

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

SÍNTESIS DE FILTROS ANALÓGICOS
PARCIAL N°2

Profesor: Francisco Pineda

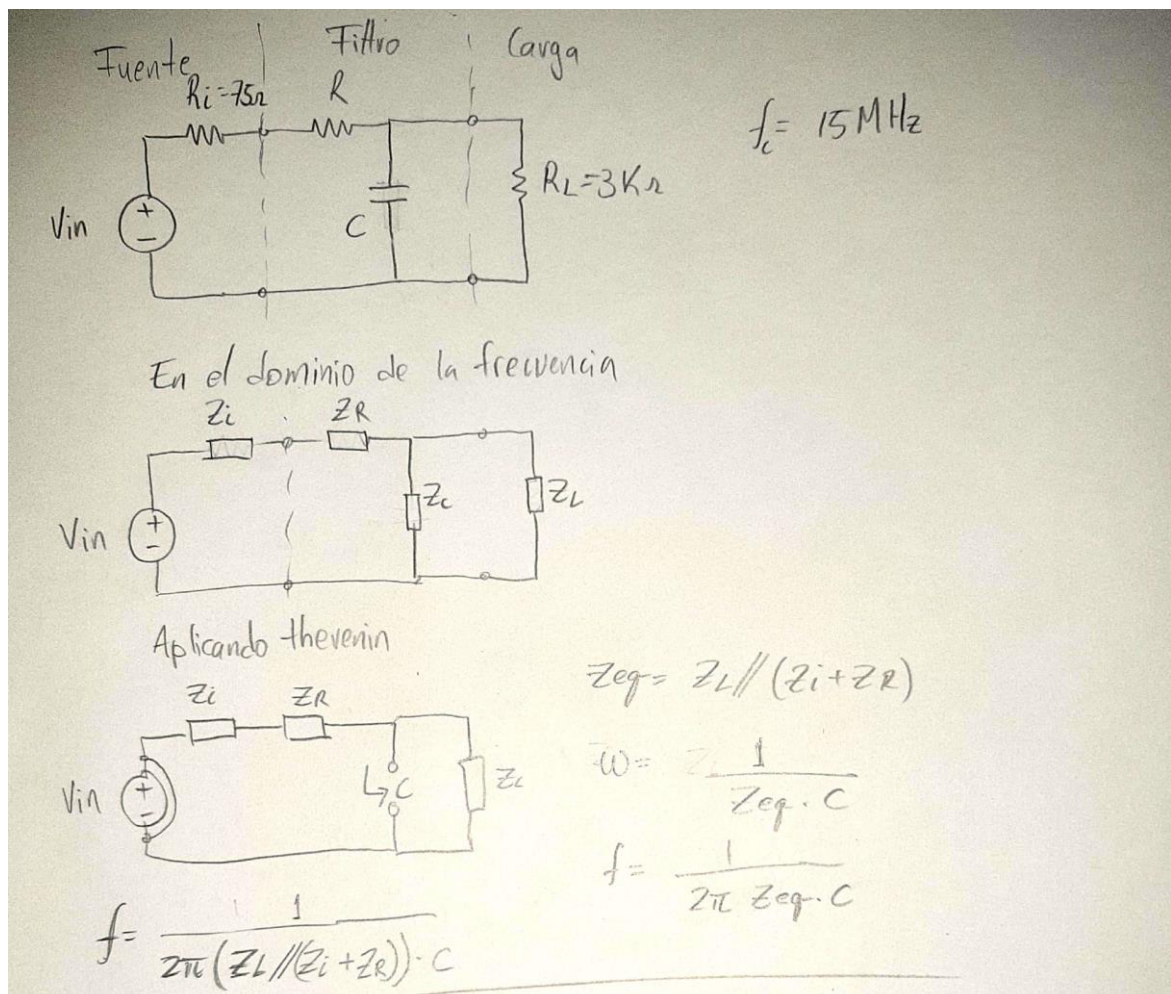
Nota: _____

Nombre: Fernando Guiraud

Cedula: 8-945-692

Instrucciones: Resuelva correctamente los siguientes problemas. Para la entrega correcta del parcial debe enviar vía correo electrónico un archivo en PDF con sus procedimientos. El correo al que debe enviar sus procedimientos es: francisco.pineda@utp.ac.pa

Problema 1: Diseñe un filtro pasa bajas para una frecuencia de corte de 15MHz. Confirme su respuesta con una simulación y construya su diagrama de Bode. Además, especifique el esquema de su circuito, la función de transferencia, el valor máximo de la función de transferencia y el valor de la función de transferencia para la frecuencia de corte. Para su diseño tenga en cuenta que la resistencia interna de la fuente de señal es de $75\ \Omega$ y la carga tiene un valor de $3k\Omega$.



