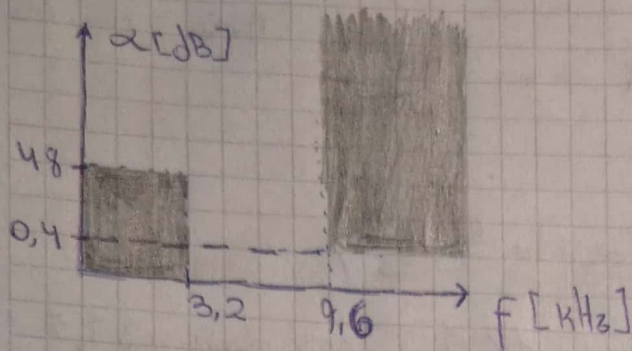


## Ejercicio 5



$$\alpha_{\max} = 0,4 \text{ dB} \quad \alpha_{\min} = 48 \text{ dB}$$

$$f_s = 3,2 \text{ kHz} \quad f_p = 9,6 \text{ kHz}$$

~~Normalizado~~

Tomo como  $\Omega_w = \omega_p \Rightarrow \omega_p' = 1 \quad \omega_s' = \frac{\omega_s}{\omega_p} = \frac{f_s}{f_p} \cdot \frac{2\pi}{2\pi} \approx 0,33$

~~Por notación adopto  $\omega_p' = \omega_p$  y  $\omega_s' = \omega_s$~~

Pasa a pasabajos  $\Omega_p = \frac{1}{\omega_p'} = 1 \quad \Omega_s = \frac{1}{\omega_s'} = 3$

$$\xi^2 = 10^{\frac{\alpha_{\max}}{10}} - 1 = 10^{0,4/10} - 1 \approx 0,0965$$

Ⓛ) Vemos que butter no es porque  $\xi \neq 1$

No es Bessel porque la prioridad es la atenuación

Tenemos que ver si Máx. Planicidad o Chebyshev nos da menor n

Para chey  $\alpha_{\min} = 10 \log \left\{ \left( 1 + \xi^2 \cosh^2 [n \cosh^{-1}(\omega_0)] \right) \right\}$

$n=1 \quad \alpha_{\min} = 2,7$

$n=3 \quad \alpha_{\min} = 29,74$

$n=2 \quad \alpha_{\min} = 14,98$

$n=4 \quad \alpha_{\min} = 45,$

$n=5 \quad \alpha_{\min} = 60,38$

Para Max. Planicidad  $\alpha_{\min} = 10 \log \left( 1 + \xi^2 \omega_s^{2n} \right)$

$n=1 \quad \alpha_{\min} = 2,7$

$n=3 \quad \alpha_{\min} = 18,5$

$n=5 \quad \alpha_{\min} = 37,5$

$n=2 \quad \alpha_{\min} = 14,98$

$n=4 \quad \alpha_{\min} = 28$

Chey, me pide menor n.

La transferencia quedaria

$$|T(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \xi^2 C_5^2(\omega)}$$

$$C_5 = 2\omega C_4(\omega) - C_3(\omega) = 2\omega(2\omega C_3(\omega) - C_2(\omega)) - C_3(\omega)$$

$$C_3(\omega) = 2\omega[2\omega(4\omega^3 - 3\omega) - 2\omega^2 + 1] - 4\omega^3 + 3\omega$$

$$C_3(\omega) = 2\omega[8\omega^4 - 6\omega^2 - 2\omega^2 + 1] - 4\omega^3 + 3\omega$$

$$C_3(\omega) = 16\omega^5 - 16\omega^3 + 2\omega - 4\omega^3 + 3\omega = 16\omega^5 - 20\omega^3 + 5\omega$$

$$|T(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \xi^2 (16\omega^5 - 20\omega^3 + 5\omega)^2}$$



$$(16w^3 - 20w^3 + 5w)^2 = (16w^3)^2 + (-20w^3)^2 + (5w)^2 + 2 \cdot 16w^3(-20w^3) + 2 \cdot 16w^3 \cdot 5w + 2 \cdot (-20w^3) \cdot 5w$$

$$= 256w^{10} + 400w^6 + 25w^2 - 640w^8 + 160w^6 - 200w^4$$

$$= 256w^{10} - 640w^8 + 560w^6 - 200w^4 + 25w^2$$

$$|T(w)|^2 = \frac{1/\xi^2}{\frac{1}{\xi^2} + 256w^{10} - 640w^8 + 560w^6 - 200w^4 + 25w^2}$$

$$|T(s)|^2 = |T(w)|^2_{s=\frac{w}{j}} = \frac{1/\xi^2}{\frac{1}{\xi^2} - 256s^{10} - 640s^8 - 560s^6 - 200s^4 - 25s^2}$$

