_1 = \frac{V_x}{R_1 + L_1 \cdot s} = \frac{R_2 + L_2 \cdot s}{L_1 \cdot L_2 \cdot s^2 + \left(R \cdot (L_1 + L_2) + R_1 \cdot L_2 + R_2 \cdot L_1\right) \cdot s + R \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2} \cdot V_i(s)$$
$$I_2 = \frac{V_x}{R_2 + L_2 \cdot s} = \frac{R_1 + L_1 \cdot s}{L_1 \cdot L_2 \cdot s^2 + \left(R \cdot (L_1 + L_2) + R_1 \cdot L_2 + R_2 \cdot L_1\right) \cdot s + R \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2} \cdot V_i(s)$$

I ja podem calcular la V_o:

$$V_o(s) = -I_2 \cdot L_2 \cdot s + I_1 \cdot L_1 \cdot s = \frac{(R_2 + L_2 \cdot s) \cdot L_1 \cdot s - (R_1 + L_1 \cdot s) \cdot L_2 \cdot s}{L_1 \cdot L_2 \cdot s^2 + \left(R \cdot (L_1 + L_2) + R_1 \cdot L_2 + R_2 \cdot L_1\right) \cdot s + R \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2} \cdot V_i(s) =$$

$$= \frac{(R_2 \cdot L_1 - R_1 \cdot L_2) \cdot s}{L_1 \cdot L_2 \cdot s^2 + \left(R \cdot (L_1 + L_2) + R_1 \cdot L_2 + R_2 \cdot L_1\right) \cdot s + R \cdot (R_1 + R_2) + R_1 \cdot R_2} \cdot V_i(s)$$

Substituint els valors dels components donats a l'enunciat:

$$V_o(s) = \frac{4 \cdot s}{s^2 + 8 \cdot s + 11} \cdot V_i(s)$$

Per tant, la funció de transferència és:

$$H(s) = \frac{4 \cdot s}{s^2 + 8 \cdot s + 11}$$

Ara ens demanen que dibuixem el diagrama de Bode aproximat per aquesta funció de transferència. Per això, primer hem d'obtenir els seus pols i zeros. Aquí tenim un zero igual a 0 i dos pols amb valor:

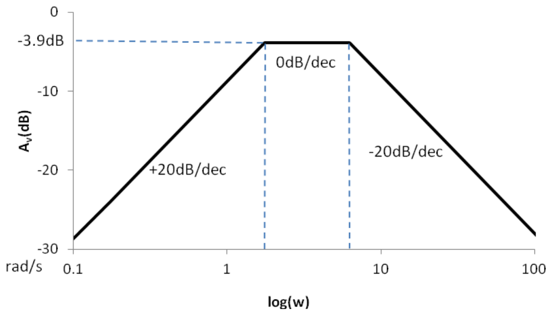
$$s^2 + 8 \cdot s + 11 = 0 \quad \Rightarrow p_{1,2} = \frac{-8 \pm \sqrt{64 - 4 \cdot 1 \cdot 11}}{2 \cdot 1} = -4 \pm 2.24 = \left| \begin{array}{l} -1.76\ rad/s \\ -6.24\ rad/s \end{array} \right.$$

Com que sabem que els zeros augmenten el pendent en 20dB/dec i els pols la disminueixen en la mateixa quantitat, podem dibuixar la forma del diagrama de Bode d'amplitud. La corba vindrà amb pendent 20dB/dec ja que hi ha un zero a 0rad/s. Quan arribem al pol de freqüència 1.76rad/s, disminuirà el pendent en 20dB/dec, amb la qual cosa el pendent ens quedarà 0dB/dec. Després arriba el segon pol a freqüencia de 6.24rad/s, disminuint el pendent 20dB/dec més. Per tant, -20dB/dec.

