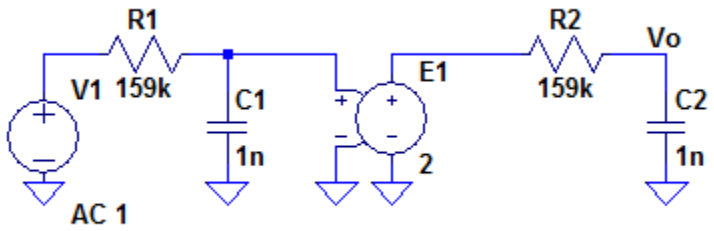
1. Funciones de transferencia y filtros

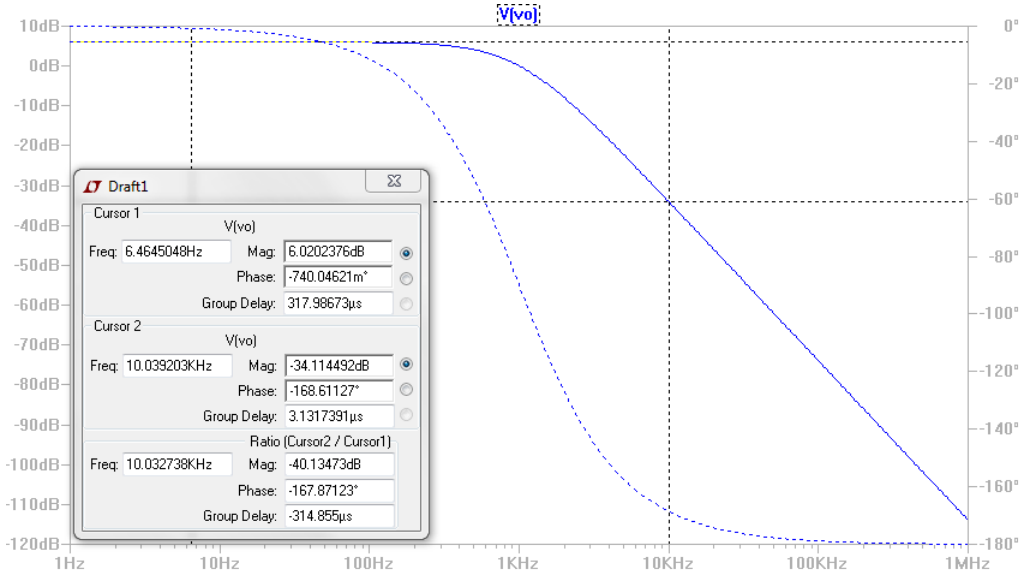
(a) Una ganancia de 6dB en la banda pasante implica que la entrada se amplifique por 2. Luego, es necesario un amplificador (puede hacerse el amplificador con un opamp, una fuente de voltaje dependiente, o simplemente un bloque genérico que amplifique).

El tercer requerimiento nos dice que fuera de la banda pasante, la ganancia decae a 40dB por década. Esto implica que hay un polo conjugado.

Luego, el circuito más simple sería tener dos pasabajos en cascada, separados entre sí por el amplificador.



Y su Bode es el siguiente:



(b) El circuito es un pasa-altos en cascada con un pasa-bajos, separados por un *buffer*. Gracias a esto último, podemos multiplicar la función de transferencia de cada etapa para obtener la función total.

