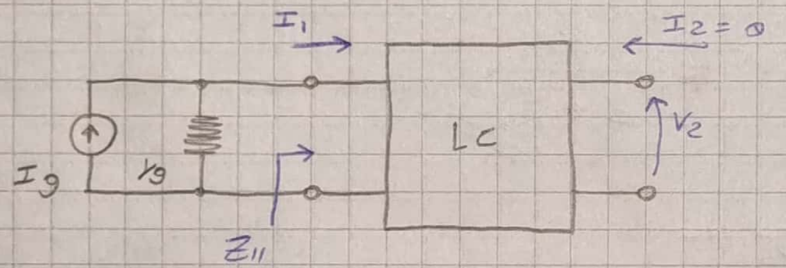
Albero Federico | Legajo: 175.698-9 | 1

① Se debe diseñar un filtro no disipativo para conectarse a un micrófono piezoeléctrico que se comporta como generador de corriente y cuya resistencia interna es de $1000\ \Omega$. Como requerimiento de dicho filtro, se pide que tenga una impedancia de transferencia normalizada dada por:

$$Z(s) = \frac{K \cdot s^3}{s^3 + 3s^2 + 3s + 1}$$

② Realizar la síntesis gráfica del filtro normalizado (resistencia de generador unitaria y pulsación angular de corte unitaria), para determinar la topología del filtro.



LC: síntesis no disipativa

$R_g = 1000\ \Omega$; $\quad 1/g = \frac{1}{R_g}$

$$Z(s) = \left.\frac{V_2}{I_g}\right|_{I_2=0} = \left.\frac{V_2}{I_1}\right|_{I_2=0} \cdot \left.\frac{I_1}{I_g}\right|_{I_2=0}$$

Impedancia de transferencia.

- Recordando los parámetros Z:

$$\begin{cases} V_1 = I_1 \cdot Z_{11} + I_2 \cdot Z_{12} \\ V_2 = I_1 \cdot Z_{21} + \underbrace{I_2}_{I_2=0} \cdot Z_{22} \end{cases} \longrightarrow V_2 = I_1 \cdot Z_{21} + 0$$

$$Z_{21} = \left.\frac{V_2}{I_1}\right|_{I_2=0} \quad (*)$$

- El generador de corriente I_g (no ideal) carga la entrada del cuadripolo (transferencia simplemente cargada).

$$I_1 = I_g \cdot \frac{R_g}{R_g + Z_{11}} \longrightarrow \frac{I_1}{I_g} = \frac{R_g}{R_g + Z_{11}}$$

$$\Rightarrow Z(s) = \left.\frac{V_2}{I_g}\right|_{I_2=0} = \frac{V_2}{I_1} \cdot \frac{I_1}{I_g} = Z_{21} \cdot \left(\frac{R_g}{R_g + Z_{11}} \right)$$

* Adopto como norma de impedancia $\Omega_Z = R_g$ y como norma de frecuencia $\Omega_\omega = \omega_0 = 1\ ^1/_s$

$$\Rightarrow Z(s) = Z_{21} \cdot \frac{1}{1+Z_{11}} = \frac{Z_{21}}{1+Z_{11}}$$

$$Z(s) = \frac{K \cdot s^3}{s^3+3s^2+3s+1} = K \cdot \frac{s^3}{\underbrace{(s^3+3s)}_{\text{IMPAR}} + \underbrace{(3s^2+1)}_{\text{PAR}}}$$

$$\left.\frac{s^3}{(3s^2+1)}\right\} \longrightarrow \frac{\text{IMPAR}}{\text{PAR}} = \text{IMPAR}$$, el numerador debe ser siempre impar.

$$Z(s) = K \cdot \frac{\frac{s^3}{(3s^2+1)}}{\frac{(s^3+3s)}{(3s^2+1)} + \underbrace{\frac{3s^2+1}{3s^2+1}}_{=1}}$$

$$Z(s) = K \cdot \frac{\left(\frac{s^3}{3s^2+1}\right)}{1+\left(\frac{s^3+3s}{3s^2+1}\right)} = \frac{Z_{21}}{1+Z_{11}}$$

