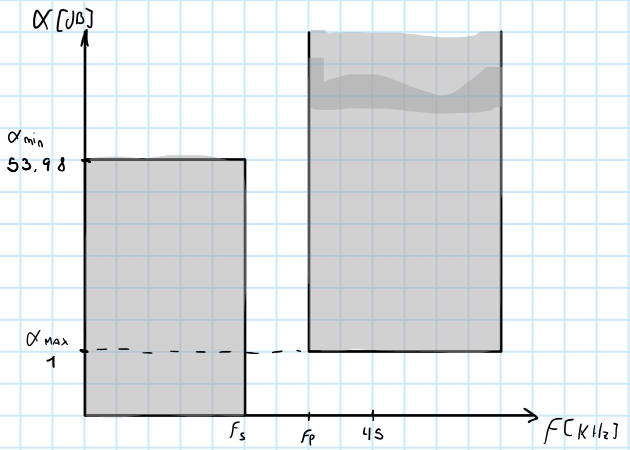
Ejercicio 8

miércoles, 8 de junio de 2022 2:54 a. m.

Un tono de 45 KHz y 200 mV de amplitud es distorsionado por un tono de 12 KHz y 2 V de amplitud. Diseñar un filtro pasa altos que atenúe la señal interferente, de tal forma que el remanente no sea mayor que el 2 % de los 200 mV.

La ganancia en alta frecuencia deberá ser de 0 dB y la máxima atenuación en la banda de paso menor a 1 dB. Emplear la aproximación que necesite menor número de etapas.

Sintetizar el filtro utilizando la siguiente estructura. Considere a *A1* y a *A2* como dos OTAs ideales cuyos parámetros son g_{m1} y g_{m2}.



2% de 200 mV → 4 mV

$$\alpha_{min} = 20 \log\left(\frac{2\cancel{V}}{0{,}004\cancel{V}}\right) = 53{,}98 \text{ dB}$$

$$\alpha_{max} = 1 \text{ dB}$$

$$\varepsilon^2 = 10^{\frac{\alpha_{max}}{10}} - 1 = 10^{0,1} - 1 \rightarrow \varepsilon^2 = 0{,}25892$$

Me piden el menor número de etapas -> Chebyshev(Pendiente mas abrupta)
Decido no utilizar como frecuencia de paso a la frecuencia del tono, ya que yo no quiero que tenga de por si 1dB de atenuacion (Por mas que en la banda de paso, en Chebyshev, oscile la atenuación). Por lo tanto defino como banda de paso a una frecuencia menor. Adopto f_p = 40KHz

$$f_p = 40 \text{ KHz} \rightarrow \omega_p = 2\pi\, 40K\, s^{-1} \xrightarrow{\text{NORMALIZO}} \omega_{pN} = \omega_p / \omega_{p_N} \rightarrow \omega_{pN} = 1$$

$$f_s = 12 \text{ KHz} \rightarrow \omega_s = 2\pi\, 12K\, s^{-1} \longrightarrow \omega_{sN} = \omega_s / \omega_{p_N} \rightarrow \omega_{sN} = 0{,}3$$

$$f_T = 45 \text{ KHz} \rightarrow \omega_T = 2\pi\, 45K\, s^{-1} \longrightarrow \omega_{TN} = \omega_T / \omega_{p_N} \rightarrow \omega_{sN} = 1{,}125$$

Para encontrar las frecuencias equivalentes en Pasa Bajo

$$\boxed{\Omega_{LP} = \frac{1}{\omega_{BP}}}$$

Uso la formula para encontrar las Ω equivalentes

ω_{BP}	Ω_{LP}
$\omega_{p_N} = 1$	$\Omega_p = 1$
$\omega_{sN} = 0{,}3$	$\Omega_s = \frac{10}{3} \cong 3{,}333$
$\omega_T = 1{,}125$	$\Omega_T = \frac{8}{9} \cong 0{,}889$

De acuerdo al α_{min} pedido, elijo el n necesario. ITERANDO

$\alpha_{min} = 10 \log(1 + C_n^2(\omega_0))$ donde $C_n(\omega_0) = \xi \cosh^2[n \cosh^{-1}(\omega_0)]$

Para $\Omega_s = \frac{10}{3}$

$n=3 \longrightarrow \alpha_n \cong 36,94$; $n = 4 \longrightarrow \alpha \cong 53,21$ dB $< 53,98$ dB ← ESTA MAL? Nop

Que hubiera pasado si elijo $f_p = 45$ KHz $\longrightarrow \omega_s = \frac{12}{45} \longrightarrow \Omega_s = \frac{45}{12}$