~~Me quedo con~~

$$P(s)P(-s) = \frac{1}{\xi^2} (-256)$$

Me quedo con polos del plano izquierdo

$$T(s) = \frac{1}{\xi \sqrt{256}} \frac{1}{(s+0,3861)(s+0,1193+j1,0194)(s+0,1193-j1,0194)(s+0,3124+j0,6301)(s+0,3124-j0,6301)}$$

$$T(s) = \frac{1/\xi \cdot \sqrt{256}}{(s+0,3861)(s^2+s0,2386+1,0531)(s^2+0,6248s+0,5003)}$$



Realizamos la transformación a pasillos

$$T(s) = T(s)_{PA} \Big|_{s=\frac{1}{3}} = \frac{1/9 \cdot \sqrt{256}}{\left(\frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} \cdot 0,2386 + 1,0534\right) \left(\frac{1}{s^2} + \frac{1}{s} \cdot 0,6248 + 0,5003\right) \left(\frac{1}{s} + 0,3861\right)}$$

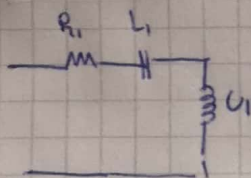
$$T(s)_{PA} = \frac{1}{9 \cdot \sqrt{256}} \cdot \frac{1}{s^2} \cdot \left(1,0534 s^2 + 5 \cdot 0,2386 + 1\right) \left(\frac{1}{s^2}\right) \cdot \left(0,5003 s^2 + 5 \cdot 0,6248 + 1\right) \left(\frac{1}{s}\right) \cdot \left(0,3861 + 1\right)$$

$$T(s)_{PA} = \frac{1}{9 \sqrt{256}} \cdot \frac{s^2}{1,053 \left(s^2 + 5 \cdot \frac{0,2386}{1,053} + \frac{1}{1,053}\right)} \cdot \frac{s^2}{0,5003 \left(s^2 + 5 \cdot \frac{0,6248}{0,5003} + \frac{1}{0,5003}\right)} \cdot \frac{s}{\left(s + \frac{1}{0,3861}\right) \cdot 0,3861}$$

$$k = \sqrt{0,0965}$$

$$T(s) = 3,18 \cdot \frac{s^2}{s^2 + 5 \cdot \frac{0,2386}{1,053} + \frac{1}{1,053}} \cdot \frac{s^2}{s^2 + 5 \cdot \frac{0,6248}{0,5003} + \frac{1}{0,5003}} \cdot \frac{s}{s + \frac{1}{0,3861}}$$

c) Para los de segundo orden el circuito pasivo sería



y la transferencia

$$T_1(s) = \frac{s^2}{s^2 + s \frac{R_1}{L_1} + \frac{1}{L_1 C_1}}$$

$$S: R_2 = R_1$$

$$T_1(s) = \frac{s^2}{s^2 + s \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_1 C_1}} = \frac{s^2}{s^2 + 5 \cdot 0,227 + \frac{1}{1,053}}$$

$$L_1 = 0,227 = 4,41 \quad L_1 C_1 = 1,053 \Rightarrow C_1 = 0,2386$$

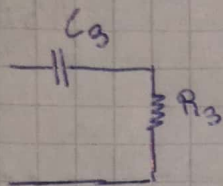
Para la segunda,  $R_2 = R_Z$

$$T_2 = \frac{s^2}{s^2 + \frac{s}{L_2} + \frac{1}{L_2 C_2}} = \frac{s^2}{s^2 + \frac{s}{1,25} + \frac{1}{0,5003}}$$