$$15M = \frac{1}{2\pi(3K \parallel (75+R)) \cdot C}$$

despejando R

$$R = \frac{+75(C - 1.45008 \times 10^{-10})}{C - 3.5368 \times 10^{-12}}$$

$$-75(C + 1.45008 \times 10^{-10}) > 0$$

$$C < 0.145008 \text{ nF}$$

Donde

$$C - 3.5368 \times 10^{-12} > 0$$

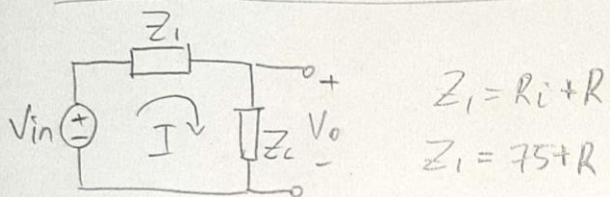
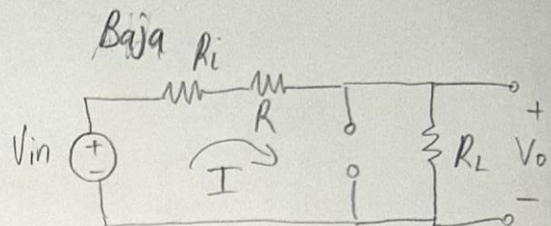
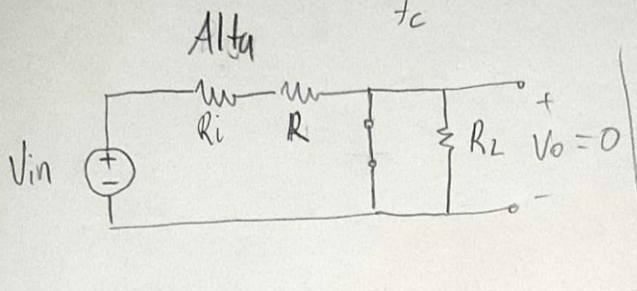
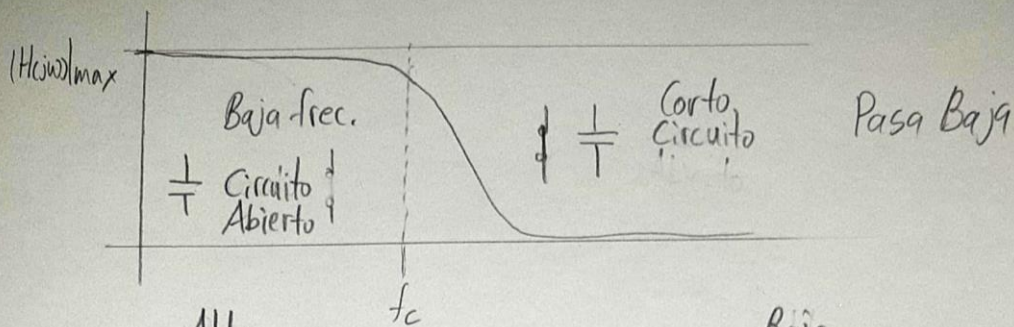
$$C > 3.5368 \text{ pF}$$

\therefore

$$C = 50 \text{ pF}$$

Reemplazando

$$R = 153.36 \Omega$$



$$Z_i = R_i + R$$

$$Z_i = 75 + R$$

$$V_o = \frac{Z_L}{Z_i + Z_L} \cdot V_{in}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{3000}{(75 + R) + 3000}$$

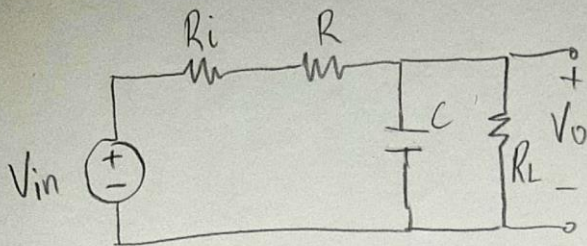
$$H(s)_{max} = \frac{3000}{(75 + 153.36) + 3000}$$

$$H(s)_{max} = 0.9293$$

Magnitud en la frecuencia de corte

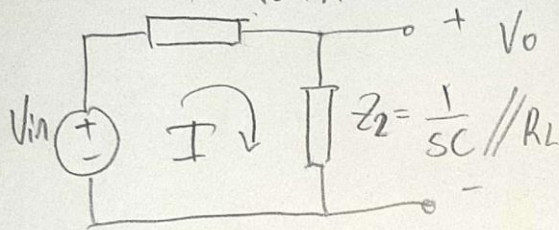
$$\frac{H(s)_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{0.9293}{\sqrt{2}} = \boxed{0.6571}$$

Funcion de transferencia



En el dominio de la frecuencia

$$Z_1 = R_i + R$$



$$V_o = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot V_{in}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1/sC // R_L}{R_i + R + (1/sC // R_L)}$$

$$H(s) = \frac{(1/s(50p)) // 3000}{75 + 153.36 + \left[\frac{1}{s(50p)} // 3000 \right]}$$

$$\boxed{H(s) = \frac{8.7581 \times 10^{-7}}{s + 9.4248 \times 10^{-7}}}$$

Función de transferencia

Circuito simulado en Multisim:

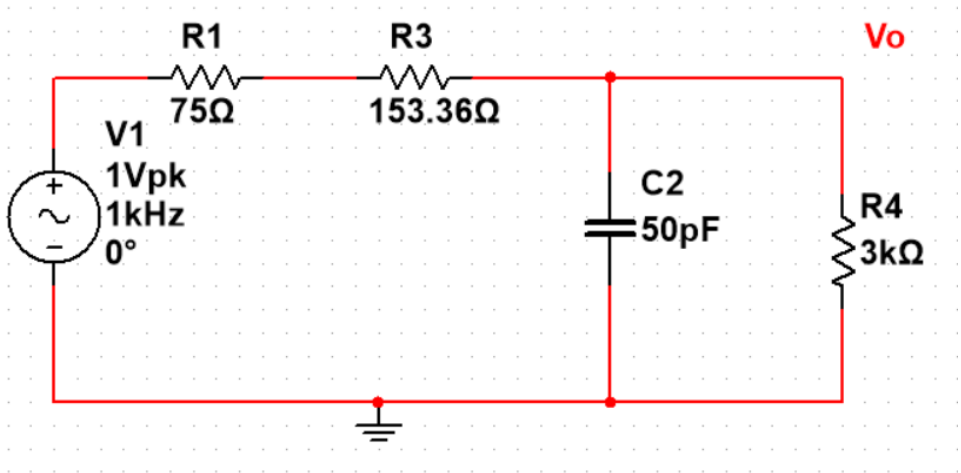
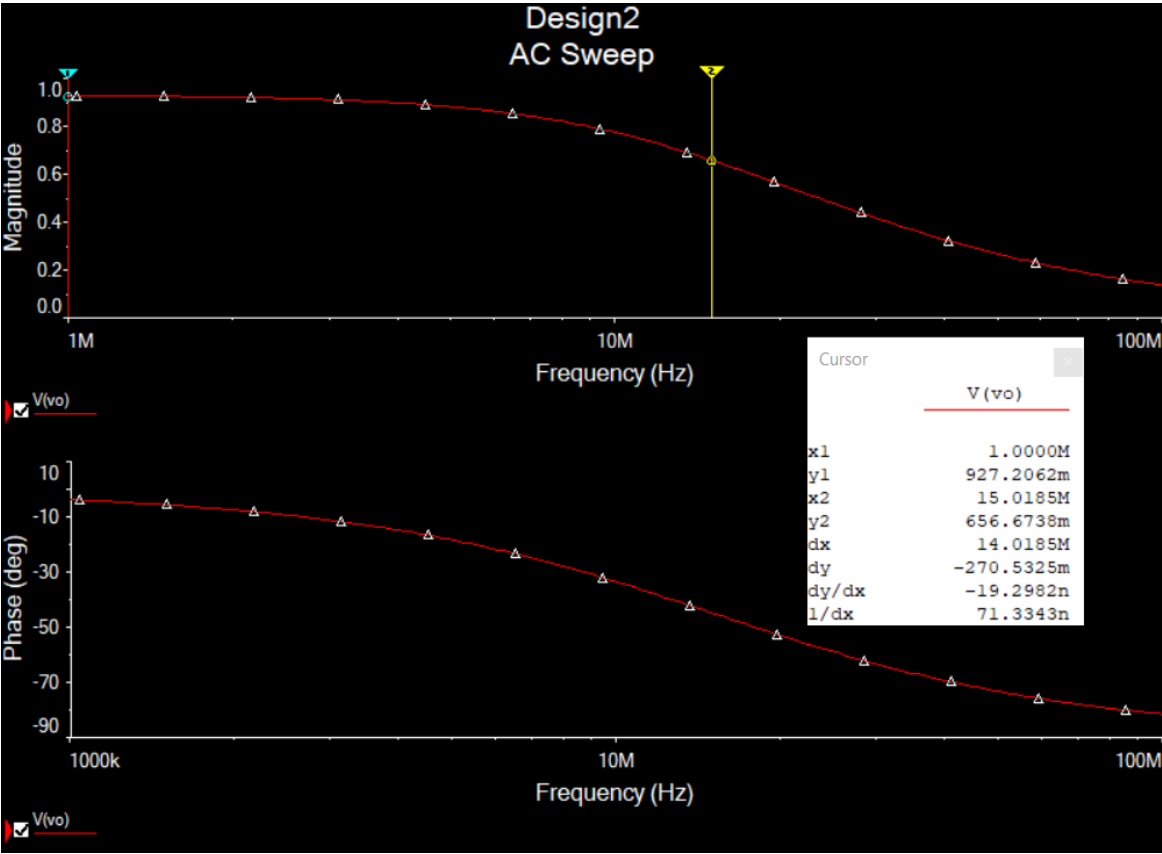
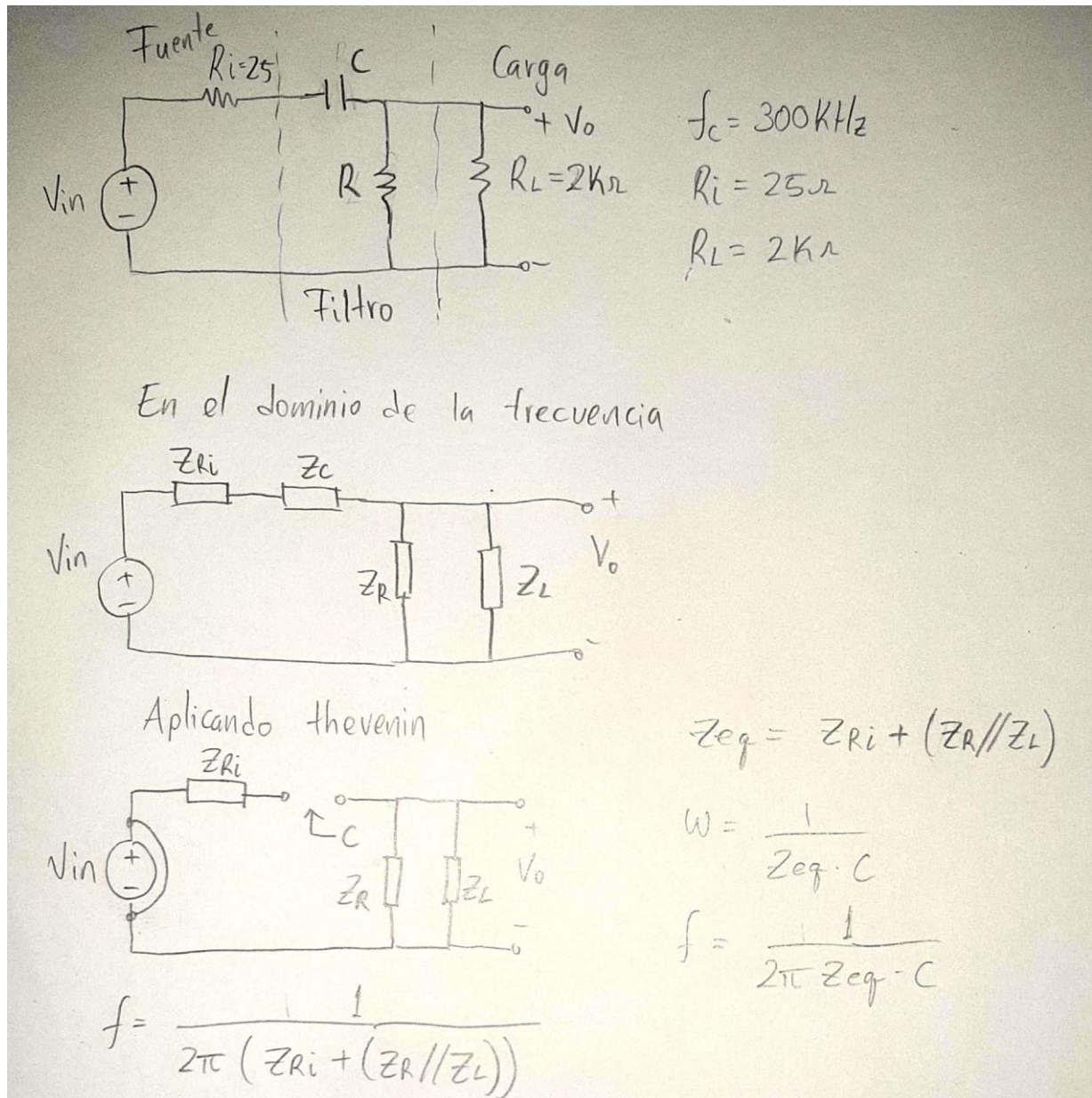


