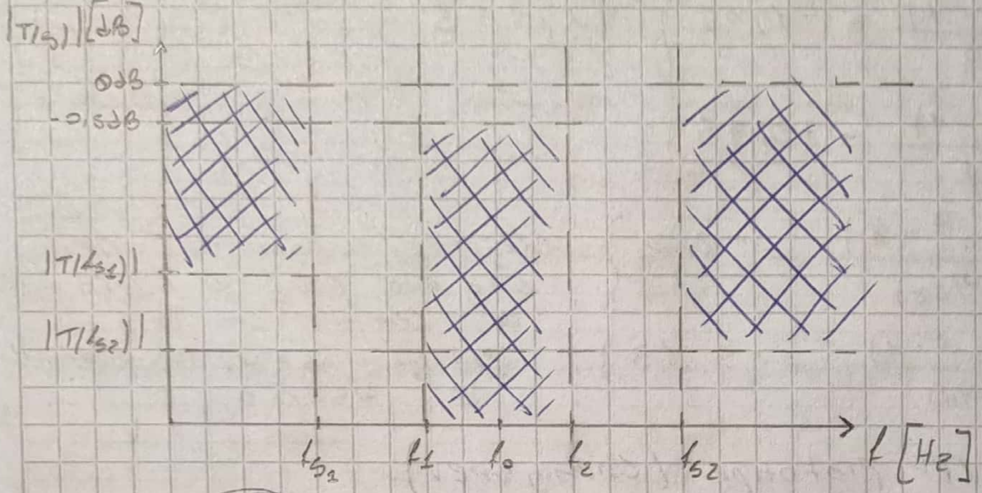
Trabajo semanal 4 Bis^2 - Trabajo colaborativo

evisar
chaumann
págs 197-
98-199

- Plantilla de diseño:

Filtro pasa banda



$\omega_0 = 2\pi \cdot 22\,kHz$ — f_0 = frecuencia central de banda de paso

$Q = 5 \rightarrow Q = \frac{\omega_0}{Bw}$

$\alpha_{max} = 0,5\,dB$

Aproximación Chebyshev con ripple de 0,5 dB →

$|T(f_{s1})| = -16\,dB$ para $f_{s1} = 17\,kHz$
$|T(f_{s2})| = -24\,dB$ para $f_{s2} = 36\,kHz$
} Pasa banda no-simétrico en bandas de atenuación.

* $\Omega_\omega = \omega_0$ → norma de frecuencia ; $\omega_0' = 1$ //

f_1 y f_2 las obtengo a partir del Q, con el Bw.

$Q = \frac{\omega_0}{Bw} \rightarrow \underbrace{Bw}_{} = \frac{\omega_0'}{Q} = \frac{1}{5} = 0,2$ // { Ancho de banda normalizado de la banda de paso.

- $f_1' = f_0 - \frac{Bw}{2} = 1 - \frac{0,2}{2} = 0,9$ // → ω_{p1}

- $f_2' = f_0 + \frac{Bw}{2} = 1 + \frac{0,2}{2} = 1,1$ // → ω_{p2}

- $\omega_{s1}' = \frac{2\pi \cdot 17\,kHz}{2\pi \cdot 22\,kHz} = \frac{17}{22} \cong 0,7727$ //

- $\omega_{s2}' = \frac{2\pi \cdot 36\,kHz}{2\pi \cdot 22\,kHz} = \frac{18}{11} \cong 1,\overline{63}$ //

\# Ahora, a través del núcleo de transformación K(s), se obtiene la plantilla prototipo del LPF prototipo.

$H(s) = Q \cdot \frac{s^2+1}{s}$; $s = \sigma + j\omega$

$p = \Sigma + j\Omega \rightarrow \Omega = Q \cdot \frac{(\omega^2 - 1)}{\omega}$

- $\Omega_{p_1} = 5 \cdot \frac{(0,9^2 - 1)}{0,9} = -1,05$
- $\Omega_{p_2} = 5 \cdot \frac{(1,1^2 - 1)}{1,1} = +0,95$

$\Big\} \; |\Omega_p| = 1$

- $\Omega_{s_1} = 5 \cdot \frac{((17/22)^2 - 1)}{(17/22)} = -2,6$
- $\Omega_{s_2} = 5 \cdot \frac{((18/11)^2 - 1)}{(18/11)} = +5,13$

$\Big\}$ elegir el requisito mas exigente para el filtro y así cumplir con lo establecido en la plantilla de diseño.

- Diseño del LPF prototipo (Chebyshev)

- $\xi^2 = 10^{\frac{\alpha max}{10}} - 1 = 10^{\frac{0,5}{10}} - 1 \cong 0,122$ //

$\xi = \sqrt{\xi^2} \cong 0,349$ //

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

=> Como tengo 2 reestricciones de atenuación distintas (α_{min}), tengo que elegir un orden que satisfaga ambas condiciones en simultáneo.

$\alpha_{min_1}(\Omega_{s_1} = -2,6)$	$\alpha_{min_2}(\Omega_{s_2} = 5,13)$
$n=1 \rightarrow \alpha_{min_1} = 2,6\,dB$	$n=1 \rightarrow \alpha_{min_2} = 6,24\,dB$
$n=2 \rightarrow \alpha_{min_1} = 13,03\,dB$	$n=2 \rightarrow \alpha_{min_2} = 25,14\,dB$
$n=3 \rightarrow \alpha_{min_1} = \underbrace{26,8}_{>16\,dB}\,dB$	$n=3 \rightarrow \alpha_{min_2} = 45,26\,dB$
	$> 24\,dB$

$\Big\} \Rightarrow n = 3$

Para cumplir con ambas reestricciones en simultaneo

Resumen: Implementar un LPF Chebyshev de orden $n=3$

y con $\xi = 0,349$

$\Omega p = 1$ $\qquad$ $\alpha_{max} = 0,5\,dB$

$\Omega_S = |\Omega_{s_2}| = 2,6$ $\qquad$ $\alpha_{min} = 24\,dB$

- Transferencia del LPF Chebyshev orden n=3 :

$$T_{LP}(p) = \frac{0,6264}{s+0,6265} \cdot \frac{1,143}{s^2+s\cdot\frac{1,069}{1,706}+1,069^2}$$

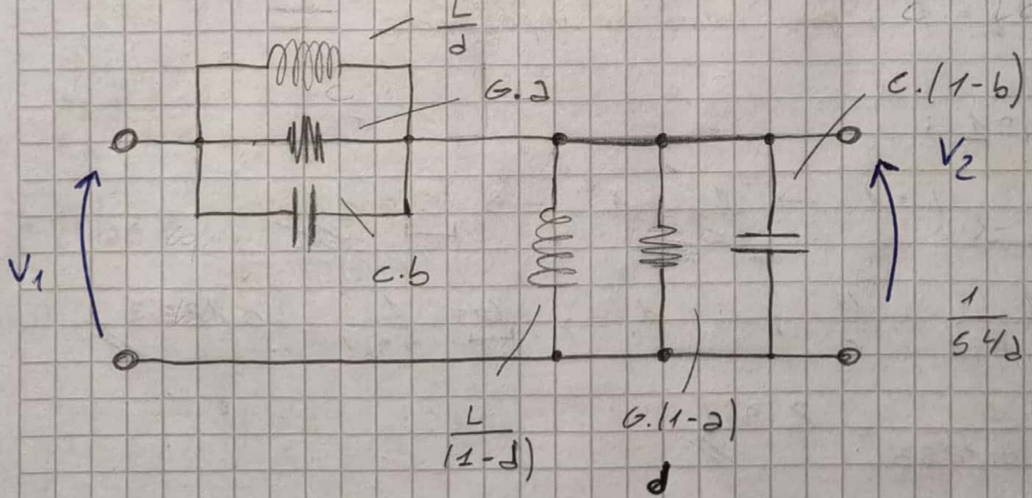
- Transferencia del BPF Chebyshev orden n=6

$$T_{BP}(s) = \frac{s\cdot 1,207\cdot\frac{1}{7,981}}{s^2+s\cdot\frac{1}{7,981}+1^2} \cdot \frac{s\cdot 2,045\cdot\frac{0,903}{16,05}}{s^2+s\cdot\frac{0,903}{16,05}+0,903^2} \cdot \frac{s\cdot 4,768\cdot\frac{1,107}{16,05}}{s^2+s\cdot\frac{1,107}{16,05}+1,107^2}$$

Implementación mediante secciones pasivas

- $$T_{BP}(s) = \frac{s\cdot 0,1512}{s^2+s\cdot 0,1253+1} \cdot \frac{s\cdot 0,1151}{s^2+s\cdot 0,05627+0,8154} \cdot \frac{s\cdot 0,3291}{s^2+s\cdot 0,06902+1,226}$$

* Transferencia bicuadrática completa implementada con redes pasivas:



$$\frac{1}{sL/d} = \frac{d}{sL}$$

$$T(s) = \frac{V_2}{V_1} = \frac{Y_1}{Y_1+Y_2} = \frac{Ga+sCb+\frac{d}{sL}}{Ga+sCb+\frac{d}{sL}+G.(1-a)+sC.(1-b)+\frac{(1-d)}{sL}}$$

$$T(s) = \frac{\frac{sLGa+s^2LCb+d}{sL}}{G.(\cancel{a}+1-\cancel{a})+sC.(\cancel{b}+1-\cancel{b})+\frac{1}{sL}.(\cancel{d}+1-\cancel{d})}$$

$$T(s) = \frac{\frac{sLGa+s^2LCb+d}{sL}}{G+sC+\frac{1}{sL}} = \frac{\frac{sLGa+s^2LCb+d}{\cancel{sL}}}{\frac{sLG+s^2LC+1}{\cancel{sL}}}$$

$$T(s) = \frac{s^2LCb + sLGa + d}{s^2LC + sLG + 1}$$; dejo mónicos los coeficientes de mayor orden de ambos polinomios

- $$T(s) = \frac{\cancel{L}Cb\cdot\left(s^2 + s\frac{Ga}{Cb} + \frac{d}{LCb}\right)}{\cancel{L}C\cdot\left(s^2 + s\frac{G}{C} + \frac{1}{LC}\right)} = \frac{b\cdot\left(s^2 + s\cdot\frac{Ga}{Cb} + \frac{d}{LCb}\right)}{s^2 + s\frac{G}{C} + \frac{1}{LC}}$$ //

=> como tengo que implementar secciones de filtros pasa banda de segundo orden con la siguiente expresión:

$$T_{BP}(s) = \frac{bs^2 + s\cdot\frac{Ga}{C} + \frac{d}{LC}}{s^2 + s\frac{G}{C} + \frac{1}{LC}}$$

→ $b = 0$, anulo el término cuadrático

→ $d = 0$, anulo el término independiente

- Como se trata de una red pasiva, esta no puede tener ganancia, por lo tanto $0 \leq a \leq 1$
- elijo $a = 1$ por mayor practicidad circuital.
- Adopto $\Omega_Z = L$, como norma de impedancia

etapa n° 1:

$\omega_{o_1}^2 = \frac{1}{LC}$; $L = 1 \longrightarrow \frac{1}{LC} = 1^2 \longrightarrow \underbrace{C} = 1$ //

$\frac{\omega_{o_1}}{Q_1} = \frac{1}{7,981} = \frac{G}{C}$; $C = 1 \longrightarrow \underbrace{G} = \frac{1}{7,981} = 0,1253$ //

- $R = \frac{1}{G} = \frac{1}{0,1253} = 7,981$ //

etapa n° 2:

$\omega_{o_2}^2 = \frac{1}{LC} = 0,903^2$, $L = 1 \rightarrow \underbrace{C} = \frac{1}{0,903^2} = 1,2264$ //

$\frac{\omega_{o_2}}{Q_2} = \frac{0,903}{16,05} = \frac{G}{C} \rightarrow G = \frac{0,903}{16,05}\cdot 1,2264 = 0,069$

$\underbrace{R} = \frac{1}{G} = \frac{1}{0,069} = 14,4929$ //

etapa n° 3

$\omega_{o_3}^2 = \frac{1}{LC} = 1{,}107^2$, $L = 1 \rightarrow \underline{C} = \frac{1}{1{,}107^2} = 0{,}816$ //

$\frac{\omega_{o_3}}{Q_3} = \frac{1{,}107}{16{,}05} = \frac{G}{C} \rightarrow \underline{G} = \frac{1{,}107}{16{,}03} \cdot 0{,}816 = 0{,}05628$ //

$\underline{R} = \frac{1}{G} = \frac{1}{0{,}05628} = 17{,}76735$ //

- Resumen componentes normalizados para la implementación mediante secciones pasivas: (todas con a = 1)

etapa n° 1	etapa n° 2	etapa n° 3
R = 7,981	R = 14,4929	R = 17,76735
L = 1	L = 1	L = 1
C = 1	C = 1,2264	C = 0,816

Se omitió la ganancia de cada etapa, ya que no es posible implementarlas con secciones pasivas x segundo orden

$$\left.\begin{array}{l} K_1 = 1{,}207 \\ K_2 = 2{,}045 \\ K_3 = 4{,}768 \end{array}\right\} \underline{K_T} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1{,}207 \cdot 2{,}045 \cdot 4{,}768 = 11{,}7689 \text{ (veces)}$$ //

- $K_T|_{dB} = 20 \cdot \log(11{,}7689) = 21{,}4147 \text{ dB}$ //

Activación de la red pasiva mediante la red propuesta:

Basandose en las páginas 182 - 184 del Schaumann, se puede observar que la función transferencia del circuito propuesto es:

$$T_{BP}(s) = \frac{V_2}{V_1} = \frac{s \cdot a\left(1+\frac{G_5}{G_4}\right) \cdot \frac{G}{C_1}}{s^2 + s \cdot \frac{G}{C_1} + \frac{G_1 G_3 G_5}{C_1 C_2 G_4}}$$

"GIC bandpass circuit," ganancia en banda de paso de $a \cdot H$, $a < 1$

* Utilizando las simplificaciones circuitales sugeridas por el autor se obtiene lo siguiente:

$R_4 = R_5 \rightarrow H = 2$

$R_3 = R_1$

$C_1 = C_2 = C$

$R_1 = R_3 = R_4 = R_5 = \frac{1}{w_0 \cdot C}$

$R = Q \cdot R_1$, $H = 2$

- Utilizando la tecnica de "levantamiento de impedancias", elijo el coeficiente $\underline{a = 1/2}$, permitiendome separar a la resistencia R en dos partes iguales y tambien lograr una ganancia de 0dB (1, en veces) en cada etapa de segundo orden.

$T_{BP}(w = w_0) = a \cdot H = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2} = 1$

Finalmente, se conectará una etapa (no-inversora) que se encargará de brindarle al circuito su ganancia $K_T = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$

etapa n° 1: $w_{o_1} = 1$, $Q_1 = 7{,}981$

- Adopto un valor de $C = 1$
- $R_1 = \frac{1}{w_{o_1} \cdot C} = \frac{1}{1 \cdot 1} = 1$; $R_1 = R_3 = R_4 = R_5 = 1$
- $R = Q_1 \cdot R_1 = 7{,}981 \cdot 1 = 7{,}981$
- $\frac{R}{a} = \frac{R}{1/2}$
- $\frac{R}{(1-a)} = \frac{R}{(1-1/2)}$

$\frac{R}{1/2} = 2 \cdot R = 2 \cdot 7{,}981 = 15{,}962$

etapa n° 2: $w_{o_2} = 0,903$; $Q_2 = 16,05$

Adopto un valor de $C = 1$

$R_1 = \frac{1}{w_{o_2} \cdot C} = \frac{1}{0,903 \cdot 1} = 1,10742$, $R_1 = R_3 = R_4 = R_5$

$R = Q_2 \cdot R_1 = 16,05 \cdot 1,10742 = 17,774$

$2 \cdot R = 35,5482$

etapa n° 3: $w_{o_3} = 1,107$; $Q_3 = 16,05$

Adopto un valor de $C = 1$

$R_1 = \frac{1}{w_{o_3} \cdot C} = \frac{1}{1,107 \cdot 1} = 0,9033$; $R_1 = R_3 = R_4 = R_5$

$R_1 = Q \cdot R_1 = 16,05 \cdot 0,9033 = 14,497965$

$2R = 28,99593$

— o —

- Ahora, implemento una etapa adicional para agregarle ganancia al circuito. Utilizo un opamp en configuración no-inversor y necesito hacerlo ganar 11,7689 (veces)

$H_{gain} = 1 + \frac{R_f}{R_g}$, $H_{gain} = 11,7689$

$11,7689 = 1 + \frac{R_f}{R_g}$

$\frac{R_f}{R_g} = 10,7689$; Adopto $R_g = 1$ // $\rightarrow$ $R_f = 10,7689$ //