$$L_2 = 1,25^{-1} = 0,8$$

$$C_2 = \frac{0,5003}{L_2} = 0,625$$

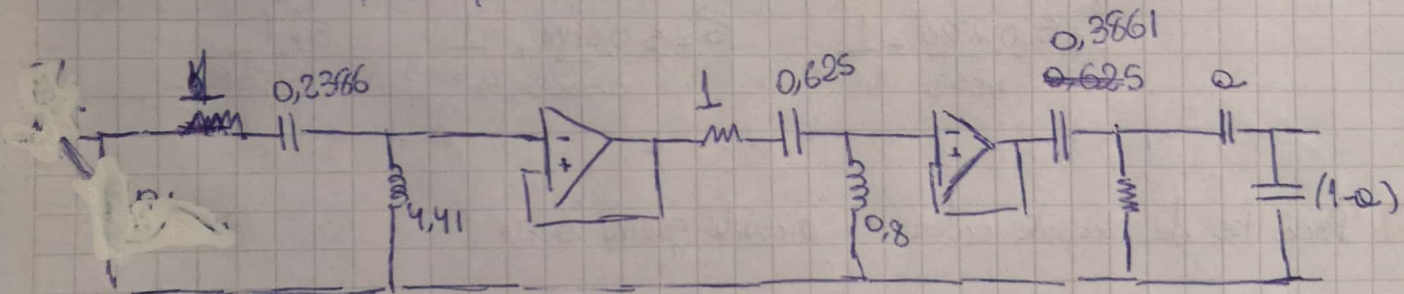
Para el de primer orden,  $R_3 = R_Z$



$$T_3(s) = \frac{s}{s + \frac{1}{R_3 C_3}} = \frac{s}{s + \frac{1}{C_3}} = \frac{s}{s + \frac{1}{0,3861}}$$

$$C_3 = 0,3861$$

El circuito completo queda (normalizado en Z)



$$a = 3/8 \rightarrow \text{para } 10k$$

d)  $L_2 R_Z = 2,2k\Omega$      $R_1 = R_Z$      $L = L R_Z$      $C = \frac{C}{R_Z}$

$$R_1 = 2,2k\Omega$$

$$R_2 = 2,2k\Omega$$

$$R_3 = 2,2k\Omega$$

$$C_1 = 108,45\mu F$$

$$C_2 = 254,1\mu F$$

$$C_3 = 175,5\mu F$$

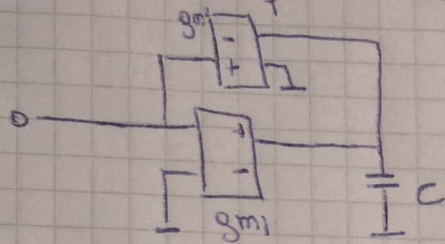
$$L_1 = 9,702kH$$

$$L_2 = 1,76kH$$



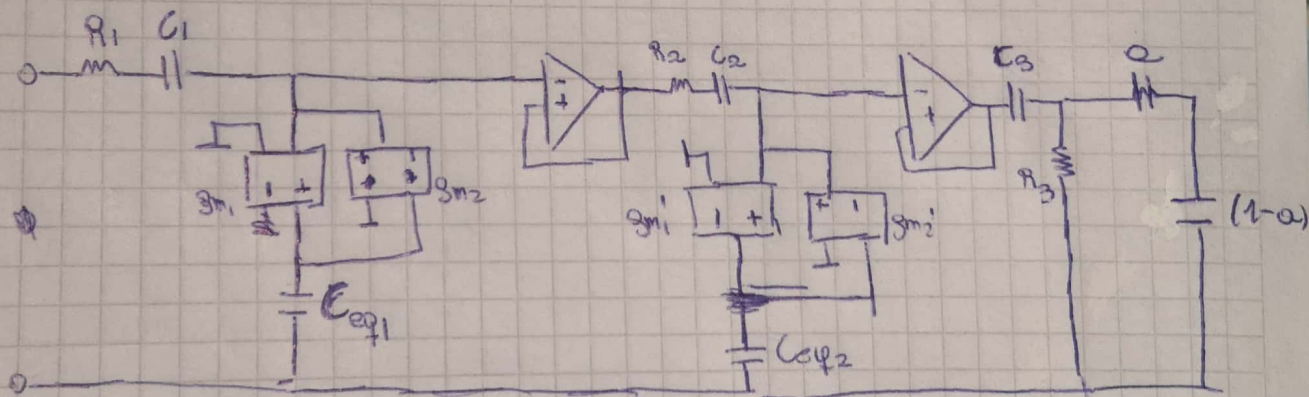
b) La gran diferencia entre los polos del eg 4 y este ejercicio es la  $\omega_0$  de los polos. En el 4 al ser de máxima planicidad los polos están en la misma circunferencia  $\omega_0$ . Pero en chery los polos se encuentran en una elipse por lo que sus  $\omega_0$  son distintos y esto queda evidenciado en este ejercicio

c) La estructura que usaremos es un girador con OTAs



$$\text{Cuya } Z = \frac{sC}{g_{m1}g_{m2}}$$

=> el circuito quedaría



$$\text{Con } \frac{C_{eq1}}{g_{m1}g_{m2}} = L_1$$

$$\frac{C_{eq2}}{g_{m1}g_{m2}} = L_2$$