Diagrama de Bode de magnitud y de fase:



Problema 2: Diseñe un filtro pasa altas para una frecuencia de corte de 300kHz. Confirme su respuesta con una simulación y construya su diagrama de Bode. Además, especifique el esquema de su circuito, la función de transferencia, el valor máximo de la función de transferencia y el valor de la función de transferencia para la frecuencia de corte. Para su diseño tenga en cuenta que la resistencia interna de la fuente de señal es de $25\ \Omega$ y la carga tiene un valor de $2k\Omega$.



$$300K = \frac{1}{2\pi(25 + (R//2K)) \cdot C}$$

Despejando R

$$R = \frac{-24.6914(C - 2.12207 \times 10^{-8})}{C - 2.6198 \times 10^{-10}}$$

$$-24.6914(C - 2.12207 \times 10^{-8}) > 0$$

$$C < 21.2207 \text{ nF}$$

Donde

$$C - 2.6198 \times 10^{-10} > 0$$

$$C > 0.26198 \text{ nF}$$

$$0.26198 \text{ nF} < C < 21.2207 \text{ nF}$$

$$\therefore C = 2 \text{ nF}$$

Reemplazando

$$R = 273.061 \Omega$$

$|H(j\omega)|_{\max}$

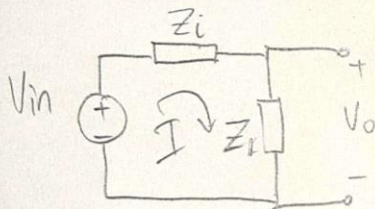
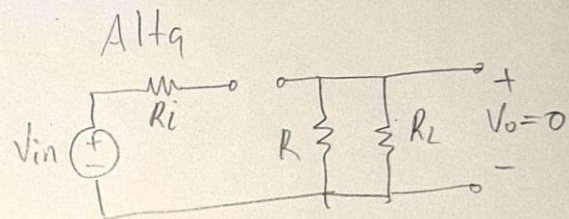
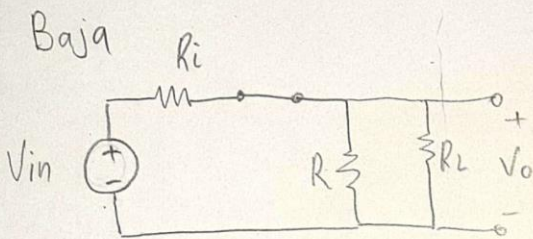
Baja frec.