- $Z_{21} = \frac{s^3}{3s^2+1} = \frac{s^3}{3.(s^2+1/3)}$
- $Z_{11} = \frac{s^3+3s}{3s^2+1} = \frac{s.(s^2+3)}{3.(s^2+1/3)}$

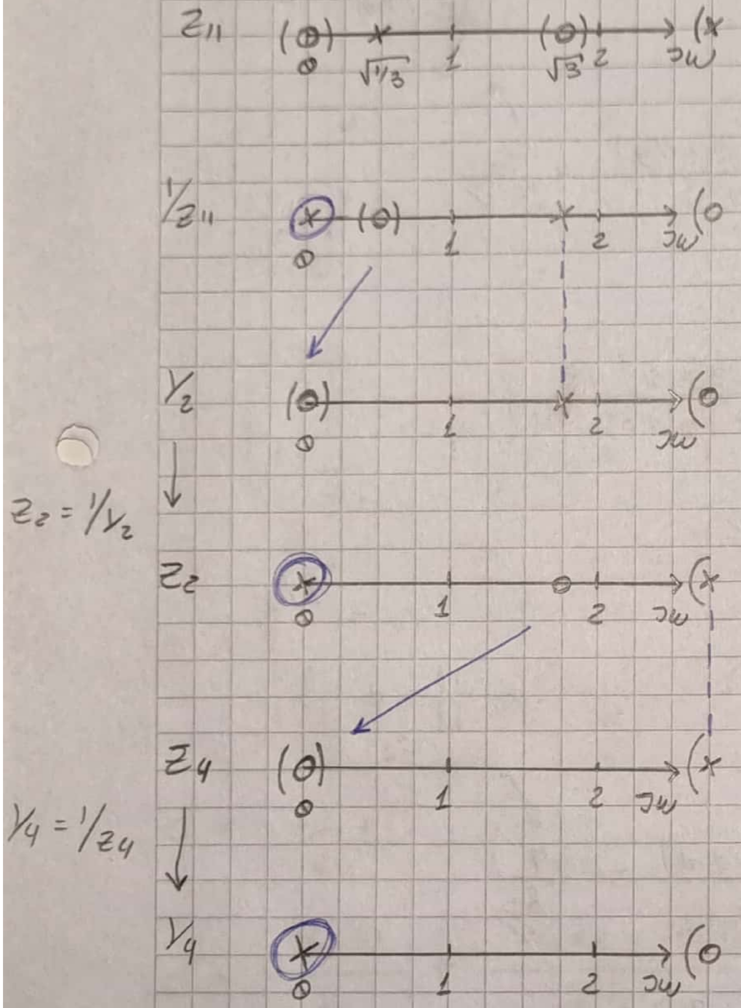
(*) La condición de medición $I_2 = 0$ (circuito abierto) me impone que el último elemento de la red circuital tenga que estar en derivación.

- $Z_{21} = \frac{s^3}{3.(s^2+1/3)}$ } los ceros de Z_{21} me indican en donde debo realizar las remociones durante la síntesis de Z_{11} (función excitación). Cero triple en cero, realizo 3 remociones en cero.

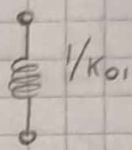
Albero Federico

Legajo: 175.698-9

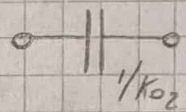
• Síntesis mediante el método gráfico.



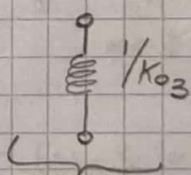
Remuevo un polo en $\omega = 0$ (continua), remuevo un inductor en derivación



Remuevo un polo en $\omega = 0$ (continua), remuevo un capacitor en serie



Remuevo un polo en $\omega = 0$ (continua), remuevo un inductor en serie

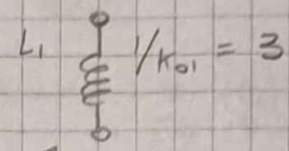


Cumplo con la condición de medición de la transferencia $I_2 = 0$ (circuito abierto) al colocar el último elemento de la red en derivación.

