EXAMEN Final Gener 2014. TEORIA

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

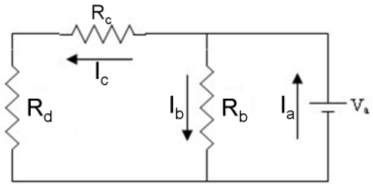
1. Quan en un circuit assenyalem el sentit del corrent indiquem...

a) El sentit cap on circulen totes les càrregues.
b) El sentit cap on es mouen els electrons.
c) El sentit cap on es mourien les càrregues positives.
d) El sentit dels potencials creixents.

2. Quina afirmació és correcta respecte a un condensador:

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

3. Per aquest circuit, i tenint en compte el sentit dels corrents indicats, es compleix:

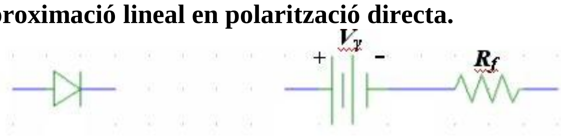


a) $I_b \cdot R_b - V_a = I_c \cdot R_c$
b) $I_c \cdot R_c - I_b \cdot R_b = -I_c \cdot R_d$
c) $I_c \cdot R_c + I_c \cdot R_d = 0$
d) $V_a + I_c \cdot R_c + I_c \cdot R_d = 0$
e) $V_a - I_b \cdot R_b = -I_c \cdot R_c - I_c \cdot R_d$

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

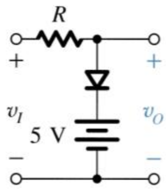
a) Resoldre els circuits cada vegada només amb una de les fonts del circuit, eliminant la resta. La solució del circuit és el valor més alt obtingut.
b) El principi de superposició no fa més que complicar la resolució del problema ja que consisteix en resoldre el circuit tantes vegades com fonts tenim al circuit.
c) 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.
d) 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.
e) 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.

5) Aquesta figura representa el pas de prendre una aproximació lineal en polarització directa.



a) Fals. La font s'ha de posar en sentit oposat.
b) Fals. Aquest model no és el d'un díode.
c) Cert, i serveix també en inversa.
d) Fals. Aquesta és l'aproximació ideal.
e) Cert, pels díodes més comuns.

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



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

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

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

8. La tensió Vds que separa la regió de tríode i la regió de saturació d'un transistor MOSFET:

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

9. Un pol d'un sistema és:

a) L'invers d'un zero.
b) Una arrel que anul·la el numerador a l'espai de Laplace.
c) Una arrel que anul·la el denominador a l'espai de Laplace.
d) Un sistema gelat.

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

a) Resolem el circuit a l'espai de Laplace.
b) Resolem el circuit a l'espai temporal.
c) Resolem el circuit a l'espai temporal només per condensadors i bobines.
d) Resolem el circuit a l'espai de Laplace només per condensadors i bobines.

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

12. La funció de transferència d'un circuit ens proporciona la relació:
a) entre entrada i sortida a l'espai temporal.
b) entre entrada i sortida a l'espai temporal, però amb condicions inicials nul·les.
c) entre entrada i sortida a l'espai de Laplace.
d) entre entrada i sortida a l'espai de Laplace, però amb condicions inicials nul·les.
e) entre components mascles i femelles.

13. Si un diagrama de Bode d'amplitud ens dóna un guany de -20 dB per una determinada freqüència, si l'amplitud del senyal sinusoïdal d'entrada és de 1V, quan val l'amplitud del senyal de sortida:
a) -10V.
b) 0V.
c) 0.1V.
d) 1V.
e) 10V.

14. Tenim un circuit que té aquests dos zeros: $z_1 = -2$, i $z_2 = 0$. 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.
e) No ho podem saber.

15. La funció esglaó u(-t) és ...
a) Zero per t<0 i 1 per t>0.
b) Zero per t>0 i -1 per t<0.
c) 1 per t<0 i zero per t>0.
d) Zero per t>0 i 1 per t<0.
e) Zero per t<0 i -1 per t>0.