Corto $\frac{1}{s}$
Circuito

Alta frec.

Circuito $\frac{1}{s}$ d
Abierto $\frac{1}{s}$ q

Pasa Alta



$$Z_L = R//R_L$$

$$V_o = \frac{Z_L}{Z_i + Z_L} \cdot V_{in}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{R//R_L}{R_i + (R//R_L)}$$

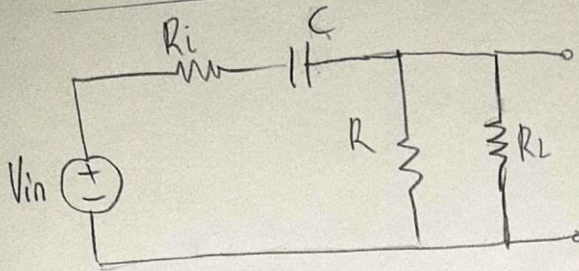
$$H(s)_{\max} = \frac{\left(\frac{1}{273.061} + \frac{1}{2000} \right)^{-1}}{25 + \left(\frac{1}{273.061} + \frac{1}{2000} \right)^{-1}}$$

$$|H(s)_{\max}| = 0.90575$$

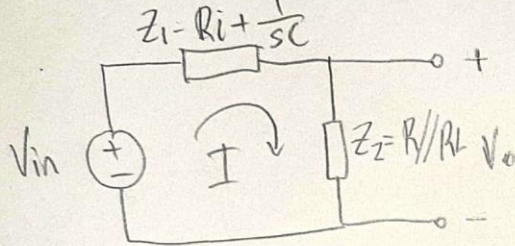
Magnitud en la frecuencia de corte

$$\frac{H(s)_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{0.90575}{\sqrt{2}} = \boxed{0.64046}$$

Función de transferencia



En el dominio de la frecuencia



$$V_o = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \cdot V_{in}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{R // R_L}{R_i + \frac{1}{sC} + (R // R_L)}$$

$$H(s) = \frac{(273.061 // 2000)}{25 + \frac{1}{s(2 \times 10^{-9})} + (273.061 // 2000)}$$

$$H(s) = \frac{0.90575 \cdot s}{s + 1.88495 \times 10^6}$$

Función de transferencia

Circuito simulado en Multisim:

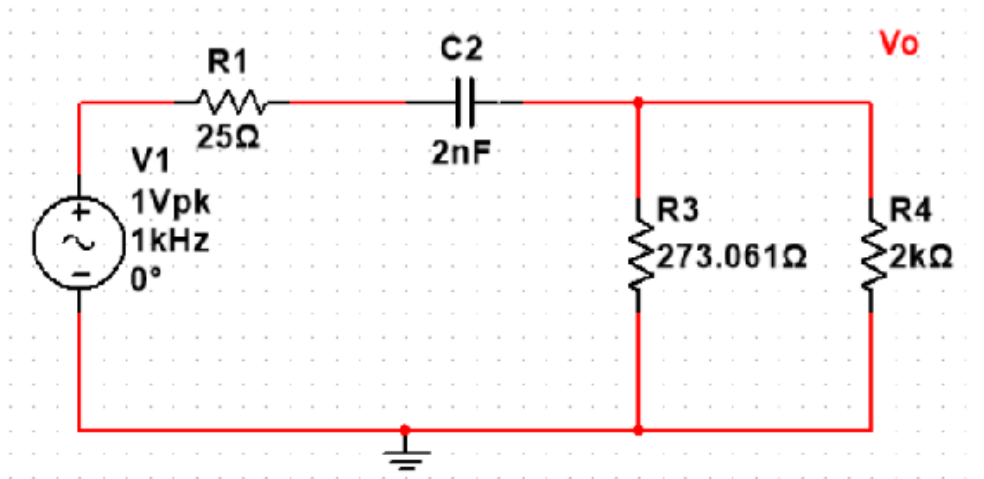
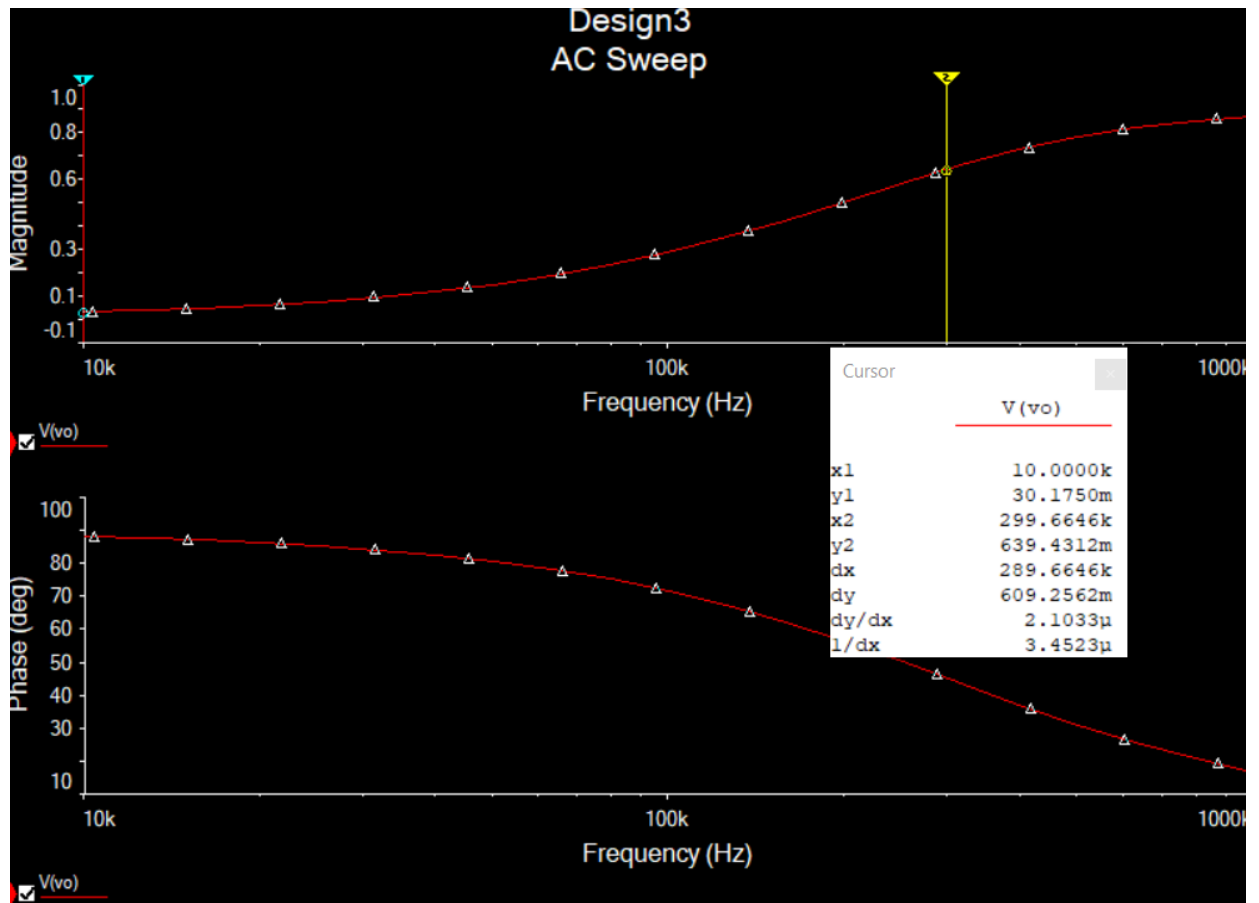
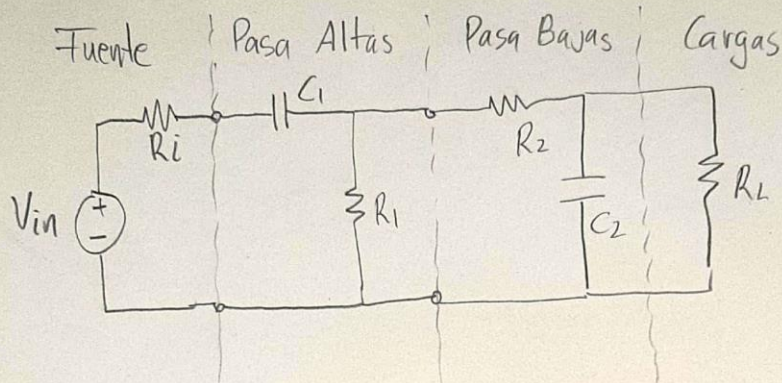


Diagrama de Bode de magnitud y de fase:



Problema 3: Diseñe un filtro pasa banda para una frecuencia de corte de 300kHz y 20MHz. Confirme su respuesta con una simulación y construya su diagrama de Bode. Además, especifique el esquema de su circuito, la función de transferencia, el valor máximo de la función de transferencia y el valor de la función de transferencia para la frecuencia de corte. Para su diseño tenga en cuenta que la resistencia interna de la fuente de señal es de $30\ \Omega$ y la carga tiene un valor de $5k\Omega$.