Para $n=4 \longrightarrow \alpha_n = 57,48$ dB $> 53,98$ dB

En margen de elección de frecuencia de paso me permite tener un margen de elección para "n" y no ser siempre el próximo entero superior (SIEMPRE VERIFICANDO)

$$\therefore \boxed{\text{Uso } N = 4}$$

Armo la transferencia con el orden elegido

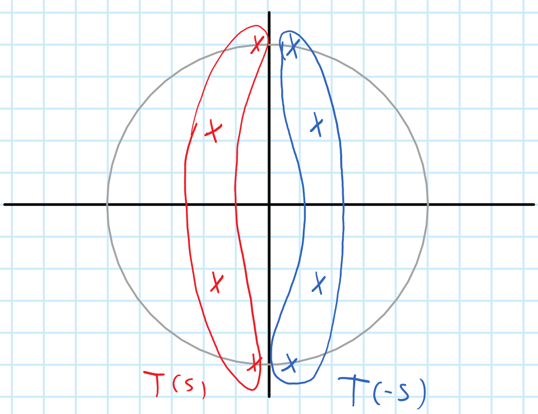
$$|T(j\Omega)|^2_{LP} = \frac{1}{1 + \xi^2 C_4(\Omega)^2} \qquad C_{4\,Chebyshev}(\Omega) = 8\Omega^4 - 8\Omega^2 + 1$$

$$|T(\Omega)|^2_{LP} = \frac{1}{1 + \xi^2(8\Omega^4 - 8\Omega^2 + 1)^2}$$

$$|T(\Omega)|^2_{LP} = \frac{1}{64\xi^2\Omega^8 - 128\xi^2\Omega^6 + 80\xi^2\Omega^4 - 16\xi^2\Omega^2 + \xi^2 + 1}$$

$$|T(\Omega)|^2_{LP} = \frac{\left(\frac{1}{8\xi}\right)^2}{\Omega^8 - 2\Omega^6 + 1,25\Omega^4 - 0,25\Omega^2 + \frac{(\xi^2+1)}{64\xi^2}}$$

$$|T(\Omega)|^2_{LP} = \frac{\left(\frac{1}{8\xi}\right)^2}{s^8 + 2s^6 + 1,25s^4 + 0,25s^2 + \frac{(\xi^2+1)}{64\xi^2}}$$



RAICES DEN T(S)

s_1	(-0.13953599590543359+0.9833791644952002j)
s_2	(-0.33686969375413434+0.40732898688903474j)
s_3	(-0.33686969375413434-0.40732898688903474j)
s_4	(-0.13953599590543359-0.9833791644952002j)

Separo el Den de orden 4 en 2 de orden 2

$$T(\$)_{LP} = \frac{1}{(\$ + \$_1)(\$ + \$_4)} \cdot \frac{1}{(\$ + \$_2)(\$ + \$_3)} \cdot A \rightarrow A = \frac{1}{8\varepsilon}$$

Coficientes Pol 1

1
0.279072
0.986505

Coficientes Pol 2

1
0.673739
0.279398

$$T(\$)_{LP} = \frac{1}{(\$^2 + 0{,}279072\,\$ + 0{,}986505)} \cdot \frac{1}{(\$^2 + 0{,}673739\,\$ + 0{,}279398)} \cdot A$$

Desnormalizo para obtener un Pasa-ALTO

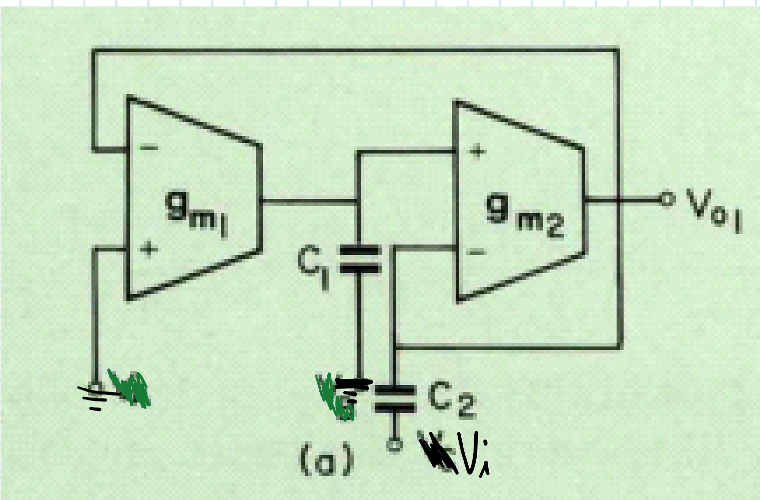
KERNEL

$$\$ = \frac{1}{S} \quad \therefore \quad T(s)_{HP} = \frac{1}{\left(\frac{1}{s^2} + 0{,}279072\,\frac{1}{s} + 0{,}986505\right)} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{s^2} + 0{,}673739\,\frac{1}{s} + 0{,}279398\right)} \cdot A$$

$$T(s)_{HP} = \frac{S^2}{0{,}986505\,S^2 + 0{,}279072\,S + 1} \cdot \frac{S^2}{0{,}279398\,S^2 + 0{,}673739\,S + 1} \cdot A$$

