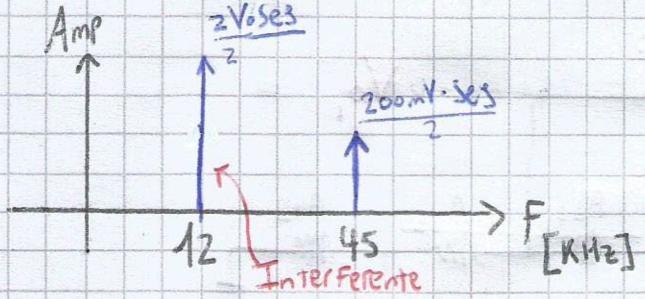
8)

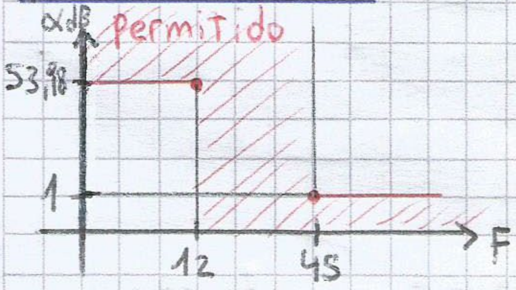


- interferente remanente : 2% de 200mV máx $\Rightarrow \alpha_{min} = \dfrac{2V}{0{,}02 \cdot 200mV} = 500$

$\therefore \alpha_{min}\, dB = 53{,}9794\, dB$

- Ganancia en banda de paso 0dB
- $\alpha_{max} = 1dB$
- Aproximación que requiera menos etapas (Chebyshev, después verifico)

Plantilla de diseño



- Tomo 45KHz como F_p y 12KHz como F_s para obtener la mínima exigencia de transición que garantice las atenuaciones pedidas a cada frec.

$\omega_p = 45KHz \cdot 2\pi$

$\omega_s = 12KHz \cdot 2\pi$

$\Rightarrow$ Normalizando : con $\Omega_w = \omega_p$ $\quad \underline{\omega_p = 1}$ $\quad \underline{\omega_s = 0{,}2\overline{6}}$

NOTA

Transformación a Pasabajos equivalente:

- $\Omega_p = \frac{1}{w_p} = \underline{1}$
- $\Omega_s = \frac{1}{w_s} = \boxed{3,75}$

Con Chebyshev (siempre atenuación más abrupta que Máxima Planicidad y Bessel)

$$|T(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1 + C_n^2 \cdot \xi^2}$$

$$\therefore \quad \alpha_{max} = 20 \cdot \log\left(\frac{1}{|T(j\Omega)|}\right) = 10 \cdot \log(1 + \xi^2)$$

$$\xi^2 = 10^{\frac{\alpha_{max}}{10}} - 1 = \underline{0,2589} \longrightarrow \underline{\xi = 0,5088}$$

$$\alpha_{min} = 10 \cdot \log\left(1 + \xi^2 C_n^2(\Omega_s)\right) = 10 \cdot \log\left(1 + \xi^2 \cdot \cosh^2(n \cdot \cosh^{-1}(\Omega_s))\right)$$

Con $n = 1$: $\alpha_{min} = 6,67\,dB$

Con $n = 2$: $\alpha_{min} = 22,82\,dB$

Con $n = 3$: $\alpha_{min} = 40,14\,dB$

Con $\underline{n = 4}$: $\underline{\alpha_{min} = 57,48\,dB} > \alpha_{min}^{Plantilla} = 53,9794\,dB$

(Con Máxima Planicidad hubiese requerido orden 6, Con Bessel no se puede lograr)

Obtengo Polinomio de Chebyshev de 4° orden:

$C_0(\Omega) = 1$; $C_1(\Omega) = \Omega$; $C_2(\Omega) = 2\Omega \cdot \Omega - 1 = 2\Omega^2 - 1$

$C_3(\Omega) = 2 \cdot \Omega (2\Omega^2 - 1) - \Omega = 4\Omega^3 - 3\Omega$

$C_4(\Omega) = 2 \cdot \Omega (4\Omega^3 - 3\Omega) - (2\Omega^2 - 1) = 8\Omega^4 - 6\Omega^2 - 2\Omega^2 + 1 = \boxed{8\Omega^4 - 8\Omega^2 + 1}$

$$\therefore |T(p)|^2 = |T(j\Omega)|^2 \Big|_{\Omega = \frac{p}{j}} = \frac{1}{1 + \xi^2 (8p^4 + 8p^2 + 1)^2}$$

$$= \frac{1}{1 + \xi^2 (64p^8 + 64p^6 + 8p^4 + 64p^6 + 64p^4 + 8p^2 + 8p^4 + 8p^2 + 1)}$$

$$|T(p)|^2 = \frac{1}{1+\xi^2\left(64p^8+128p^6+80p^4+16p^2+1\right)}$$

$$|T(p)|^2 = \frac{1}{64\cdot\xi^2}\,\frac{1}{(p-p_1)(p-p_2)(p-p_3)(p-p_4)(p-p_5)(p-p_6)(p-p_7)(p-p_8)} = T(p)\cdot T(-p)$$

$$|T(p)|^2 = \frac{T(-p)}{8\cdot\xi}\cdot\frac{1}{p^2+p\cdot 2\cdot 0{,}337+0{,}337^2+0{,}40733^2}\cdot\frac{1}{p^2+p\cdot 2\cdot 0{,}13954+0{,}13954^2+0{,}9834^2}$$

$$\therefore\ \boxed{T(p) = \frac{1}{8\xi}\,\frac{1}{p^2+p\cdot 0{,}67+0{,}279}\cdot\frac{1}{p^2+p\cdot 0{,}2791+0{,}9865}}$$