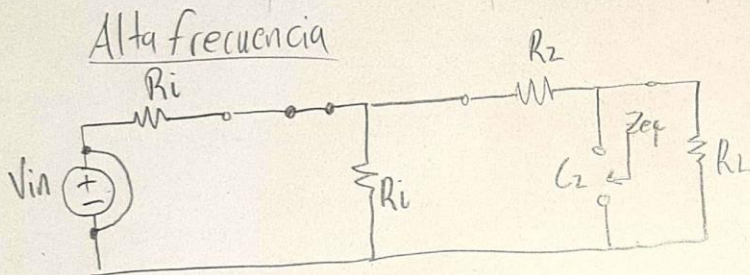


$$f_H = 20\text{MHz}$$

$$f_L = 300\text{kHz}$$

$$R_L = 5k\Omega$$

$$R_i = 30\Omega$$

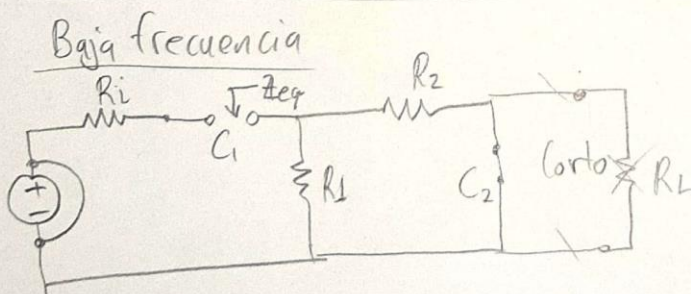


$$Z_{eq} = R_L // (R_2 + R_1 // R_i)$$

$$\omega_H = \frac{1}{Z_{eq} C_2}$$

$$\omega_H = \frac{1}{R_L // (R_2 + R_1 // R_i) \cdot C_2}$$

$$f_H = \frac{1}{2\pi \cdot R_L // (R_2 + R_1 // R_i) \cdot C_2}$$

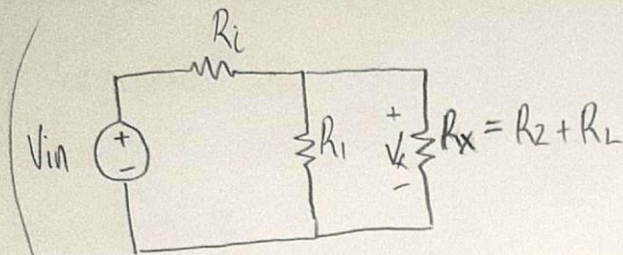
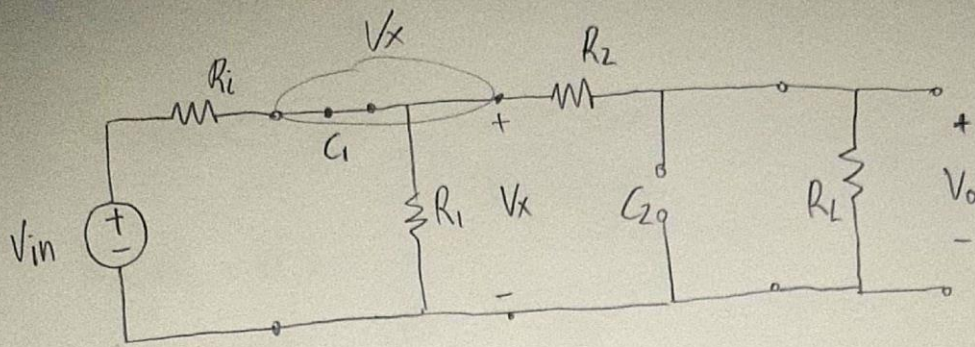


$$Z_{eq} = R_i + R_1 // R_2$$

$$\omega_L = \frac{1}{Z_{eq} C_1}$$

$$\omega_L = \frac{1}{(R_i + R_1 // R_2) C_1}$$

$$f_L = \frac{1}{2\pi \cdot (R_i + R_1 // R_2) C_1}$$



$$V_x = \frac{R_1 // R_x}{R_i + R_1 // R_x} \cdot V_{in}$$

$$V_o = \frac{R_L}{R_2 + R_L} \cdot V_x$$

$$V_o = \frac{R_L}{R_2 + R_L} \cdot \frac{R_1 // R_x}{R_i + R_1 // R_x} \cdot V_{in}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{R_L}{R_2 + R_L} \cdot \frac{R_1 // (R_2 + R_L)}{R_i + R_1 // (R_2 + R_L)}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{R_L}{R_2 + R_L} \cdot \frac{\frac{R_1 (R_2 + R_L)}{R_1 + R_2 + R_L}}{R_i + \frac{R_1 (R_2 + R_L)}{R_1 + R_2 + R_L}}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{R_L}{R_2 + R_L} \cdot \frac{R_1 (R_2 + R_L)}{R_i (R_1 + R_2 + R_L) + R_1 (R_2 + R_L)}$$

$$H(s)_{max} = \frac{R_1 \cdot R_L}{R_i \cdot R_1 + (R_i + R_1)(R_2 + R_L)}$$

$$H(s)_{\max} = 0.7$$

Para las frecuencias de corte el valor de la función de transferencia es:

$$\frac{H(s)_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{0.7}{\sqrt{2}} = \boxed{0.49498}$$

$$H(s)_{\max} < 1$$

\therefore

$$H(s)_{\max} = 0.7$$

$$f_L = 300 \text{ KHz}$$

$$f_H = 20 \text{ MHz}$$

$$R_i = 30 \Omega$$

$$R_L = 5 \text{ K}\Omega$$

$$H(s)_{\max} = \frac{R_i \cdot R_L}{R_i R_L + (R_i + R_L)(R_2 + R_L)}$$

$$\frac{7}{10} = \frac{5000 \cdot R_1}{30 R_1 + (30 + R_1)(R_2 + 5000)}$$

$$\frac{H(s)_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{0.7}{\sqrt{2}} = \boxed{0.49498}$$