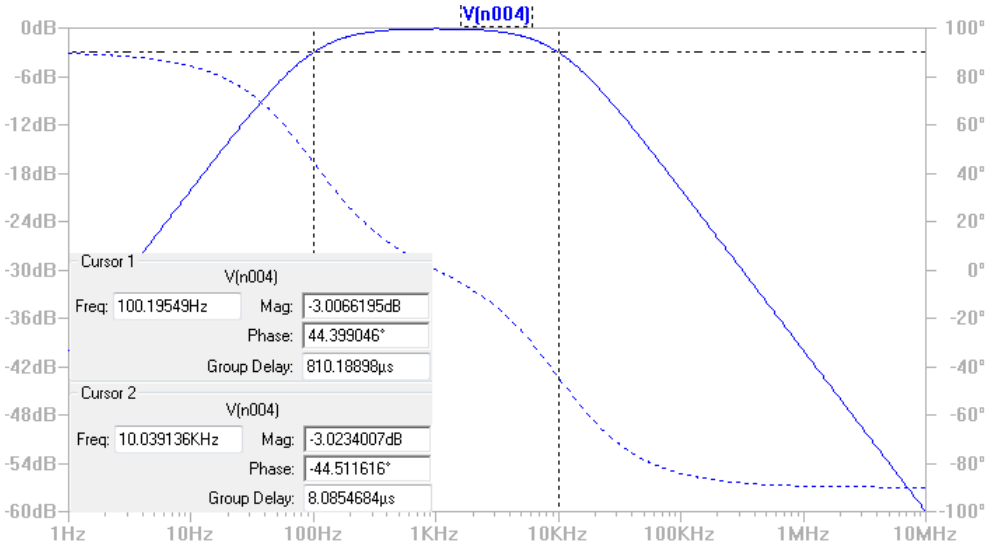
$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{sR_1C_1}{(1+sR_1C_1)(1+sR_2C_2)} = \frac{1{,}59 \cdot 10^{-3}s}{(1+1{,}59 \cdot 10^{-3}s)(1+1{,}59 \cdot 10^{-5})s}$$

Luego los polos son:

$$p_1 = 629\frac{rad}{s} = 100Hz$$

$$p_2 = 62893\frac{rad}{s} = 10kHz$$

El diagrama de Bode es el siguiente:



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

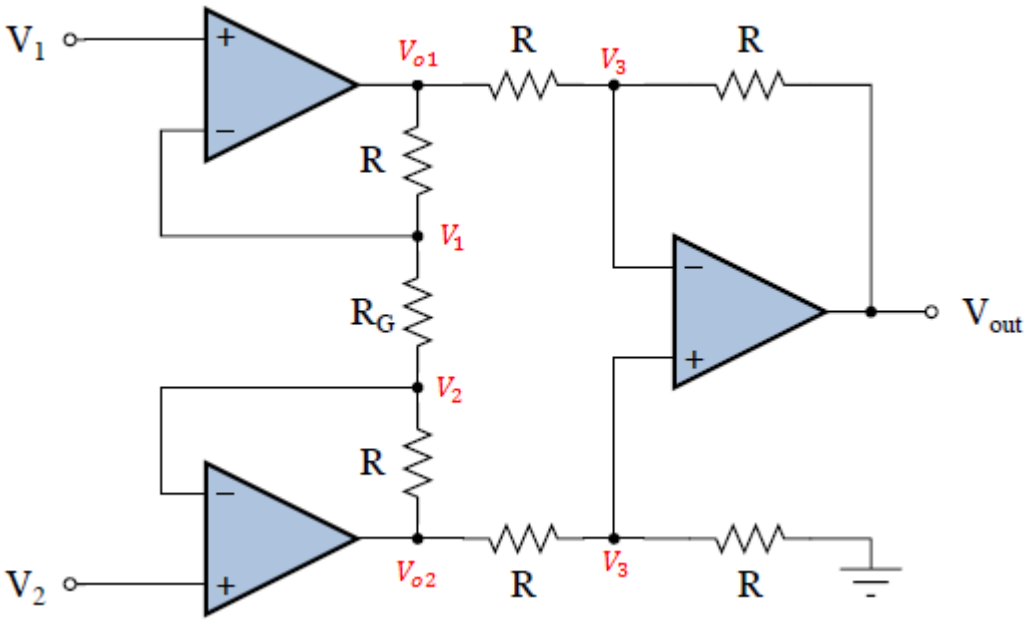
IEE2123 – Circuitos Eléctricos

Pauta I2

II. Opamps

a) Determine la expresión para V_{out} en función de V_1, V_2, R, R_G. Luego calcule V_{out} para $R_G = 0$ y $R_G = \infty$

Solución:



Ecuaciones:

$$\frac{V_{out} - V_3}{R} = \frac{V_3 - V_{o1}}{R} \rightarrow 2V_3 = V_{out} + V_{o1} \quad (1)$$

$$\frac{V_{o1} - V_1}{R} = \frac{V_3 - V_{o1}}{R} \rightarrow 2V_{o1} = V_3 + V_1 \quad (2)$$

$$\frac{V_{o1} - V_1}{R} = \frac{V_1 - V_2}{R_G} \rightarrow V_{o1} = \left(\frac{V_1 - V_2}{R_G} + \frac{V_1}{R}\right) R \quad (3)$$

$$\frac{V_1 - V_2}{R_G} = \frac{V_2 - V_{o2}}{R} \rightarrow V_{o2} = \left(\frac{V_2}{R} - \frac{V_1 - V_2}{R_G} + \right) R \quad (4)$$

$$\frac{V_{o2} - V_3}{R} = \frac{V_3}{R} \rightarrow 2V_3 = V_{o2} \quad (5)$$

(5) en (1) $\rightarrow V_{02} - V_{o1} = V_{out}$ (6)

(3) y (4) en (6) $\rightarrow \left(\frac{V_2}{R} - \frac{V_1 - V_2}{R_G} + \right) R - \left(\frac{V_1 - V_2}{R_G} + \frac{V_1}{R}\right) R$

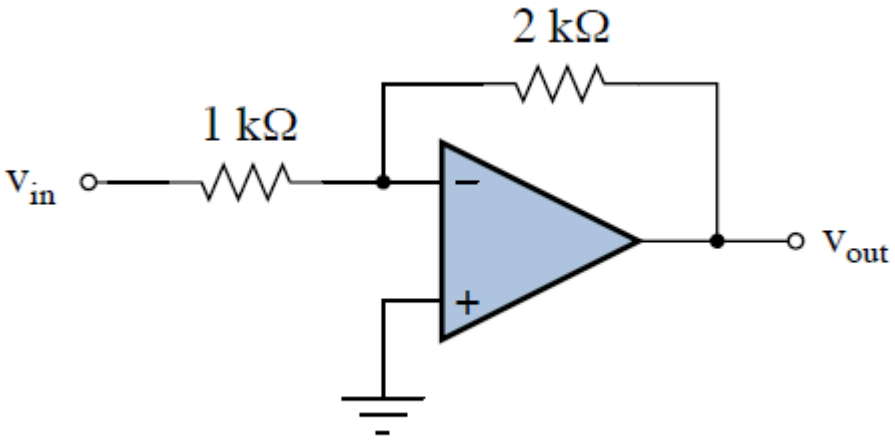
$\rightarrow \; V_{out} = (V_2 - V_1)\left(1 + \frac{2R}{R_G}\right)$ (7)

Luego

Si $R_G \rightarrow \infty$: $V_{out} = (V_2 - V_1)(1 + 0) = V_2 - V_1$

Si $R_G \rightarrow \infty$: $V_{out} = (V_2 - V_1)(1 + \infty) = \infty$ (En la práctica el voltaje se va a los rieles)

b) En el siguiente circuito



1. Calcule la impedancia de entrada
2. Grafique la salida V_{out} para $V_{in} = 5sen(2\pi 1000t)$, indicando valores en los ejes

Solución:

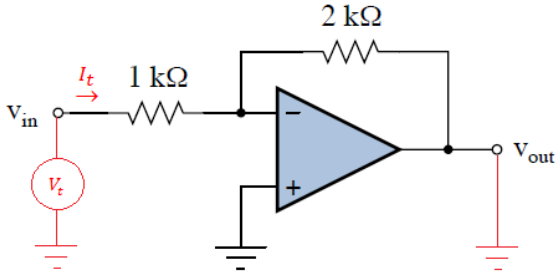
Por simple inspección: $V_+ = V_- = 0$ (1)

Calculamos V_{out} en función de V_{in}: $\frac{V_- - V_{out}}{2k\Omega} = \frac{V_{in} - V_-}{1k\Omega} \rightarrow V_{out} = -2V_{in}$ (2)

