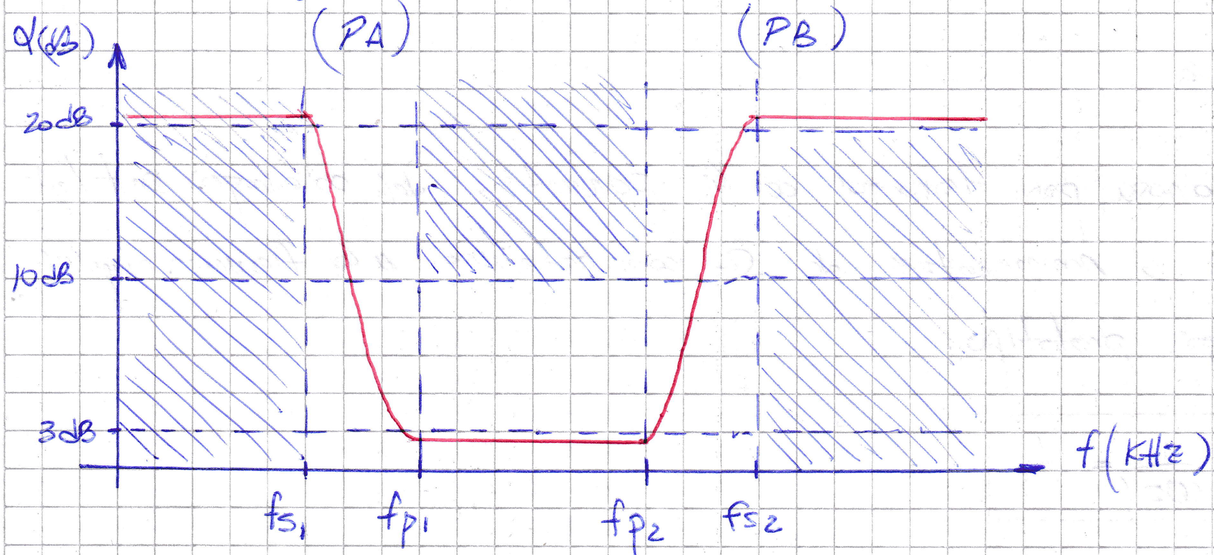
TRABAJO SEMANAL Nº4 BIS (TOMÁS A. ALBANESI)

PUNTO 1

En primer lugar dibujamos la plantilla del filtro pasabanda:



$f_{s1} = 1250\ KHz \Rightarrow \omega_{s1} = 2\pi\, 1250\ Krad/seg.$

$f_{p1} = 1600\ KHz \Rightarrow \omega_{p1} = 2\pi\, 1600\ Krad/seg$

$f_{p2} = 2500\ KHz \Rightarrow \omega_{p2} = 2\pi\, 2500\ Krad/seg.$

$f_{s2} = 3200\ KHz \Rightarrow \omega_{s2} = 2\pi\, 3200\ Krad/seg$

Ahora, debo lograr convertir esta plantilla a una plantilla PASA-BAJOS prototipo; para esto primero realizo la conversión de parámetros y luego normalizo:

$$\omega_p^* = \sqrt{\omega_{p_1} \omega_{p_2}} = \sqrt{2\pi 1600 \cdot 2\pi 2500}$$

$$\boxed{\omega_p = 2\pi \cdot 2000\ Krad/seg}$$

Elijo como $\Omega_\omega = \omega_p = 2\pi 2000\ Krad/seg.$

Además, BW:

$$\boxed{BW = \omega_{p_2} - \omega_{p_1} = 2\pi 900\ KHz} \Rightarrow \boxed{Q = \frac{\omega_p}{BW} \cong 2{,}22}$$

Las frecuencias angulares normalizadas quedan de la siguiente forma:

$$\begin{cases} \omega_{p1}' = 0{,}8 \\ \omega_{s1}' = 0{,}625 \\ \omega_{p2}' = 1{,}25 \\ \omega_{s2}' = 1{,}6 \end{cases} \quad \wedge \quad \omega_p' = 1$$

A partir de ahora, para trabajar con los parametros del pasabajos prototipo adoptaremos la nomenclatura de Ω para referirnos a la frecuencia angular del pasabajos prototipo.

