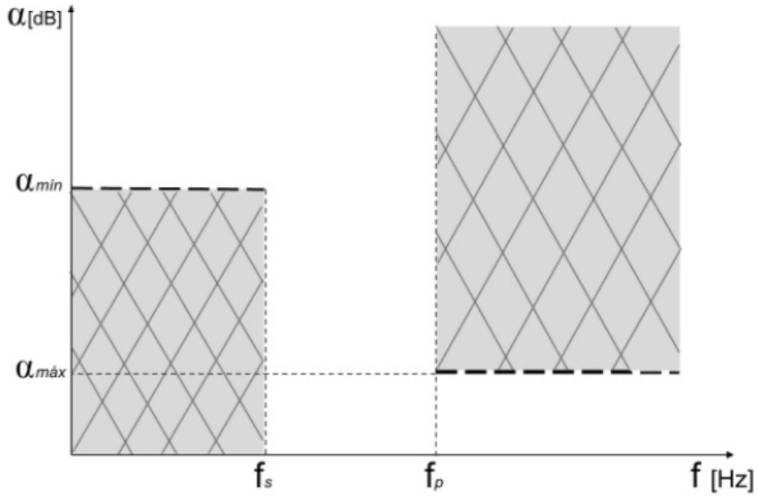
A partir de la siguiente plantilla:



α_{Max} [dB]	$\alpha_{mín}$ [dB]	fp [kHz]	fs [kHz]
1	30	40	10

1. Obtener la transferencia de **máxima planicidad** del filtro requerido.
2. Obtener el diagrama de polos y ceros, y un bosquejo de la respuesta en frecuencia. Compare el diagrama de polos y ceros con el del filtro pasabajo prototipo.
3. Implementar el circuito **normalizado** con estructuras pasivas. (Puede utilizar dispositivos activos para separar secciones).
4. Reemplace los inductores en las estructuras pasivas mediante el *GIC de Antoniou*, en la configuración que considere más apropiada.

Bonus:

- +10 💎 Simulación **numérica y circuital.**
- +10 🍺 Presentación en jupyter notebook

1 plantilla pasa altos

$\alpha_{max} = 1\,dB$

$\alpha_{min} = 30\,dB$

$f_s = 10\,kHz$

$f_p = 40\,kHz$

$\omega_s = 2\pi f_s$

$\omega_p = 2\pi f_p$

normalizo

$\Omega_\omega = 2\pi \cdot 40\,kHz$

$$\boxed{\begin{matrix} \omega_{s_n} = \frac{1}{4} \\ \omega_{p_n} = 1 \end{matrix}}$$

Convierto a plantilla pasa bajos

$K(\$) = \dfrac{1}{\$}$

$\alpha_{max} = 1dB$

$\alpha_{min} = 30dB$

$W'_{s_n} = 4$

$W'_{p_n} = 1$

Diseño máxima planicidad para la plantilla pasa bajos.

$$\varepsilon^2 = 10^{\alpha_{max}/10} - 1 = 0{,}2589$$

$\varepsilon = 0{,}5088 \longrightarrow$ no es Butter (despues normalizo)

$$\alpha_{min} = 10 \log\left(1 + \varepsilon^2 W'^{2N}_{s_n}\right)$$

$N = 2 \longrightarrow \alpha_{min} = 18{,}27$ dB ✗

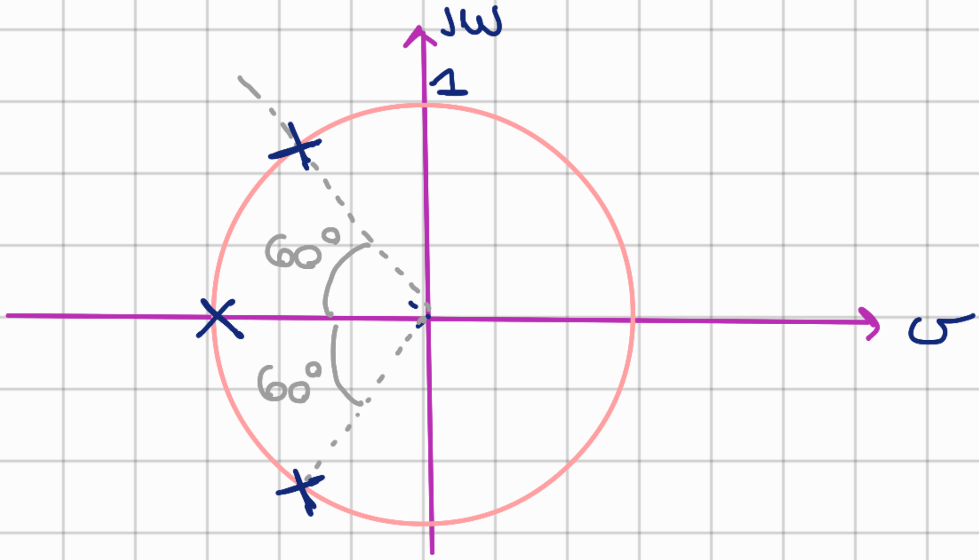
$N = 3 \longrightarrow \alpha_{min} = 30{,}25$ dB ✓ $\longrightarrow N = 3$