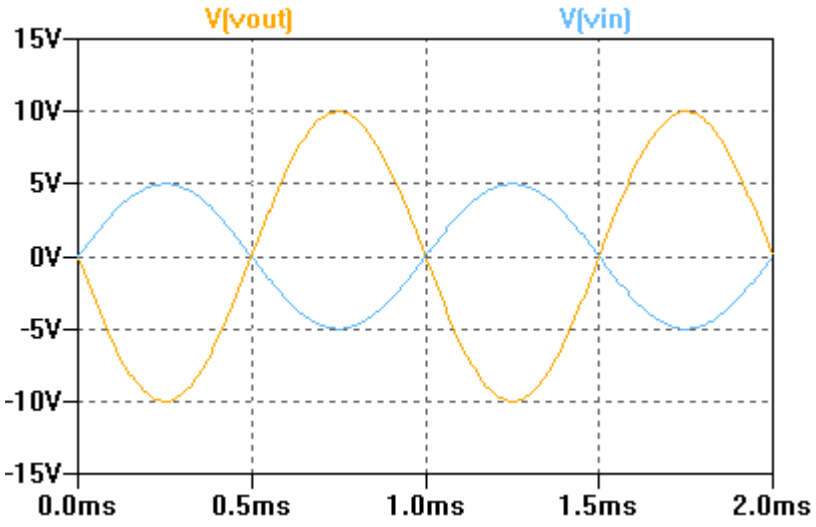
Para calcula la impedancia de entrada conectamos una fuente de prueba en V_{in} y cortocircuitamos a tierra el nodo V_{out}

Ecuaciones:

$\frac{V_t - V_-}{1k\Omega} = I_t \rightarrow \frac{V_t}{I_t} = Z_{in} = 1k\Omega$



Para ver el gráfico utilizamos (2): $V_{out} = -10sen(2\pi 1000t)$



I₂

Para facilidad de ejercicios se refiere todo al circuito del medio.
Vemos que los circuitos de la izquierda y la derecha se pueden escribir como un Norton o un Thevenin.
Hagamos el Thevenin equivalente para ver lo que hay que referir



Voltaje a referir al centro: $\frac{V_1}{R} Z_1 = V_1 \cdot \frac{1}{1+CR_s}$ + 0.5 $= V_1'$

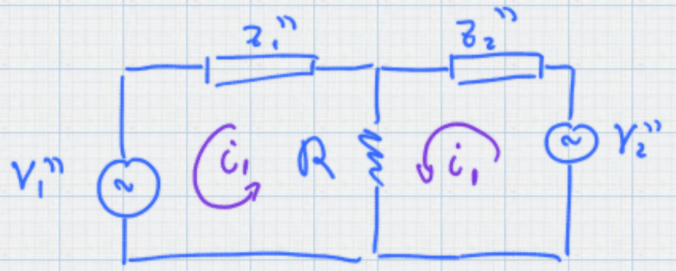
Impedancia para referir al centro: $Z_p = R // \frac{1}{sC} = \frac{R}{1+CR_s}$ + 0.5 $= Z_1'$

El funcionamiento del circuito de la derecha funciona igual

Voltaje a referir: $V_2 \cdot \frac{Ls}{R+Ls} = \frac{V_2}{R_2} \cdot Z_2$ + 0.5 $= V_2'$

Impedancia a referir: $Z_2 = R // sL = \frac{LRs}{R+Ls}$ + 0.5 $= Z_2'$

Reteniendo el centro



$$V_1'' = -\gamma_1' \cdot \frac{1}{3} = -\frac{V_1}{3(1+sCR)} \qquad Z_1'' = \frac{1}{9} Z_1' = \frac{R}{9(1+sCR)} \quad +0{,}5$$

$$\gamma_2'' = \gamma_2' \cdot \frac{1}{2} + 0{,}5 = \frac{V_2 \cdot Ls}{2(R+sL)} \qquad Z_2'' = \frac{1}{4} Z_2' + 0{,}5 = \frac{LRs}{4(R+Ls)}$$

Se puede resolver por 3 maneras : Superposicion , Nodos o Mallas +1 por mencionar el metodo

Resolviendo por mallas : $V_1'' = R(i_1 - i_2) + Z_1'' \cdot i_1$ Notemos $I = i_2 - i_1$

$V_2'' = R(i_2 - i_1) + Z_2'' i_2$

$$\Rightarrow i_2 - i_1 = 2V_2 - 3V_1 \cdot \frac{Ls}{4R^2 + 14LRs + 9C2R^2 s^2} \quad +1$$