Ara només fa falta situar la corba en l'eix y. Per això, hem d'obtenir el valor de la funció de transferència en punts allunyats de pols i zeros fent les aproximacions apropiades. El més fàcil en aquest cas és obtenir el valor que té en el rang entre els dos pols (ja que el guany és constant). Per tant:

$$H(s) = \frac{4 \cdot s}{(s + 1.76) \cdot (s + 6.24)} \quad \Rightarrow \left| H(1.76 << s << 6.25) \right| \cong \frac{4 \cdot s}{s \cdot 6.24} = 0.64 \quad \Rightarrow 20 \cdot \log\left(\left| H \right|\right) \approx -3.9\ dB$$

Per tant, el diagrama de Bode d'amplitud ens quedaria:


0
-3.9dB
-10
-20
-30
A_v(dB)
0dB/dec
+20dB/dec
-20dB/dec
rad/s
0.1
1
10
100
log(w)

P3) (1 punt) Tenim un sensor de temperatura. Aquest sensor ens proporciona una tensió en funció de la seva temperatura, segons la relació:

$$V_s(V) = 5V - 0.01V/^oC \cdot T(^oC)$$

Dissenyeu un circuit amb amplificadors operacionals que proporcioni una tensió de sortida que sigui igual a la temperatura en graus Rankine (T(Rankine)=1.8·(T(ºC)+273)) dividida entre 100.
Assumiu que el rang de temperatures que volem mesurar és des de -100ºC fins a 200ºC.
Indiqueu també els valors d'alimentació dels amplificadors operacionals raonadament.

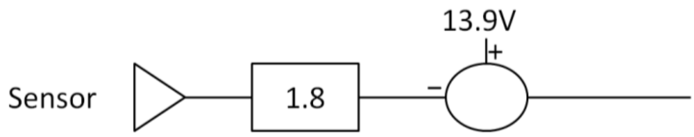
Per veure totes les operacions que hem de fer, podem obtenir la relació de T(Rankine) amb V_s:

$$T(Rankine) = 1.8 \cdot (T(^o C) + 273) = 1.8 \cdot \left(\frac{(5 - V_s(V))}{0.01} + 273 \right) = 491.4 + 900 - 180 \cdot V_s(V) \cong 1391 - 180 \cdot V_s(V)$$

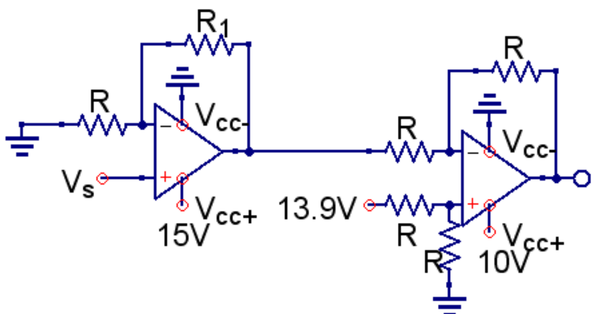
Com que hem d'obtenir aquest valor dividir entre 50:

$$\frac{T(Rankine)}{100} \cong 13.9 - 1.8 \cdot V_s(V)$$

Abans de tot, recordar que no hi ha una solució única per aquest tipus de problema. Aquí s'exposa una d'aquestes solucions.
Una possible solució és: primer multiplicarem la sortida del sensor per 1.8 amb un amplificador no-inversor i finalment li restarem aquest valor obtingut a 13.9V.
El diagrama de blocs ens podria quedar com:



I el circuit podria quedar com el següent:



Com a R podem prendre el valor de 2kΩ. I per R_1 1.6kΩ, ja que el guany de l'amplificador no-inversor és $1 + \frac{R_1}{R}$.
Alimentacions dels amplificadors: Per definir les alimentacions hem d'obtenir els valors de tensions de sortida dels amplificadors, tenint en compte que el rang de temperatures és el donat a l'enunciat:

- Primer amplificador: sortida entre 5.4V i 10.8V.
- Segon amplificador: sortida entre 3.1V i 8.5V.

Per tant, per l'alimentació del primer amplificador podríem fer servir V_{cc+} de 15V, i V_{cc-} de 0V. Pel que fa al restador, podríem fer servir V_{cc+} de 10V, i V_{cc-} de 0V.