$$|T(\omega)|^2 = \frac{1}{1 + \varepsilon^2 \omega'^{2N}_n} \longrightarrow \text{normalizo con } W'_B = \varepsilon^{-\frac{1}{n}}$$

$$|T(\omega)|^2 = \frac{1}{1 + W'^{2N}_{nB}}$$

analizo los polos

Como $N=3 \rightarrow$ tenemos polos en el eje
Luego los otros dos estaran separados con un angulo $\dfrac{\pi}{N}$



$$T(s) = \frac{1}{s^2 + s\,2.\cos(60) + 1} \cdot \frac{1}{s+1}$$

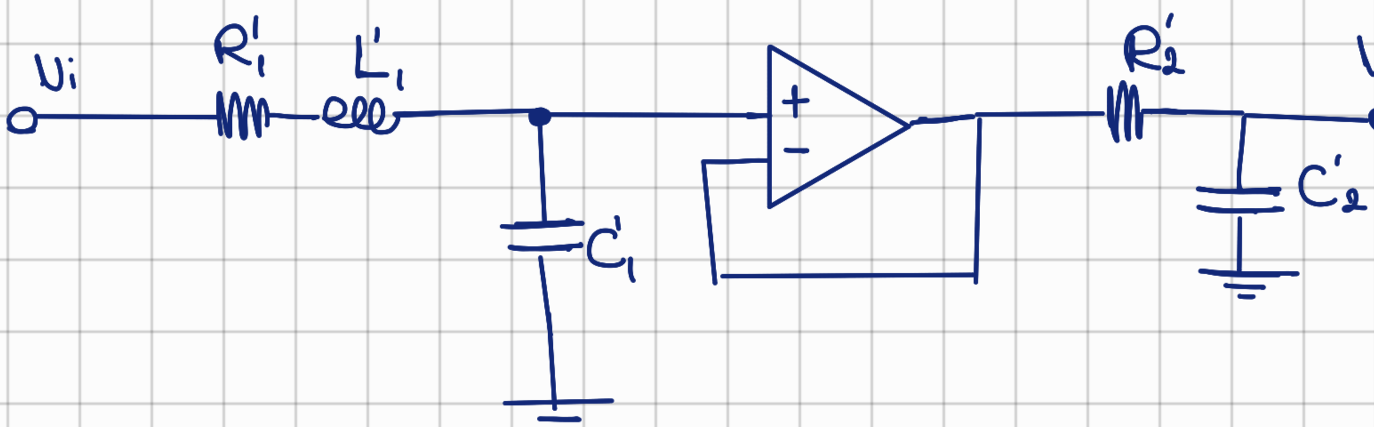
$$\boxed{T(s) = \frac{1}{s^2+s+1} \cdot \frac{1}{s+1}}$$

Ahora debo convertir al filtro pasa altos:

* Convirtiendo directamente los componentes (1)

* Aplicando el nucleo de transformacion a la transferencia (2)

(1)



