

INFORMAZIONE IMPORTANTE

Per questioni organizzative, le iscrizioni per l'esame scadranno una settimana prima del dell'esame stesso!!!

Esercizio 1

Supponiamo di avere un segnale sinusoidale di ampiezza 0.2V, ma con frequenza $f=1$ kHz, e supponendo che a questo segnale si sovrapponga un disturbo, anch'esso sinusoidale, con ampiezza 3V e frequenza 0.01 Hz. Voglio amplificare solo il mio segnale di un fattore 100, e ripulirlo dal mio disturbo (attenuato di almeno un fattore 1000).

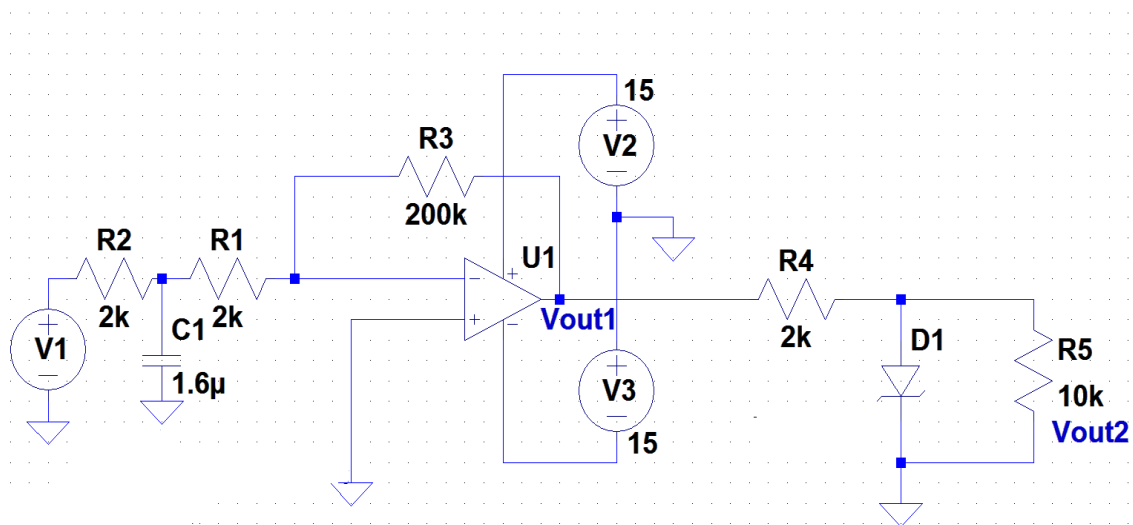
Progettare il più semplice circuito che possa svolgere questo compito

Esercizio 2

Considerare il circuito riportato in figura, supponendo di avere in ingresso un segnale sinusoidale del tipo:

$$V_{in} = 0.2 \sin(\omega t) \quad f = 1 \text{ Hz}$$

- 1) Indicare la funzione di trasferimento V_{out} (formula e passaggi)
- 2) Indicare: Moltiplicatori, zeri e poli (se presenti)
- 3) Disegnare il diagramma di Bode del modulo e della fase
- 4) Determinare $V_{out1}(t=0.5s)$
- 5) Disegnare V_{out2} vs tempo e V_{R4} vs tempo