$$\boxed{\Omega_p = \frac{1}{\omega_p'} = 1}$$

Ω_s = menor de ω_{s1} o ω_{s2} [que es, en este caso, ω_{s1}]

$$\Omega_{s_1} = Q \cdot \frac{\omega_{s1}'^2 - \omega_p'^2}{\omega_{s_1}} \qquad \Omega_{s2} = Q \cdot \frac{\omega_{s2}'^2 - \omega_p'^2}{\omega_{s2}'}$$

$$\boxed{|\Omega_s| = 2{,}16} \qquad \boxed{\Omega_{s2} = 2{,}16}$$

Ahora, podemos determinar el ε del filtro:

$$\alpha_{MAX} = 10 \cdot \log\left(1 + \varepsilon^2 \, \Omega_p^{2n}\right)$$

$$\varepsilon^2 = 10^{\frac{\alpha_{MAX}}{10}} - 1 = 10^{\frac{3\,dB}{10}} - 1$$

$$\boxed{\varepsilon^2 \cong 1} \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 1}$$

→ es decir, estamos ante un filtro con función de aproximación tipo BUTTERWORTH.

2

Procedemos a calcular el orden "n" del filtro:

$$\alpha_{min_n} = 10 \log(1 + \varepsilon^2 \cdot \Omega_s^{2n})$$

$$\begin{cases} \alpha_{min_1} = 7{,}53 \text{ dB} \\ \alpha_{min_2} = 13{,}57 \text{ dB} \\ \alpha_{min_3} = 20{,}109 \text{ dB} \Leftarrow \text{Elegimos ORDEN } \boxed{n = 3} \\ \alpha_{min_4} = 26{,}76 \text{ dB} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon^2 = 1 \\ n = 3 \end{cases}$$ Filtro PASABAJO PROTOTIPO.

El filtro Butterworth de orden 3 es conocido (normalizado):

$$T_{LP}(s) = \frac{1}{s+1} \cdot \frac{1}{s^2 + s + 1}$$

Ahora, desnormalizo el filtro con la aplicación del kernel de transformación:

$$s = Q \cdot \frac{(s^2+1)}{s}$$

$$T_{BP}(s) = \frac{1}{Q \cdot \frac{(s^2+1)}{s} + 1} \cdot \frac{1}{\left(\frac{Q(s^2+1)}{s}\right)^2 + \frac{Q(s^2+1)}{s} + 1}$$

$$T_{BP}(s) = \frac{s}{Q(s^2+1)+s} \cdot \frac{1 \cdot s^2}{Q^2(s^2+1)^2 + Q(s^2+1)s + s^2}$$

$$T_{BP}(s) = \frac{s}{Qs^2+Q+s} \cdot \frac{s^2}{Q^2s^4+2s^2Q^2+Q^2+Qs^3+Qs+s^2}$$

$$T_{BP}(s) = \frac{\frac{1}{Q}\cdot s}{s^2+\frac{1}{Q}s+1} \cdot \frac{\frac{1}{Q^2}\cdot s^2}{s^4+2s^2+1+\frac{1}{Q}s^3+\frac{1}{Q}s+\frac{1}{Q^2}s^2}$$

$$\boxed{T_{BP}(s) = \frac{1/Q \cdot s}{s^2+\frac{1}{Q}s+1} \cdot \frac{1/Q^2 \cdot s^2}{s^4+\frac{1}{Q}\cdot s^3+\left(2+\frac{1}{Q^2}\right)s^2+\frac{1}{Q}s+1}}$$

Reemplazando $\boxed{Q = 2,22}$:

$$T_{BP}(s) = \frac{0,45\,s}{s^2+0,45s+1} \cdot \frac{0,2029\,s^2}{\underline{s^4+0,45s^3+2,2029s^2+0,45s+1}}$$

Separo esto, en dos etapas SOS (numericamente)

$$T_{BP}(s) = \frac{(0,0913)\cdot s}{s^2+0,45s+1} \cdot \frac{\cdot s}{s^2+0,2683s+1,477} \cdot \frac{\cdot s}{s^2+0,1816s+0,677}$$

$$\boxed{T_{BP}(s) = (0,0913)\cdot \frac{s}{s^2+0,45s+1} \cdot \frac{s}{s^2+0,2683s+1,477} \cdot \frac{s}{s^2+0,1816s+0,677}}$$

Sin embargo, esto es una transferencia Butterworth pero con ganancia de 0dB.

A nosotros nos piden ganancia de 10 dB, por lo tanto;

$$K = 10^{\frac{10\,dB}{20\,dB}}$$

$$\boxed{K = 3,1623}$$

Finalmente la transferencia nos queda de la siguiente forma:

$$\boxed{T_{BP}(s) = (3{,}1623) \cdot (0{,}0913) \cdot \frac{s}{s^2+0{,}45s+1} \cdot \frac{s}{s^2+0{,}2683s+1{,}477} \cdot \frac{s}{s^2+0{,}1816s+0{,}677}}$$