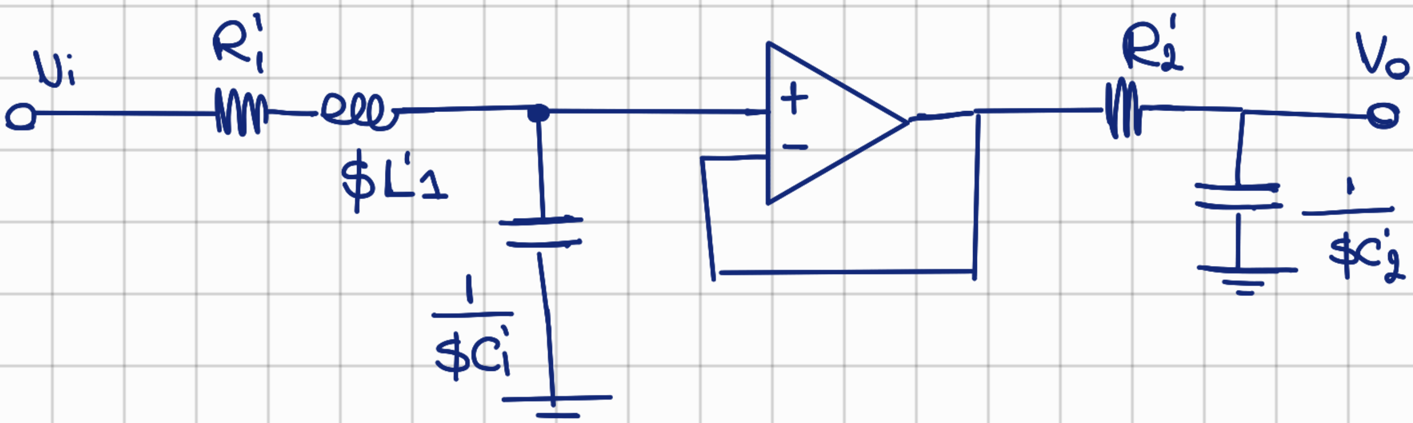
$$H_1(\$) = \frac{1}{L_1'C_1'} \frac{1}{\$^2 + \$\frac{R'}{L'} + \frac{1}{L'C'}}$$

$$H_2(\$) = \frac{\frac{1}{\$C_2'}}{\frac{1}{\$C_2'} + R_2'} = \frac{1}{R_2'C_2'} \frac{1}{\$ + \frac{1}{R_2'C_2'}}$$