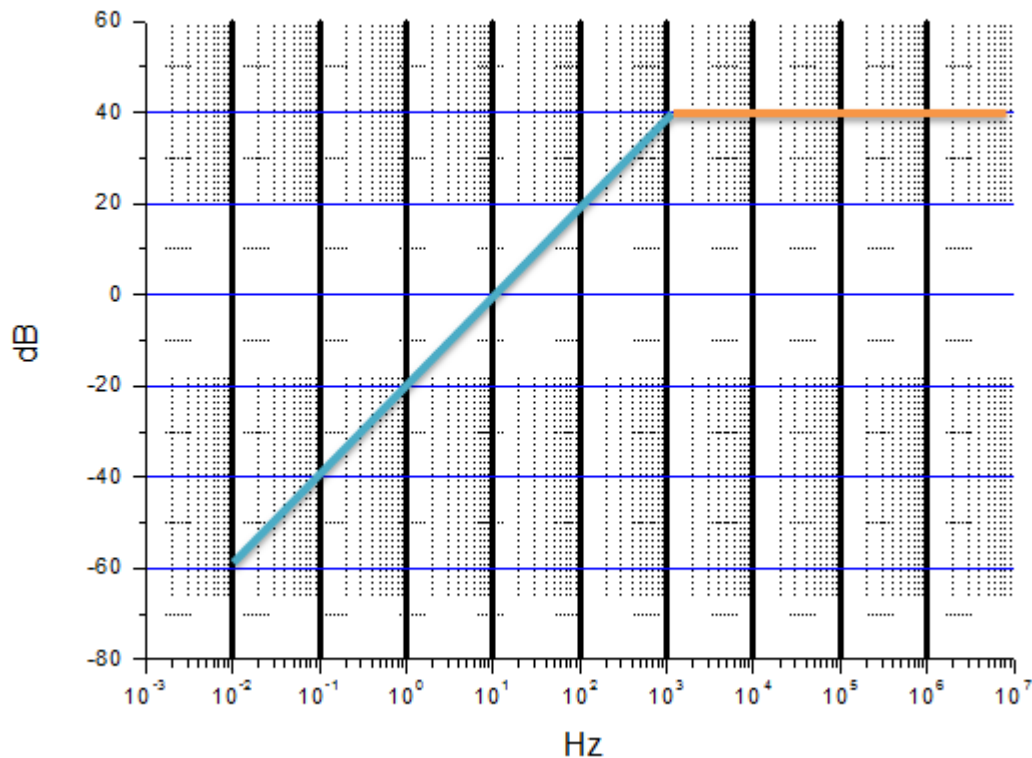
Soluzione Esercizio 1

Se il mio segnale ha frequenza 1 kHz e il disturbo ha frequenza molto bassa, devo ovviamente pensare ad un passa alto, con frequenza di taglio pari o inferiore a 1kHz, ma sufficientemente superiore a 0.01 Hz di modo da attenuare notevolmente il mio disturbo. Sappiamo che il disturbo deve essere attenuato di un fattore 1000 (-60 dB) e che ha una frequenza pari a 0.01 Hz. Questo mi dice che ne diagramma di bode dovrò avere una retta di pendenza 20 dB che passa per il punto di coordinate

(0.01; -60 dB)

Questa retta dovrà intersecare una retta costante di equazione $y= 40$ dB

Che rappresenta il guadagno massimo del mio filtro.



Dall'intersezione delle due rette ottengo la frequenza di taglio del mio filtro, che sarà esattamente

$$f_t = 1 \text{ kHz}$$

Per ottenere un filtro passa-alto di questo tipo, so bene che posso utilizzare una configurazione invertente con condensatore e resistenza in serie, come di seguito.

R_2 e R_1 dovranno essere scelti in maniera tale da poter ottenere il guadagno massimo richiesto, $R_2 = 100R_1$

Mentre R_1 e C dovranno essere scelte in maniera tale da avere il mio polo per $f = 1000\text{Hz}$.

Sappiamo che il polo di un circuito del genere è dato da:

$$f = \frac{1}{2\pi CR_1}$$

Posso scegliere:

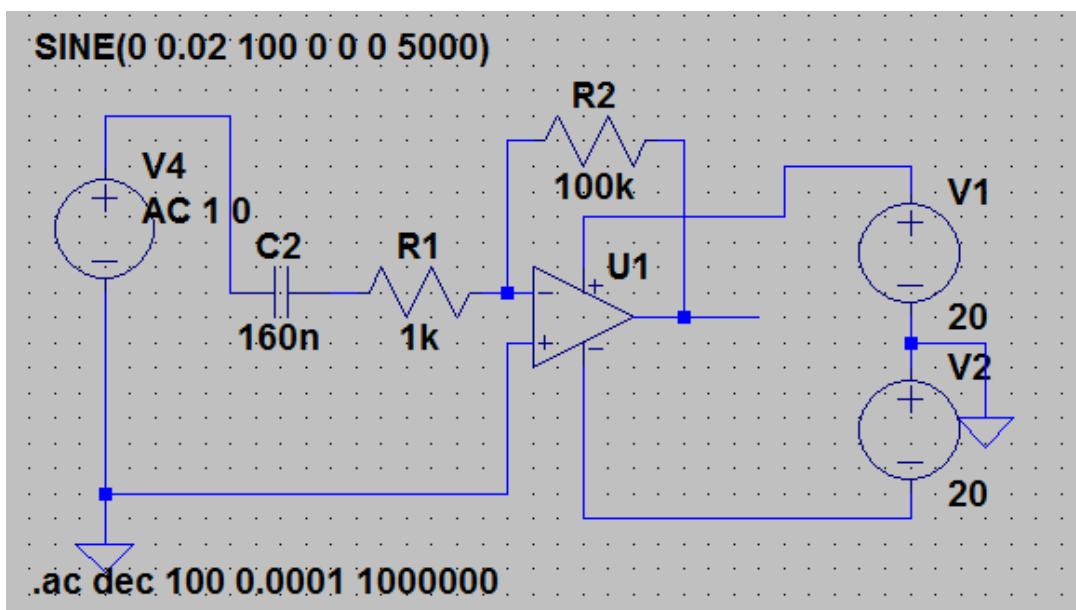
$R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 100\text{ k}\Omega$