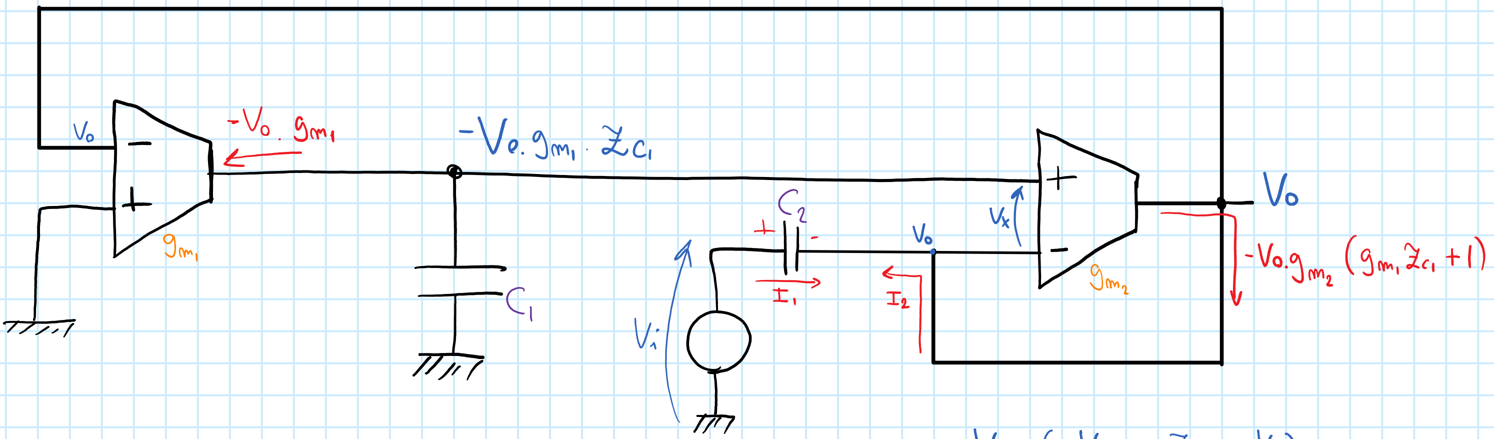
$$\boxed{T(s)_{HP} = \frac{1{,}01368\,S^2}{S^2 + 0{,}2829\,S + 1{,}01368} \cdot \frac{3{,}57912\,S^2}{S^2 + 2{,}4114\,S + 3{,}57912}\; A}$$

Implementación del filtro usando estructuras OTAS (Bicuadrado Canonico)



Condición Pasa Altos

$V_i = V_C$
V_A and V_B Grounded



$$V_x = \underbrace{(-V_0 g_{m_1} Z_{C_1}}_{V_+} - \underbrace{V_0)}_{-\,V_-}$$

$$I_1 = -I_2$$

$$\frac{V_i - V_0}{Z_{C_2}} = \cancel{-}\left(\cancel{-}V_0 g_{m_1} g_{m_2} Z_{C_1} \cancel{-} V_0 g_{m_2}\right)$$

$$V_i - V_0 = V_0 g_{m_1} g_{m_2} Z_{C_1} Z_{C_2} + V_0 g_{m_2} Z_{C_2}$$

$$V_i = V_0 \left(1 + g_{m_1} g_{m_2} Z_{C_1} Z_{C_2} + g_{m_2} Z_{C_2}\right)$$

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{1}{(1 + g_{m_1} g_{m_2} Z_{C_1} Z_{C_2} + g_{m_2} Z_{C_2})} \Rightarrow T(s) = \frac{1}{\left(1 + \dfrac{g_{m_1} g_{m_2}}{S^2 C_1 C_2} + \dfrac{g_{m_2}}{S C_2}\right)}$$

$$T(s) = \frac{S^2 C_1 C_2}{S^2 C_1 C_2 + S C_1 g_{m_2} + g_{m_1} g_{m_2}} \equiv \frac{s^2 C_1 C_2}{s^2 C_1 C_2 + S C_1 g_{m2} + g_{m1} g_{m2}}$$

$$\therefore \boxed{T_{HP}(s) = \frac{S^2}{S^2 + \dfrac{S g_{m_2}}{C_2} + \dfrac{g_{m_1} g_{m_2}}{C_1 C_2}}}$$