(Se usan más decimales de los que se muestran)

- Transformación a pasa altos: $p = K(s) = \frac{1}{s}$

ganancia para tener 0dB en Alta frec → Porque Cheb de orden par siempre tiende a $\frac{1}{\sqrt{1+\xi^2}}$ en $\omega\to\infty$

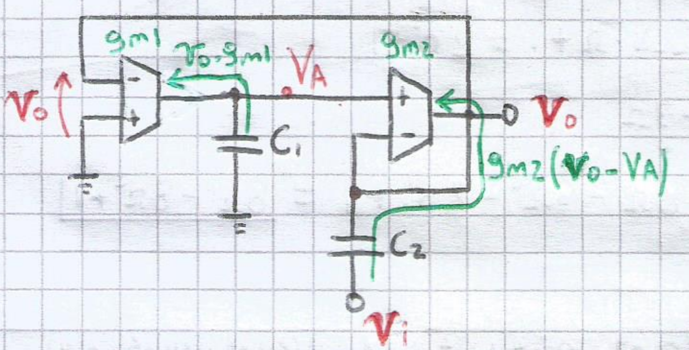
$$T(s) = \frac{K}{8\xi}\,\frac{1}{\frac{1}{s^2}+\frac{1}{s}0{,}67+0{,}279}\;\frac{1}{\frac{1}{s^2}+\frac{1}{s}0{,}2791+0{,}9865}$$

$$T(s) = \frac{K}{8\xi}\,\frac{s^2}{0{,}279\cdot s^2+s\cdot 0{,}67+1}\;\frac{s^2}{0{,}9865\cdot s^2+s\cdot 0{,}2791+1}$$

$$\boxed{T(s) = \underbrace{\frac{K}{8\xi\cdot 0{,}279\cdot 0{,}9865}}\cdot\underbrace{\frac{s^2}{s^2+s\cdot 2{,}4114+3{,}57912}}_{T_1}\;\underbrace{\frac{s^2}{s^2+s\cdot 0{,}28289+1{,}01368}}_{T_2}}$$

K debe ser tal que todo esto de 1

- Diseño de secciones usando el siguiente circuito de 2° orden:



$$\begin{cases} V_A = -V_0\cdot g_{m1}\cdot\dfrac{1}{sC_1} \\[2ex] V_0 = V_i - g_{m2}\cdot(V_0-V_A)\cdot\dfrac{1}{sC_2}\end{cases}$$

$$\therefore\ V_0 = V_i - \frac{g_{m2}}{sC_2}\left(V_0+V_0\cdot\frac{g_{m1}}{sC_1}\right) \Longrightarrow V_0\left(1+\frac{g_{m2}}{sC_2}+\frac{g_{m2}}{sC_2}\cdot\frac{g_{m1}}{sC_1}\right) = V_i$$

NOTA

$$V_0\left(\frac{S^2C_1C_2+SC_1\cdot g_{m_2}+g_{m_1}\cdot g_{m_2}}{S^2C_1\cdot C_2}\right)=V_i$$

$$\boxed{\frac{V_0}{V_i}=\frac{S^2}{S^2+S\frac{g_{m2}}{C_2}+\frac{g_{m1}\cdot g_{m2}}{C_1\cdot C_2}}}$$

- Diseño de Secciones:

Empiezo Suponiendo Todas las Transconductancias iguales ($g_m = 10\,mS$)

1) $\frac{g_m}{C'_{2_1}}=2,411396 \Longrightarrow C'_{2_1}=4,146975\cdot10^{-3} \Longrightarrow C_{2_1}=\frac{C'_{2_1}}{\Omega_w}=\boxed{14,6669\,nF}$

$\frac{g_m^2}{C'_{1_1}C'_{2_1}}=3,5791197 \Longrightarrow C'_{1_1}=6,7373997\cdot10^{-3} \Longrightarrow \boxed{C_{1_1}=23,828677\,nF}$

2) $\frac{g_m}{C'_{2_2}}=0,2828897 \Longrightarrow C'_{2_2}=35,349467\cdot10^{-3} \Longrightarrow \boxed{C_{2_2}=125,0231632\,nF}$

$\frac{g_m^2}{C'_{1_2}\cdot C'_{2_2}}=1,01368 \Longrightarrow C'_{1_2}=2,79072\cdot10^{-3} \Longrightarrow \boxed{C_{1_2}=9,870153\,nF}$

3) Buffer intermedio (Como separador de etapas)