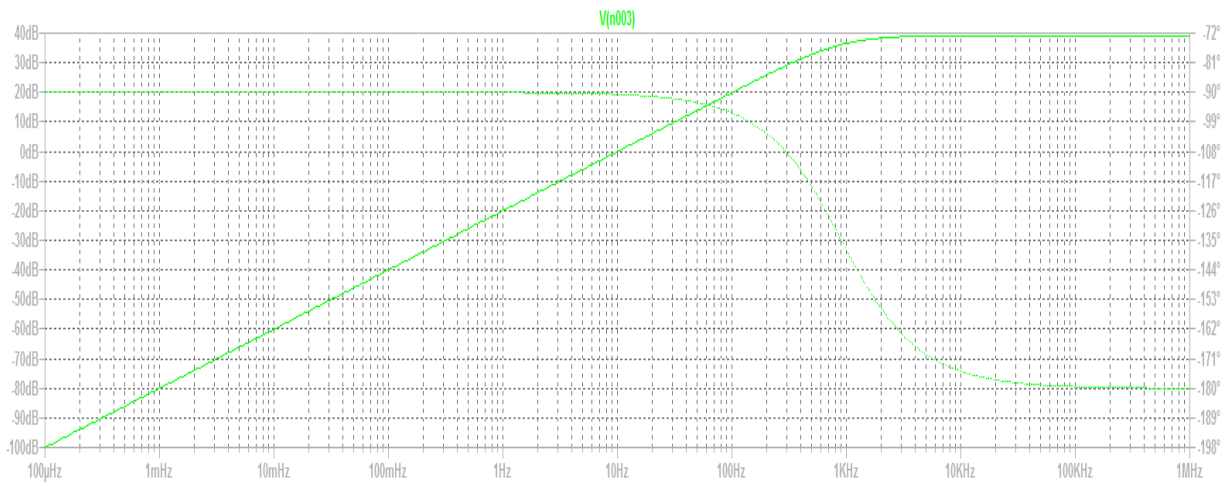
N.B. Posso scegliere anche altre frequenze, basta che rispettino la condizione $R_2 = 100R_1$

È importante però che R_1 NON sia troppo piccola e R_2 NON sia troppo grande.

Considerando $R_1 = 1\text{ k}\Omega$ e sapendo che f_t deve essere pari a 1 kHz , ho tutto quello che mi serve per determinare la C del mio condensatore

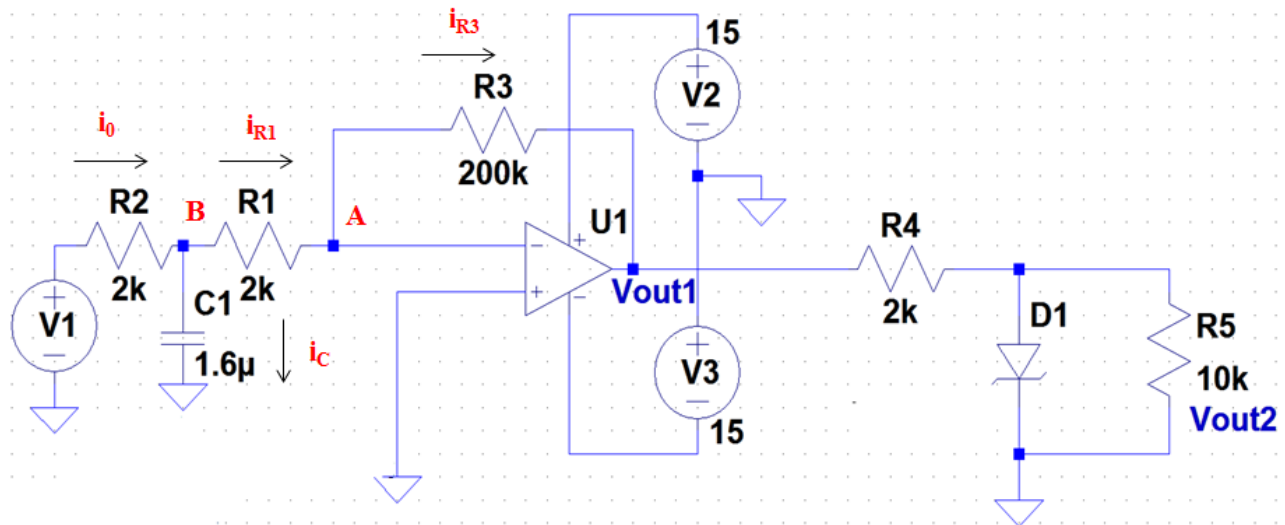
$C = 160\text{ nF}$





Sistema a singolo polo con frequenza di taglio di 1 kHz e fase che passa da -90° a -180° tra 100 Hz e 10 kHz