Mi transferencia

$$\boxed{T(s)_{HP} = \frac{1{,}01368 \; S^2}{S^2 + 0{,}28295 + 1{,}01368} \cdot \frac{3{,}57912 \; S^2}{S^2 + 2{,}4114 \; S + 3{,}57912} \; A}$$

USO 2 ESTRUCTURAS Y JUNTO LA GANANCIA EN OTRA ETAPA

$K = 1{,}01368 \cdot 3{,}57912 \cdot A$ $A = \frac{1}{89}$ $\therefore K = 0{,}89125 \Rightarrow$ Uso divisor capacitivo

$$T(s)_{HP} \cong \underbrace{\frac{s^2}{s^2 + 0{,}2829\,s + 1{,}01368}}_{T_1} \cdot \underbrace{\frac{s^2}{s^2 + 2{,}4114\,s + 3{,}57912}}_{T_2}$$

$\omega_o^2 = 1{,}01368 \rightarrow \omega_o = 1{,}00682$

$\frac{\omega_o}{Q} = 0{,}2829 \rightarrow Q_1 = 3{,}5589$

$\omega_{o2} = \sqrt{3{,}57912} \rightarrow \omega_{o2} = 1{,}892$

$\frac{\omega_{o2}}{Q_2} = 2{,}4114 \rightarrow Q_2 = 0{,}78457$

$$\boxed{T_{HP}(s) = \frac{s^2}{s^2 + \frac{s\, g_{m2}}{C_2} + \frac{g_{m1}\, g_{m2}}{C_1 C_2}}}$$

$\Omega_w = \omega_p = 2\pi . 40K$

$g_{m1} = g_{m2} = g_m = \frac{1}{R_g}$

$R_{GN} = 1 \rightarrow \Omega_Z = R_G = 100$

T_1

$\frac{1}{R_{GN} . C_{2N}} = 0{,}2829 \rightarrow C_{2N} = 3{,}5348$

$\frac{1}{R_{GN}^2\, C_{1N} C_{2N}} = 1{,}01368 \rightarrow C_{1N} = \frac{1}{3{,}5348 . 1{,}01368}$

$C_{1N} \cong 0{,}279$

Desnormalización

$R_G = R_{GN} . \Omega_Z = 100 \rightarrow \boxed{g_m = 10\ mS}$

$C_1 = \frac{C_N}{\Omega_Z . \Omega_W} = \frac{0{,}279}{100 . 2\pi . 40 \times 10^3} \rightarrow \boxed{C_1 = 11{,}101\ mF}$

$C_2 = \frac{C_N}{\Omega_Z . \Omega_W} = \frac{3{,}5348}{100 . 2\pi . 40 \times 10^3} \rightarrow \boxed{C_2 = 140{,}645\ mF}$

T_2

$\frac{1}{R_{GN} . C_{2N}} = 2{,}4114 \rightarrow C_{2N} = 0{,}4147$

$\frac{1}{R_{GN}^2\, C_{1N} C_{2N}} = 3{,}57912 \rightarrow C_{1N} = \frac{1}{0{,}4147 . 3{,}57912}$

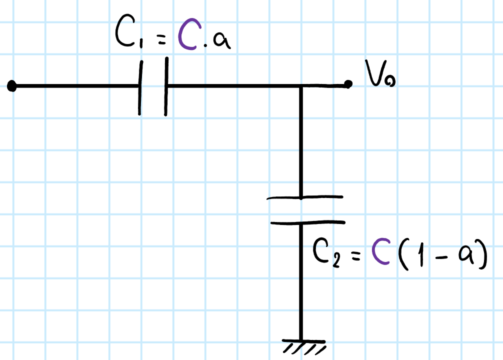
$C_{1N} \cong 0{,}673736$

$R_G = R_{GN} . \Omega_Z = 100 \rightarrow g_m = 10\ mS$

$C_1 = \frac{C_N}{\Omega_Z . \Omega_W} = \frac{0{,}673736}{100 . 2\pi . 40 \times 10^3} \rightarrow \boxed{C_1 = 26{,}807\ mF}$

$C_2 = \frac{C_N}{\Omega_Z . \Omega_W} = \frac{0{,}4147}{100 . 2\pi . 40 \times 10^3} \rightarrow \boxed{C_2 = 16{,}5\ mF}$

Divisor Capacitivo



$a = K = 0{,}89125$

Si $C = 100\ mF$

$$\boxed{\begin{array}{l} C_1 = 89{,}125\ mF \\ C_2 = 10{,}875\ mF \end{array}}$$