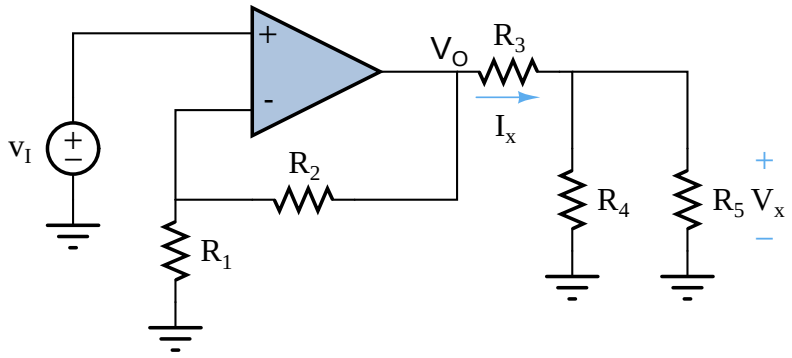
IEE2123 Circuitos Eléctricos
Profesor: David Watts

Tarea 13

Amplificador Operacional (OpAmp)

Problema 1

1. Calcule la corriente I_x mostrada en la figura.
2. Calcule los voltajes V_O y V_x.
3. Calcule la potencia disipada por la resistencia R_4.



Solución:

Para resolver este ejercicio, notamos que hay realimentación negativa, por lo que asumimos un cortocircuito virtual, en donde $V_+ = V_-$. Además, como no entra corriente al opamp, se tiene la siguiente ecuación de corriente en el nodo inversor.

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_1 - V_o}{R_2} = 0 \leftrightarrow V_o = V_1 \frac{R_1 + R_2}{R_1} \tag{1}$$

Luego, haciendo suma de corriente para obtener el voltaje V_x

$$\frac{V_x}{R_5} + \frac{V_x}{R_4} + \frac{V_x - V_o}{R_3} = 0 \tag{2}$$

y reemplazando (1) en (2), se tiene

$$V_x = \frac{V_1(R_1 + R_2)R_5R_4}{R_3R_4 + R_3R_5 + R_4R_5} \tag{3}$$

Para encontrar la corriente, basta con obtener la diferencia de potencial en R_3 y luego, utilizando la ley de Ohm, tendremos la corriente.

$$I_x = \frac{V_o - V_x}{R_3} = \frac{V_1(R_1 + R_2)(R_4(R_3 + R_5 - R_5R_1) + R_5R_3)}{R_1(R_3R_4 + R_3R_5 + R_4R_5)} \tag{4}$$

Y por último, la potencia disipada por el resistor R_4 es:

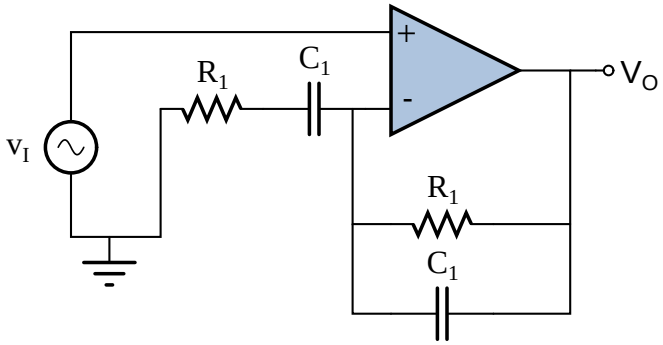
$$P = I^2/R_4 = V_x^2 R_4 = \Big(\frac{V_1(R_1+R_2)R_5R_4}{R_3R_4+R_3R_5+R_4R_5}\Big)^2 R_4 \tag{5}$$

Problema 2

1. Para el circuito de la figura, determine su función de transferencia $H(s)$ que relaciona la salida con la entrada.

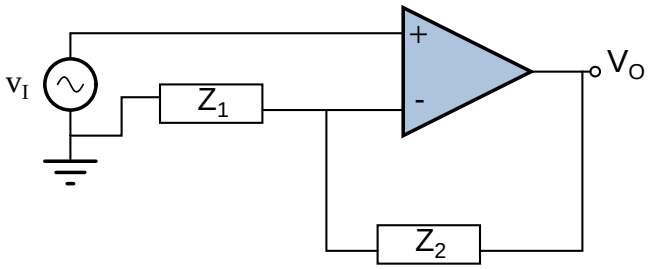
2. Luego, grafique el diagrama de bode para magnitud y fase, indicando pendientes, frecuencias de corte, y ganancias. Compruebe su resultado utilizando matlab u otro programa que estime conveniente, sin considerar LTspice.
   Utilice $C_1 = 4\ [\mu F]$, $C_2 = 6\ [\mu F]$, $R_1 = 3\ [k\Omega]$ y $R_2 = 5\ [k\Omega]$

3. Indique que tipo de filtro es.



Solución:

1. Para determinar la función de transferencia $H(s)$, se utiliza el siguiente circuito:



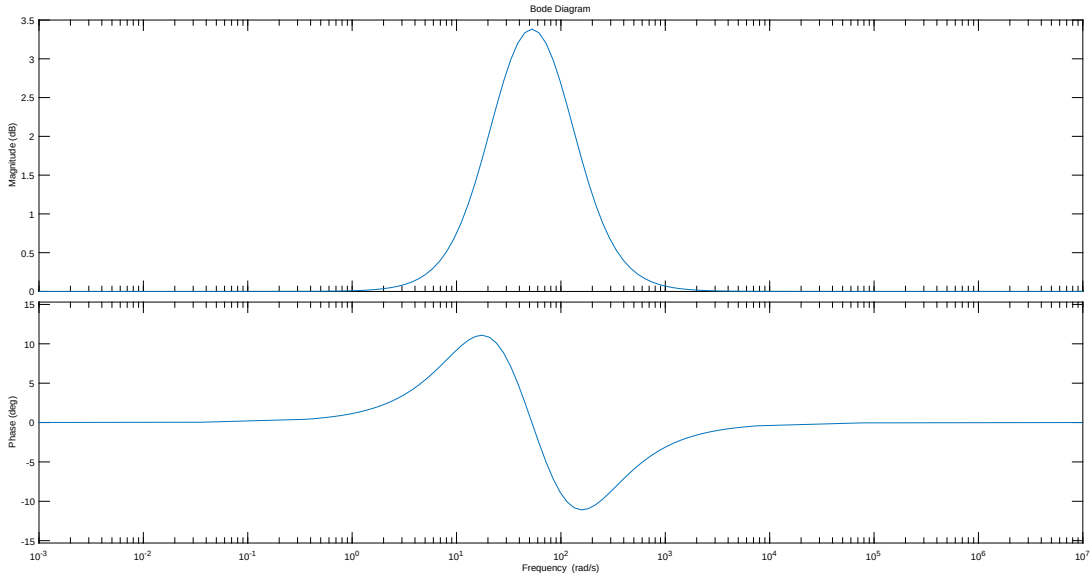
   Donde $Z_1 = R_1 + \frac{1}{sC_1}$ y $Z_2 = \frac{1}{sC_2} \| R_2$.
   Luego, la función de transferencia del circuito equivalente es:

$$H(s) = \frac{V_o}{V_I} = 1 + \frac{Z_2}{Z_1} \tag{6}$$

   Reemplazando los valores obtenemos:

$$H(s) = \frac{sC_1R_1}{(1 + sR_1C_1)(1 + sR_2C_2)} + 1 = \frac{(1 + sR_1C_1)(1 + sR_2C_2) + sC_1R_2}{(1 + sR_1C_1)(1 + sR_2C_2)} \tag{7}$$

2. El diagrama de bode es el siguiente:



3. Es un filtro activo pasa banda. Amplifica señales de frecuencias entre 10 $[rad/s]$ y 1000 $[rad/s]$. La gracia de este circuito, es que la señal en donde se maximiza la amplificación, no presenta un desfase, por lo que la señal de salida es idéntica a la de la entrada en términos de fase.