Soluzione Esercizio 2



Soluzione alternativa della prima parte a quella svolta a lezione

Faccio la KVL dal generatore V1 fino a massa (condensatore), e fino al nodo A

Otengo

$$1) V_1 - i_0 R_2 - i_C (1/sC) = 0$$

$$2) V_1 - i_0 R_2 - i_{R1} R_1 = 0$$

sottraendo membro a membro la 1) e la 2) ottengo

$$3) i_{R1} R_1 = i_C (1/sC)$$

Inoltre, applicando la KCL al nodo B ottengo:

$$4) i_0 = i_{R1} + i_C$$

Da cui

$$i_C = i_{R1} \cdot sCR_1$$

$$i_0 = i_{R1} (1 + sCR_1)$$

la 1) diventa

$$V_1 - i_{R1} (1 + sCR_1) \cdot R_2 - i_{R1} R_1 = 0$$

$$V_1 - i_{R1} [R_2 + sCR_1 R_2 + R_1] = 0$$

$$i_{R1} = V_1 \frac{1}{R_1 + R_2 + sCR_1 R_2}$$

applicando la KCL al nodo A ottengo:

$$5) i_{R1} = i_{R3}$$

E facendo la KVL tra il nodo A e Vout1 ottengo

$$0 - i_{R1} R_3 - V_{out1} = 0$$

$$V_{out1} = -i_{R1} R_3$$

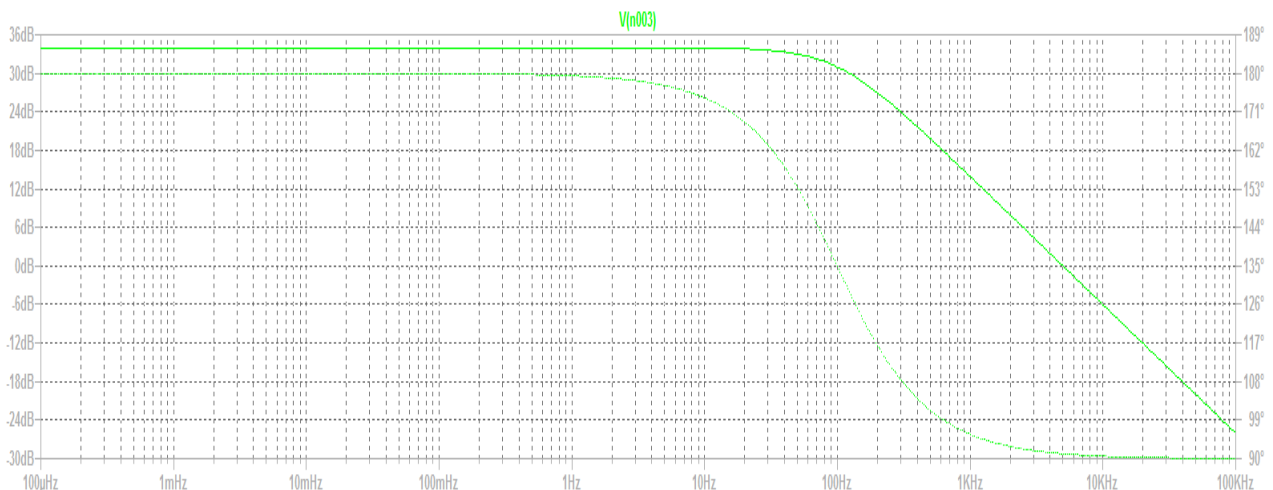
Segue:

$$V_{out1} = -V_1 \frac{1}{R_1 + R_2 + sCR_1R_2} \cdot R_3$$

Divido tutto per $R_1 + R_2$

$$\frac{V_{out1}}{V_1} = -\frac{R_3}{R_1 + R_2} \frac{1}{1 + sC \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}}$$

Moltiplicatore	$-\frac{R_3}{R_1 + R_2}$	34 dB	180°
Zero	Non ce ne sono		
Polo	$\frac{1}{C \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2}}$	100 Hz	0° fino a 10 Hz Decresce di 45°/decade fino a 1 kHz Costante a -90° da 1 kHz in poi



Se consideriamo un segnale di ingresso sinusoidale come quello dato nel problema, abbiamo

$$V_1 = A \sin(\omega t)$$

Con $A = 0.2 \text{ V}$ e $\omega = 1 \text{ Hz}$

Ne segue che V_{out} , sarà del tipo

$$V_{out1} = B \sin(\omega t + \varphi)$$

Per $\omega = 1 \text{ Hz}$

$$B = 50 \times 0.2 = 10 \text{ V}$$

$$\varphi = 90^\circ$$

per $t = 0.5 \text{ s}$ ottengo

$$V_{out1} = 10 \sin(3.14 + 3.14) = 0 \text{ V}$$

Punto 5)