Despejando R_1

$$R_1 = \frac{210(R_2 + 5000)}{-7R_2 + 14790}$$

Límite

$$-7R_2 + 14790 > 0$$

$$R_2 \leq 2112.86$$

$$R_2 = 1.2 \text{ K}\Omega$$

Reemplazando en

$$R_1 = 203.756 \Omega$$

Frecuencia Baja

$$f_L = \frac{1}{2\pi (R_i + R_1 // R_2) C_1}$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f_L (R_i + R_1 // R_2)}$$

$$C_1 = \frac{1}{2\pi \cdot (300 \text{ K}) (30 + 203.756 // 1200)}$$

$$\boxed{C_1 = 2.5983 \text{ nF}}$$

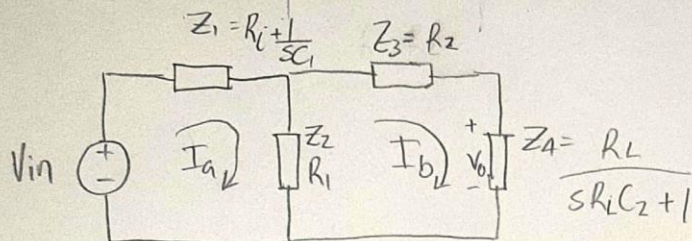
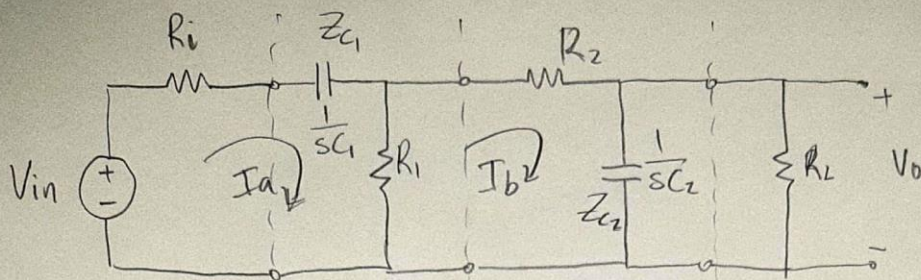
Frecuencia Alta

$$f_H = \frac{1}{2\pi \cdot R_L // (R_2 + R_1 // R_i) \cdot C_2}$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi f_H \cdot R_L // (R_2 + R_1 // R_i)}$$

$$C_2 = \frac{1}{2\pi (20 \text{ M}) [(5 \text{ K}) // (1.2 \text{ K} + 203.756 // 30)]}$$

$$\boxed{C_2 = 8.08158 \text{ pF}}$$



$$Z_4 = R_L // \frac{1}{sC_2}$$

$$Z_4 = \frac{R_L \cdot \frac{1}{sC_2}}{R_L + \frac{1}{sC_2}}$$

$$Z_4 = \frac{R_L}{sR_L C_2 + 1}$$

$$Z_4 = \frac{5000}{s(5000)(8.08158 \times 10^{-12}) + 1}$$

$$Z_4 = \frac{1.2374 \times 10^{11}}{s + 2.4748 \times 10^7}$$

$$Z_1 = 30 + \frac{1}{s(2.5983 \times 10^{-9})}$$

$$Z_2 = 203.756 \Omega$$

$$Z_3 = 1200 \Omega$$

Ec. Malla Ia

$$V_{in} = \left(30 + \frac{1}{s(2.5983 \times 10^{-9})} + 203.756\right) I_a - 203.756 I_b$$

Ec. Malla Ib

$$0 = \left(203.756 + 1200 + \frac{1.2374 \times 10^{11}}{s + 2.4748 \times 10^7}\right) I_b - 203.756 I_a$$

Ec. Vo

$$V_o = I_b \cdot Z_4 = \frac{I_b \cdot (1.2374 \times 10^{11})}{s + 2.4748 \times 10^7}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones

$$V_o = \frac{8.7966 \times 10^7 V_{in} \cdot s}{s^2 + 1.2755 \times 10^8 \cdot s + 2.1280 \times 10^{14}}$$

Función de transferencia

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{8.7966 \times 10^7 \cdot s}{s^2 + 1.2755 \times 10^8 \cdot s + 2.1280 \times 10^{14}} = H(s)$$

Circuito simulado en Multisim:

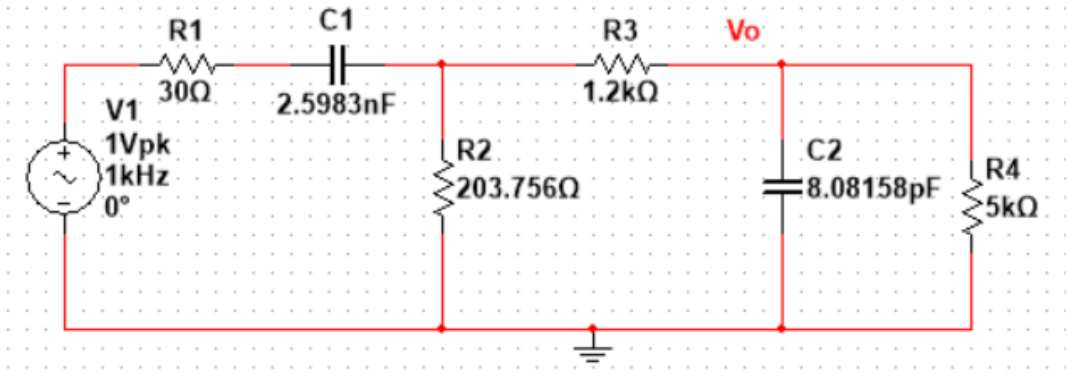


Diagrama de Bode de magnitud y de fase:

