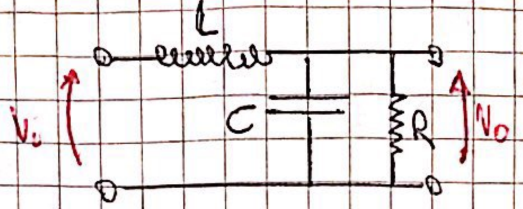
Liaño Lucas

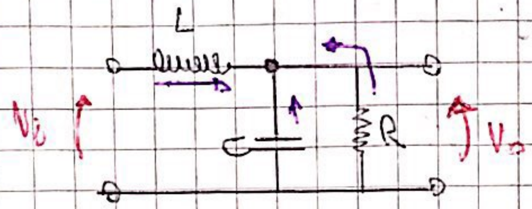
Ejercicio 1 del TP2

Dado el circuito



Diseñar para que cumpla con la transferencia de un filtro Butterworth, con un ancho de banda de -3dB a 1khz. Suponga una carga de 1kΩ.

Resolución:



Planteo Nodos en Vo ~~$sL \cdot V_i - V_0 \left(sL + \frac{1}{sC} \right) +$~~

$$V_i \cdot \frac{1}{sL} - V_0 \left(\frac{1}{sL} + sC + G \right) = 0$$

$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{1}{sL} \cdot \frac{sL}{s^2LC + sLG + 1} = \frac{1/LC}{s^2 + s\frac{G}{C} + 1/LC}$$

$$\boxed{H(s) = \frac{1/LC}{s^2 + s\frac{1}{RC} + 1/LC}} \Longrightarrow \boxed{\omega_0^2 = 1/LC}$$

$$\frac{\omega_0}{Q} = \frac{1}{RC} \Longrightarrow \boxed{Q = \sqrt{\frac{1}{LC}} \cdot RC}$$

La Transferencia del circuito es

$$H(s) = \frac{w_0^2}{s^2 + s\frac{w_0}{Q} + w_0^2}$$

$$\boxed{w_0^2 = 1/LC}$$

$$\boxed{Q = \sqrt{\frac{1}{LC}} \cdot RC}$$

Nosotros queremos adecuar los valores de L, R, C a una Transferencia Butterworth, que debe ser de segundo orden.

Por Tanto

$$\boxed{T(s) = \frac{1}{s^2 + s\sqrt{2} + 1}}$$

Transferencia Filtro Butterworth segundo orden.

$$Q = 1/\sqrt{2}$$

Si Tomamos Como Constante de Normalización de Impedancias $\Omega_Z = 1K\Omega$ y de frecuencias $\Omega_w = 2\pi \cdot 1KHz$

y para el diseño Tomamos $R_N = 1 \Rightarrow Q = \sqrt{\frac{C_N}{L_N}}$

Si $Q = \frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{C_N}{L_N}} \Rightarrow L_N = 2C_N$

Al mismo Tiempo sabemos que $\frac{w_0}{Q} = \frac{1}{RC} \Rightarrow \frac{w_{0N}}{Q} = \frac{1}{R_N C_N}$

Si $R_N = 1$ y $w_{0N} = 1 \Rightarrow C_N = Q = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}707$

$$\Downarrow$$

$$L_N = 1{,}414$$

Ahora Desnormalizamos:

$$\begin{cases} R = R_N \cdot \Omega_Z \\ C = C_N / \Omega_Z \cdot \Omega_w \\ L = \frac{L_N \cdot \Omega_Z}{\Omega_w} \end{cases} \rightarrow \begin{aligned} &R = 1K\Omega \\ &C = 112{,}5nF \\ &L = 225mHy \end{aligned}$$

Ejercicio semanal

Si queremos que el filtro tenga $-1dB$ en $W_p = 2\pi \cdot 1KHz$,

Tenemos que modificar el factor de escala en la Normalización del Butterworth.

$$\begin{cases} \Omega_w = W_b = \overbrace{2\pi \cdot 1KHz}^{W_p} \cdot \varepsilon^{-1/2} \leftarrow \text{orden 2.} \\ \varepsilon^2 = 10^{\frac{+\alpha_{máx}}{10}} - 1 \end{cases} \Rightarrow \alpha_{máx} = +1dB \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 0{,}508}$$

$$\Downarrow$$

$$\Omega_w = 2\pi \cdot 1KHz \cdot 1{,}401$$

$$\boxed{\Omega_w = 8808{,}1 \frac{rad}{s}}$$

Si ahora desnormalizamos los componentes, nos queda:

$$\boxed{R} = \Omega_z \cdot R_N = \boxed{1K\Omega}$$

$$\boxed{C} = \frac{C_N}{\Omega_z \cdot \Omega_w} = \boxed{80{,}26nF}$$

$$\boxed{L} = \frac{L_N \cdot \Omega_z}{\Omega_w} = \boxed{160{,}5mF}$$

a) ¿Cuál es la relación que la W_s de dos filtros de máxima planicidad de segundo orden con distinto ripple (ε) y uno de ellos es Butterworth?

Rta: si queremos igual α_{min} y distinto W_s:

$$\varepsilon^2 \cdot W_s^4 = W_{s_B}^4 \Rightarrow \boxed{W_s^4 = W_{s_B}^4 \cdot \varepsilon^{-1/2}}$$

Frecuencia de corte del No Butter

Frecuencia corte del Butter

b) Generalizando para orden N: $\boxed{W_s^4 = W_{s_B}^4 \cdot \varepsilon^{-1/N}}$

Si $N \to \infty \Rightarrow W_s = W_{s_B}$ → Brick Wall

Scanned with CamScanner