Síntesis Analítica

$$Z_{11} = \frac{s\cdot(s^2+3)}{3\cdot(s^2+1/3)} \longrightarrow \frac{1}{Z_{11}} = \frac{3\cdot(s^2+1/3)}{s\cdot(s^2+3)}$$

Remuevo polo en el origen:



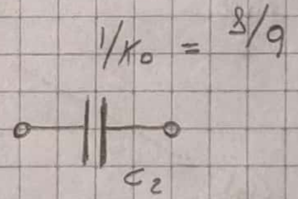
- $K_{01} = \lim\limits_{s\to 0} s\cdot Y(s)$

$$= \lim_{s\to 0} \cancel{s}\cdot\frac{3(s^2+1/3)}{\cancel{s}\cdot(s^2+3)} = \frac{3\cdot(0+1/3)}{(0+3)} = 1/3$$

- $Y_2(s) = \dfrac{1}{Z_{11}} - \dfrac{K_{01}}{s} = \dfrac{3\cdot(s^2+1/3)}{s\cdot(s^2+3)} - \dfrac{1}{3s}$

$$= \frac{9\cdot(s^2+1/3) - (s^2+3)}{3s\cdot(s^2+3)} = \frac{9s^2 \cancel{+3} - s^2 \cancel{-3}}{3s\cdot(s^2+3)}$$

$$= \frac{8s^2}{3\cancel{s}\cdot(s^2+3)} = \frac{8s}{3\cdot(s^2+3)}$$



$$Z_2(s) = \frac{1}{Y_2(s)} = \frac{3\cdot(s^2+3)}{8s}$$

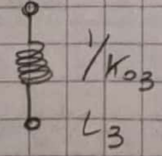
- $K_{02} = \lim\limits_{s\to 0} s\cdot Z_2(s)$

$$= \lim_{s\to 0} \cancel{s}\cdot\frac{3(s^2+3)}{8\cancel{s}} = \frac{3\cdot(0+3)}{8} = \frac{9}{8}$$

- $Z_4(s) = Z_2(s) - \dfrac{K_{02}}{s} = \dfrac{3\cdot(s^2+3)}{8s} - \dfrac{9}{8s}$

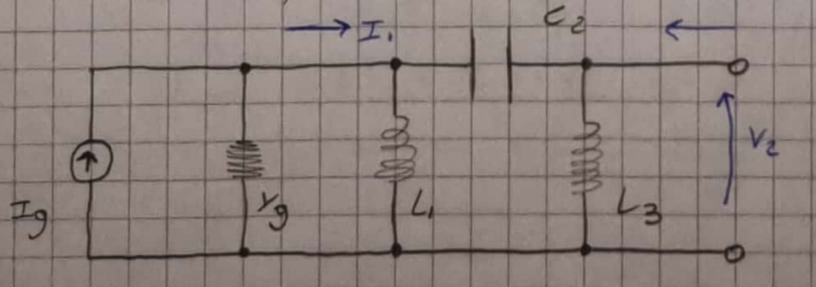
$$= \frac{3s^2+9-9}{8s} = \frac{3s^{\cancel{2}}}{8\cancel{s}} = \frac{3s}{8}$$

- $Y_4 = \dfrac{1}{Z_4} = \overset{K_{03}}{\dfrac{8}{3s}} = \dfrac{1}{\frac{3}{8}s}$



$K_{03} = \dfrac{8}{3}$

- Red circuital equivalente:



- Componentes:

$Y_g = 1$ (normalizado)

$L_1 = 3$

$C_2 = 8/9$

$L_3 = 3/8$

Albero Federico | Legajo: 175.698-9 | 3

• Verifico la transferencia a través de los parámetros ABCD.

$$C = \left.\frac{I_1}{V_2}\right|_{I_2=0} \longrightarrow \frac{1}{C} = \left.\frac{V_2}{I_1}\right|_{I_2=0} = Z(s)$$

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \underset{1/g=1}{1} & 1 \end{pmatrix} \cdot \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1/sL_1 & 1 \end{pmatrix}}_{L_1} \cdot \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 1/sC_2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}}_{C_2} \cdot \underbrace{\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1/sL_3 & 1 \end{pmatrix}}_{L_3}$$

$$T = \begin{pmatrix} - & - \\ 1+\frac{1}{sL_1} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{sC_2} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{sL_3} & 1 \end{pmatrix}$$

$$T = \begin{pmatrix} - & - \\ \frac{sL_1+1}{sL_1} & \frac{sL_1+1}{sL_1} \cdot \frac{1}{sC_2} + 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ \frac{1}{sL_3} & 1 \end{pmatrix}$$

$$C = \frac{sL_1+1}{sL_1} + \left(\frac{sL_1+1}{sL_1} \cdot \frac{1}{sC_2} + 1 \right) \cdot \frac{1}{sL_3}$$

$$C = \frac{sL_1+1}{sL_1} + \frac{sL_1+1+s^2 L C_2}{s^2 L_1 C_2} \cdot \frac{1}{sL_3}$$

$$C = \frac{sL_1+1}{sL_1} + \frac{s^2 L_1 C_2 + sL_1 + 1}{s^3 L_1 L_3 C_2}$$

$$C = \frac{(sL_1+1)\cdot s^2 L_3 C_2 + s^2 L_1 C_2 + sL_1 + 1}{s^3 L_1 L_3 C_2} \qquad s^2 C_2 \cdot (L_1+L_3)$$

$$C = \frac{s^3 L_1 L_3 C_2 + s^2 L_3 C_2 + s^2 L_1 C_2 + sL_1 + 1}{s^3 L_1 L_3 C_2}$$

$$C = \frac{\cancel{L_1 L_3 C_2} \cdot \left(s^3 + \frac{(L_1+L_3)}{L_1 L_3} \cdot s^2 + \frac{1}{L_3 C_2} \cdot s + \frac{1}{L_1 L_3 C_2} \right)}{\cancel{L_1 L_3 C_2} \; s^3}$$

$$C = \frac{\$^3 + \left(\frac{3 + 3/8}{3 \cdot 3/8}\right) \cdot \$^2 + \frac{1}{3/8 \cdot 8/9} \cdot \$ + \frac{1}{3 \cdot 3/8 \cdot 8/9}}{\$^3}$$

$$C = \frac{\$^3 + 3\$^2 + 3\$ + 1}{\$^3} = \frac{(\$ + 1)^3}{\$^3}$$

$$\frac{1}{C} = \left.\frac{V_2}{I_g}\right|_{I_2 = 0} = \frac{\$^3}{(\$ + 1)^3} = Z(\$)$$ Verifica

ⓒ Verificar la síntesis para hallar el valor de K.

$$Z(\$) = \frac{K \cdot \$^3}{\$^3 + 3\$^2 + 3\$ + 1} \rightarrow K = 1$$

ⓑ Calcule el valor de los componentes desnormalizados.

Para desnormalizar los valores de los componentes hay que utilizar la norma de impedancia (Ω_z) y la norma de frecuencia (Ω_w)

- $\Omega_z = R_g = 1000\ \Omega$
- $\Omega_w = \omega_0 = 1\ 1/s$

$$L_1 = \frac{L_1'' \cdot \Omega_z}{\Omega_w} = \frac{3 \cdot 1000}{1} = 3000\ Hy$$

L_1 → Valor desnormalizado

L_1'' → Valor normalizado

$$C_2 = \frac{C_2''}{\Omega_z \cdot \Omega_w} = \frac{8/9}{1000 \cdot 1} = 888,\bar{8}\ \mu F$$

$$L_3 = \frac{L_3'' \cdot \Omega_z}{\Omega_w} = \frac{3/8 \cdot 1000}{1} = 375 Hy$$

Escaneado con CamScanner