16. En un amplificador operacional sense realimentació, polaritzat segons Vcc_+=+10V i Vcc_- =-5V, què succeeix quan $v_p > v_n$?
a) Que la sortida val zero.
b) Que la sortida val -5V.
c) Que la sortida val +10V.
d) Que la sortida val +15V.
e) Les alimentacions no poden ser diferents.

17. En un amplificador operacional, V_+ i V_-:
a) són del mateix valor, però signe oposat.
b) són sempre iguals
c) V_+ sempre serà major o igual a V_-.
d) Estan unides per una font de tensió controlada per tensió.
e) no tenen cap relació en el cas ideal.

18. En un amplificador operacional sense reali-mentació negativa polaritzat segons Vcc+=+15V i Vcc-=-15V, què succeeix quan la sortida és -10V?
a) Que V_+=V_-.
b) Que V_- també es -10V.
c) Que V_+ també és -10V.
d) Això no pot succeir.

19. Què haig de considerar per resoldre circuits amb amplificadors operacionals treballant a la zona lineal?
a) V- = V+ i els corrents d'entrada són nuls sempre.
b) V- = V+ i el corrent de sortida és nul sempre.
c) Vo = V+ i el corrent de sortida és nul sempre.
d) Vo = V- i el corrent de sortida és nul sempre.
e) Vo = V+ i els corrents d'entrada són nuls sempre.

20. Es pot utilitzar la transformada de Laplace amb un circuit amb amplificadors operacionals?
a) Sí, sempre.
b) No, mai.
c) Sí, però només quan treballa a la zona linial.
d) Sí, però només quan reballa a la zona no-linial.

NOM:

NIUB:

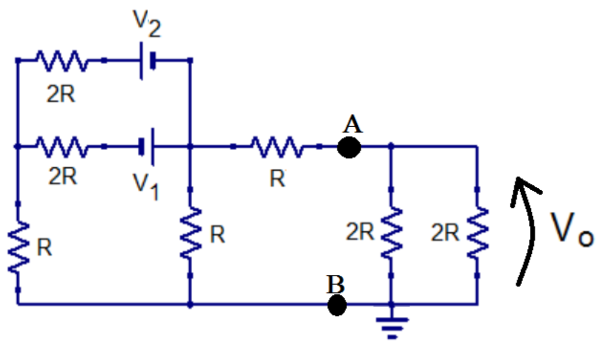
Indicar aquí l'única resposta correcta

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

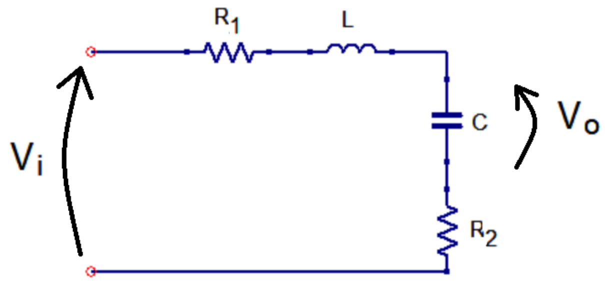
Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

EXAMEN Final Gener 2014. Problemes.

P1) (1.5 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 obtenir V_{th}, resoleu la part del circuit corresponent utilitzant el principi de superposició.

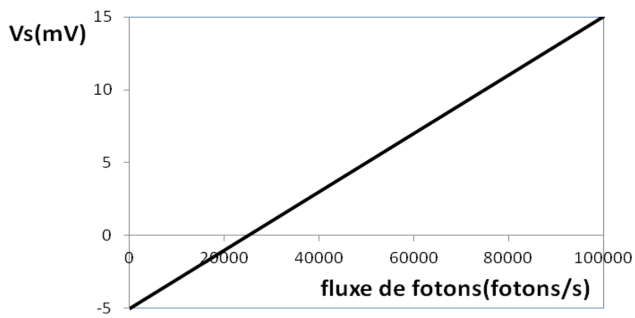


P2) (1 punt) Pel següent circuit:



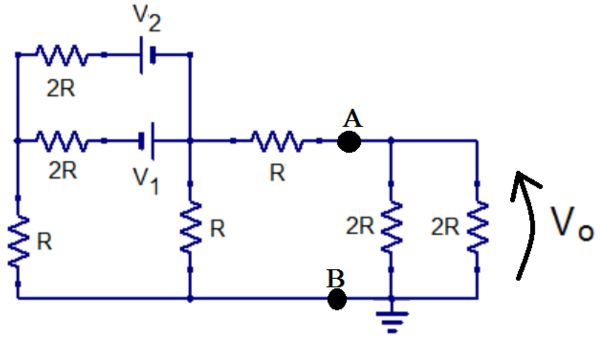
- Obtenir la funció de transferència del següent circuit, prenent V_o com el senyal de sortida i V_i el d'entrada.
- Dibuixa de forma aproximada el diagrama de Bode d'amplitud prenent els següents valors: R_1 = 4 kΩ, R_2 = 6 kΩ, C = 1 nF, L = 10 mH. Indica també els pendents.

P3) (1.5 punt) Tenim instal·lat en un satèl·lit que orbita el sol un sensor òptic que ens dóna un senyal de sortida en tensió segons el nombre de fotons que rep del sol per cada segon (unitats: número fotons/s). La seva resposta es mostra en la següent gràfica:

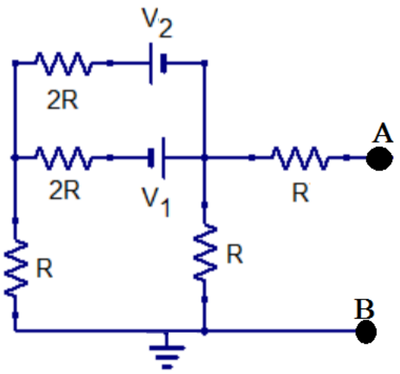


Nosaltres voldríem tenir un rang de tensions de sortida entre 0 i 10V corresponents a nombres de fotons per segon de 0 i 10^5 fotons/s respectivament. Dissenya un circuit amb amplificadors operacionals per aquesta finalitat. Indica els valors de resistències i les tensions d'alimentació. Dibuixa el diagrama de blocs del sistema.

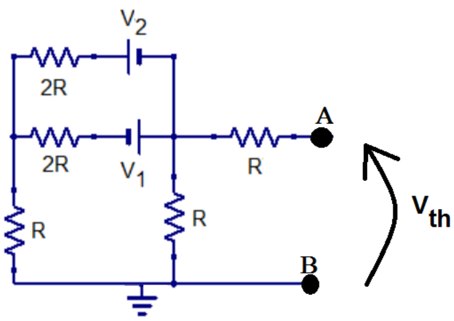
P1) (1.5 punt) Resol el circuit de la figura (obteniu V_o). Per això, obteniu en primer lloc l'equivalent Thevenin de la part esquerra del circuit entre els punts A i B. Per obtenir V_{th}, resoleu la part del circuit corresponent utilitzant el principi de superposició.



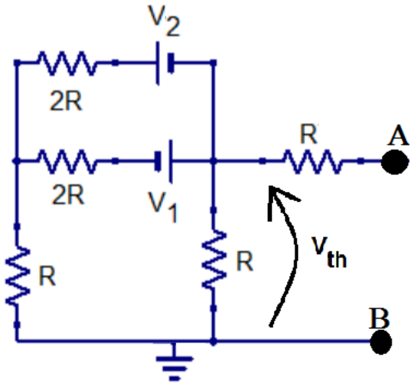
Per fer l'equivalent Thevenin de la part esquerra, eliminem tot el que hi ha a la dreta dels punts A i B, i deixem aquestes branques obertes:



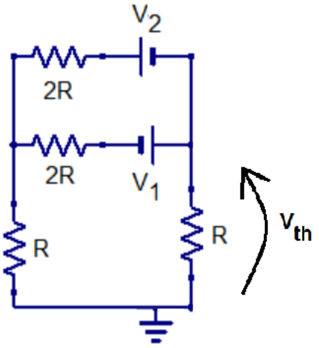
Per aquest circuit, hem de trobar R_{th} i V_{th}.
Comencem amb V_{th}. Aquesta és la tensió V_{AB} d'aquest circuit. Per tant, hem de resoldre aquest circuit:



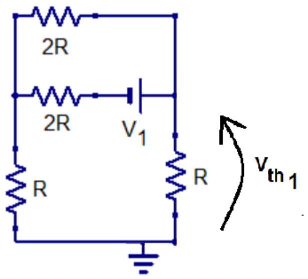
La resistència R de la dreta no contribueix a V_{TH}, ja que aquesta branca està oberta i, per tant, no circula corrent per aquesta resistència. Llavors, la caiguda de tensió en aquesta resistència és zero. Per tant, ens podem "oblidar" d'aquesta resistència pel que fa al càlcul de V_{th} i prendre V_{TH} com la caiguda de tensió a la resistència vertical de la dreta:



Per tant, el circuit queda:



Aquest circuit es podria resoldre aplicant les lleis de Kirchhoff, però el problema ens indica que utilitzem el principi de superposició per resoldre'l.
Aquest circuit te dues fonts. Per tant haure de resoldre dos circuits (cadascun amb una font, eliminant l'altre), i obtindrem V_{th} en ambdós casos. Quedant-nos amb V_1, el circuit a resoldre és el següent:



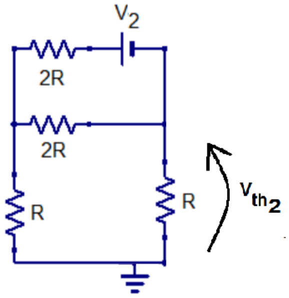
Aquest circuit també es podria resoldre fàcilment aplicant lleis de Kirchhoff. Però jo el resoldré d'un altre forma. Les dues resistències R d'abaix estan en sèrie, donant una resistència de valor 2R. Aquesta resistència estarà en paral·lel amb la resistència 2R d'adalt, donant una resistència R. Per tant, ens queda una mena de divisor de tensió, que és molt fàcil de obtenir. El corrent del circuit resultant (l'agafem passant per V_1 cap a la dreta) serà:

$$I = \frac{V_1}{3R}$$

Aquest corrent passa pel paral·lel de dues resistències iguals, i per tant el corrent que passa per cadascuna és la meitat d'aquest valor. Per tant, per la resistència R de la dreta (a on volem calcular V_{th}) també passa aquest corrent. Per tant, ja podem obtenir el que volíem:

$$V_{th1} = I \cdot R = \frac{V_1}{6}$$

Pel segon circuit que hem de resoldre, agafem V_2 i eliminem V_1:



Aquest circuit és molt semblant a l'anterior. Ara, però, agafem el corrent passant per V2 cap a l'esquerra. El corrent ara (fent la combinació sèrie de les dues resistències de valor R i el paral·lel d'aquesta amb la resistència 2R d'abaix) serà:

$$I = \frac{V_2}{3R}$$

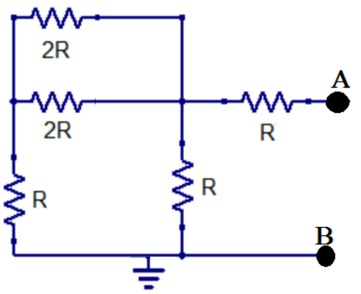
Ara, la meitat d'aquest corrent passarà cap a dalt per la resistència R de la dreta. Per tant:

$$V_{th2} = -I \cdot R = -\frac{V_2}{6}$$

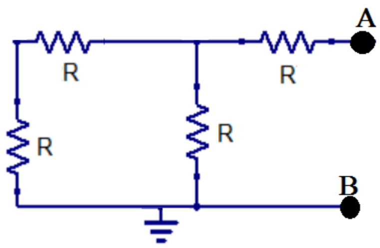
Ara ja podem obtenir la tensió Thevenin:

$$V_{th} = V_{th1} + V_{th2} = \frac{V_1}{6} - \frac{V_2}{6} = \frac{1}{6} \cdot (V_1 - V_2)$$

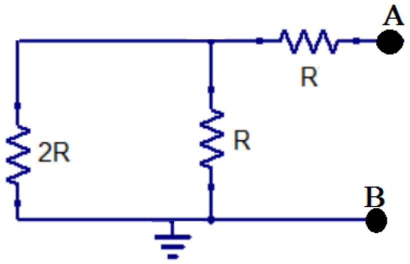
Ens queda calcular la resistència Thevenin. Per això tornem a partir del mateix circuit original i eliminem les fonts. Totes són de tensió, per tant el que hem de fer és curt-circuitar-les:



Ara fem totes les combinacions sèrie-paral·lel possibles per obtenir finalment una única resistència entre els terminals A i B. La primera combinació que podem fer és el paral·lel de les dues resistències de valor 2R, que dóna una resistència R:

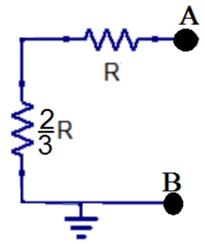


Ara podem fer la combinació sèrie de les dues resistències de l'esquerra, donant una resistència de valor 2R:



Ara podem fer la combinació paral·lel de les dues resistències de l'esquerra, donant una resistència de valor:

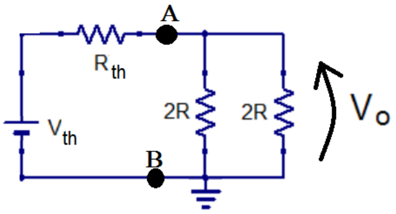
$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{2 \cdot R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{2 \cdot R} \quad \Rightarrow R_P = \frac{2}{3} \cdot R$$



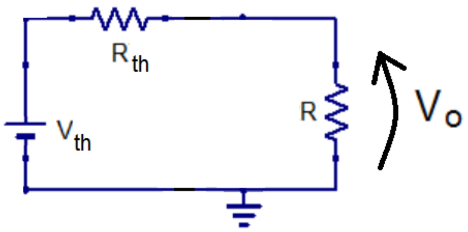
I ara només ens queda fer la combinació sèrie d'aquestes dues resistències, donant una resistència de Thevenin de:

$$R_{th} = \frac{2}{3} \cdot R + R = \frac{5}{3} \cdot R$$

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



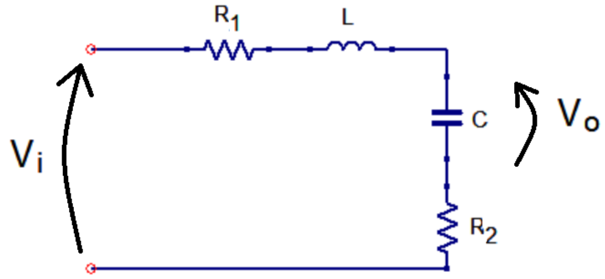
Aquí podem fer la combinació paral·lel de les dues resistències de la dreta. D'aquesta forma, els nodes entre els qual volem calcular V_o encara no desapareixen. Això ens dona una resistència a la dreta de valor R:



Aquest circuit és un divisor de tensió. Per tant apliquem la seva fórmula ja coneguda:

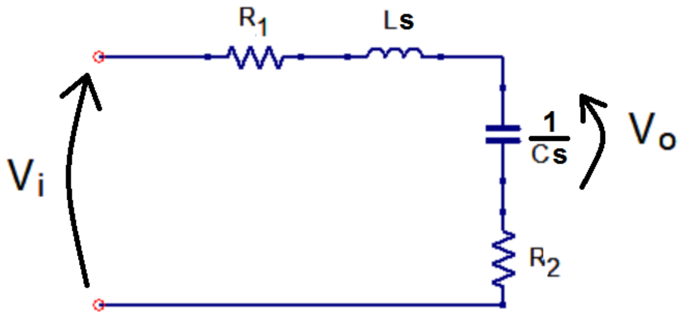
$$V_o = \frac{R}{R+R_{th}} \cdot V_{th} = \frac{R}{R+\frac{5}{3}\cdot R} \cdot \frac{1}{6} \cdot (V_1 - V_2) = \frac{R}{\frac{8}{3}\cdot R} \cdot \frac{1}{6} \cdot (V_1 - V_2) = \frac{3\cdot R}{8\cdot R} \cdot \frac{1}{6} \cdot (V_1 - V_2) = \frac{1}{16} \cdot (V_1 - V_2)$$

P2) (1 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.
- Dibuixa de forma aproximada el diagrama de Bode d'amplitud prenent els següents valors: R_1 = 4 kΩ, R_2 = 6 kΩ, C = 1 nF, L = 10 mH. Indica també els pendents.

Per obtenir la funció de transferència hem de suposar condicions inicials nul·les, per definició de la funció de transferència. Per tant, el circuit transformat és el següent:



A l'espai de Laplace, L i C són com resistències amb valors L·s i 1/(C·s).
Per obtenir V_o, podem aplicar la llei de malles de Kirchhoff per obtenir el corrent. Aquest corrent l'agafem anant cap a la dreta a la branca d'adalt. Per tant:

$$V_i(s) - I \cdot R_1 - I \cdot L \cdot s - I \cdot \frac{1}{C \cdot s} - I \cdot R_2 = 0 \quad \Rightarrow I = \frac{V_i(s)}{R_1 + L \cdot s + \dfrac{1}{C \cdot s} + R_2}$$

V_o es la caiguda de tensió al condensador. Per tant:

$$V_o(s) = I \cdot \frac{1}{C \cdot s} = \frac{V_i(s)}{R_1 \cdot C \cdot s + L \cdot C \cdot s^2 + 1 + R_2 \cdot C \cdot s} = \frac{V_i(s)}{L \cdot C \cdot s^2 + (R_1 + R_2) \cdot C \cdot s + 1}$$

Per tant, la funció de transferència és:

$$H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{L \cdot C \cdot s^2 + (R_1 + R_2) \cdot C \cdot s + 1} = \frac{\dfrac{1}{L \cdot C}}{s^2 + (R_1 + R_2) \cdot \dfrac{1}{L} \cdot s + \dfrac{1}{L \cdot C}}$$

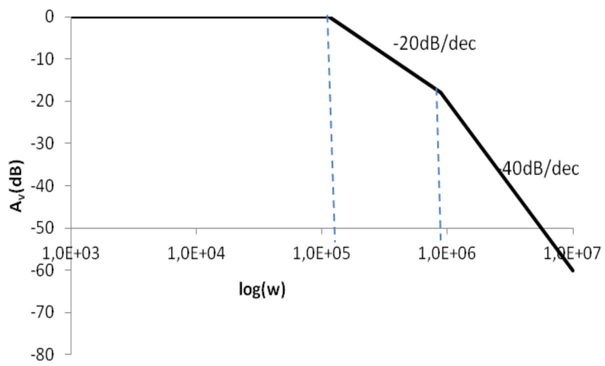
Per obtenir el diagrama de Bode aproximat, substituïm els valors dels components que ens donen:

$$H(s) = \frac{10^{11}}{s^2 + 10^6 \cdot s + 10^{11}}$$

Aquesta funció de transferència té dos pols. Les seves solucions són:

$$p_{1,2} = \frac{-10^6 \pm \sqrt{10^{12} - 4 \cdot 1 \cdot 10^{11}}}{2} = -5 \cdot 10^5 \pm 3.87 \cdot 10^5 = \begin{cases} -8.87 \cdot 10^5 \\ -1.13 \cdot 10^5 \end{cases}$$

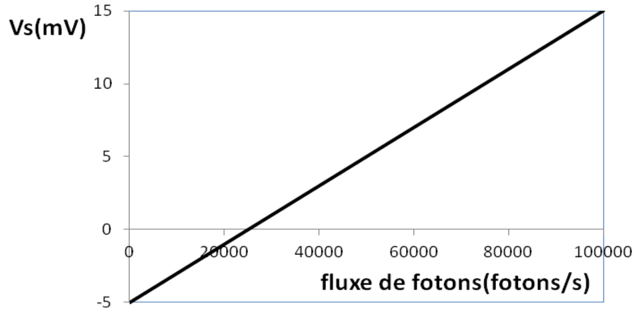
Llavors, el diagrama de Bode té, aproximadament, la forma següent:



És un filtre passa-baixos, com es podia preveure només veient la funció de transferència. Hi ha dos pols, amb la qual cosa el pendent de la corba a partir del primer pol serà de -20dB/dècada, mentre que quan arriba al segon pol, comença a caure amb un pendent de -40dB/dècada.

A la gràfica ja s'ha indicat el guany en dB, que fàcilment es pot veure que és 0dB (guany 1) a baixes freqüències. (fent s=0)

P3) (1.5 punt) Tenim instal·lat en un satèl·lit que orbita el sol un sensor òptic que ens dóna un senyal de sortida en tensió segons el nombre de fotons que rep del sol per cada segon (unitats: número fotons/s). La seva resposta es mostra en la següent gràfica:



Nosaltres voldríem tenir un rang de tensions de sortida entre 0 i 10V corresponents a nombres de fotons per segon de 0 i 10^5 fotons/s respectivament. Dissenya un circuit amb amplificadors operacionals per aquesta finalitat. Indica els valors de resistències i les tensions d'alimentació. 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 -5mV fins a 15mV, ja que només volem amplificar el rang 0 fins a 10^5 fotons/s, i la sortida varia de forma lineal amb l’entrada.

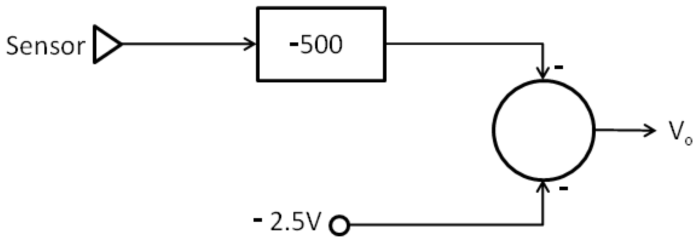
Per tant, el factor d’amplificació necessari serà:

$$amplificació = \frac{10V - 0V}{15mV - (-5mV)} = \frac{10}{0.02} = 500$$

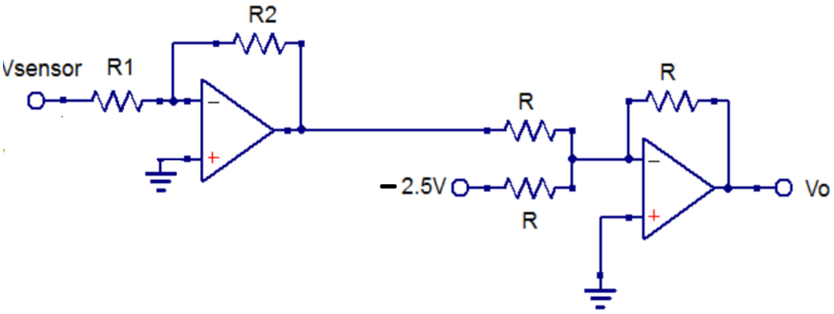
Podem fer ús d’un o dos amplificadors per aconseguir aquest guany. Jo utilitzarè un amplificador inversor (la raó s'explica al següent paràgraf). Si agafem la resistència del bloc connectada a la font com a 1kΩ, llavors l’altre serà 500 kΩ.

Ara ens queda només fer una suma (o una resta), ja que si multipliquem l’entrada per -500, la sortida ens donaria un rang de -5mV*(-500)=2.5V fins a 15mV*(-500)=-7.5V. Per tant, hem de sumar -2.5V. Com que el nostre bloc sumador és inversor, la sortida ja estarà en el rang desitjat de 0V fins a 10V. Utilitzarem totes les resistències iguals i una font de -2.5V. N'hi han moltes altres solucions, totes vàlides si fan el que es demana.

El diagrama de blocs el podríem posar com:



Altres possibles esquemes són possibles per fer la mateixa funció. Qualsevol d'aquests seria vàlid.
I el circuit podria quedar com el següent:



De valors de resistències, podem prendre els següents:

$$R_1 = 1\,k\Omega$$
$$R_2 = 500\,k\Omega$$
$$R = 1\,k\Omega$$

El primer amplificador té una sortida que estarà en el rang de 2.5V fins a -7.5V. Per tant, les fonts d'alimentació poden ser, per exemple, 10V i -10V. El segon operacional té una sortida en el rang de 0V fins a 10V i, per tant, les fonts d'alimentació podrien ser 0V i 15V.