$L_1' = 1$ | $R_2' = 1$

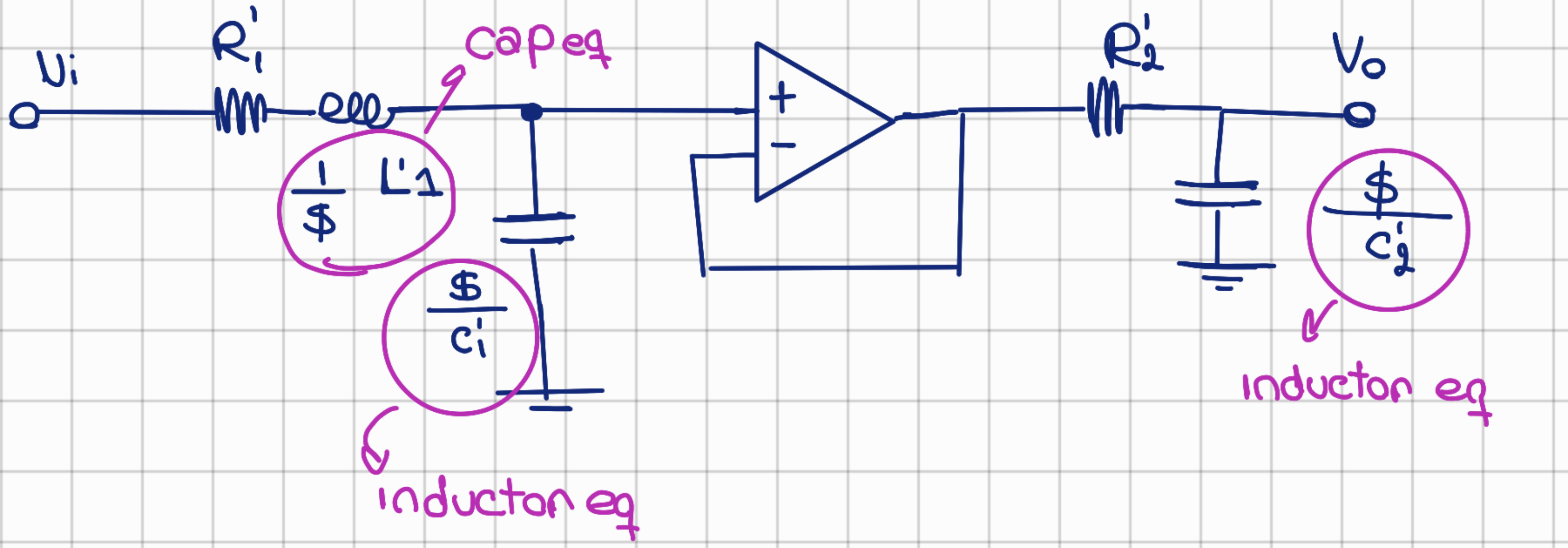
$C_1' = 1$ | $C_2' = 1$

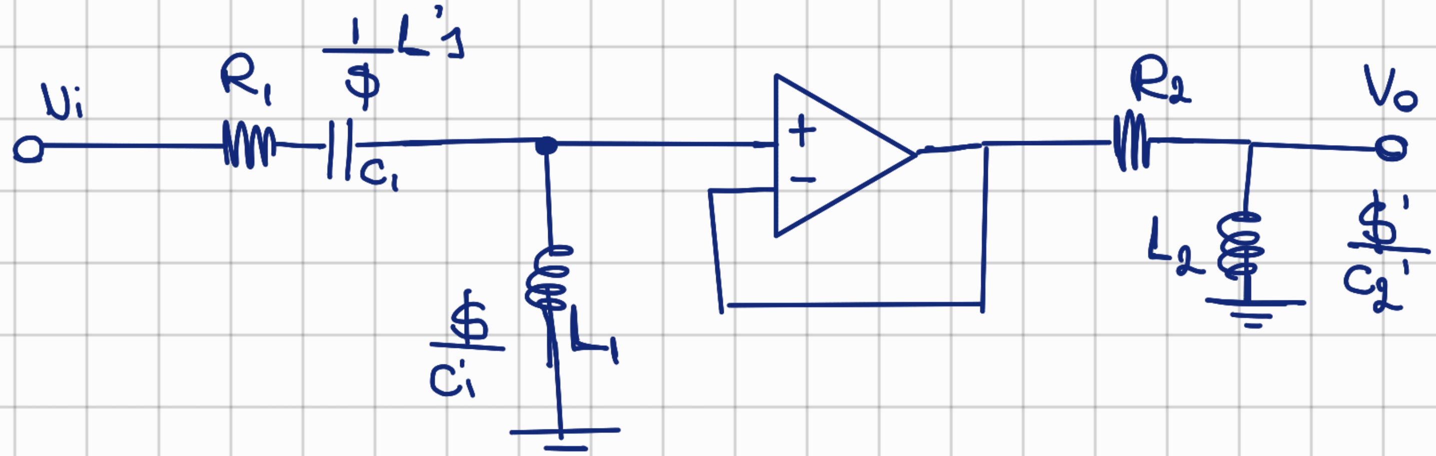
$R_1' = 1$



Ahora aplico mi nucleo de transformacion

$$\$ \longrightarrow \frac{1}{\$}$$





Desnormalizo: ⟶ tengo dos normas de frecuencia una "WB" aplicada al pasa bajos y otra "Ω_W" aplicada al pasa altos

WB (aplico nucleo de transformacion)

$$WB \xrightarrow{k(s)=\frac{1}{s}} WB' = \frac{1}{WB} = \varepsilon^{1/n} = \frac{1}{1,2525}$$

$$\Omega_W = 2\pi\ 40kHz$$

$$\Omega_W' = W_B' \cdot \Omega_W = \frac{2\pi\ 40kHz}{1,2525}$$

$R_1 = 1$

$R_2 = 1$

$C_1 = \dfrac{L'_1}{\Omega'_w}$

$L_1 = \dfrac{C'_1}{\Omega'_w}$

$L_2 = \dfrac{C'_2}{\Omega'_w}$

Componentes finales para filtro pasa altos.

② metodo 2:

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

aplica nucleo de transformacion

$$T'(\$') = \frac{1}{\left(\frac{1}{\$'}\right)^2 + \frac{1}{\$'} + 1} \quad \frac{1}{\frac{1}{\$'}+1} \rightarrow T'(\$) = \frac{\$'^2}{\$'^2+\$'+1} \; \frac{\$'}{\$'+1}$$

Desnormalizo

$$\$' \cdot \frac{\Omega_w}{w_B} = \$ \longrightarrow \$' = \$ \frac{w_B}{\Omega_w}$$

Ω'_w

$$T'(\$) = \frac{\$^2 \Omega_w'^2}{\$^2 \cdot \Omega_w'^2 + \$ \, \Omega'_w + 1} \cdot \frac{\$ \, \Omega'_w}{\$ \, \Omega'_w + 1}$$

$$T'_{(\$)} = \frac{\$^2}{\$^2 + \$\,\frac{1}{\Omega'_w} + \frac{1}{(\Omega'_w)^2}} \qquad \frac{\$}{\$ + \frac{1}{\Omega'_w}}$$

filtro pasa altos maxima planicidad

$$\Omega'_W = \frac{1{,}2525}{2\pi\, 40\text{kHz}}$$

2

2. Obtener el diagrama de polos y ceros, y un bosquejo de la respuesta en frecuencia. Compare el diagrama de polos y ceros con el del filtro pasabajo prototipo.

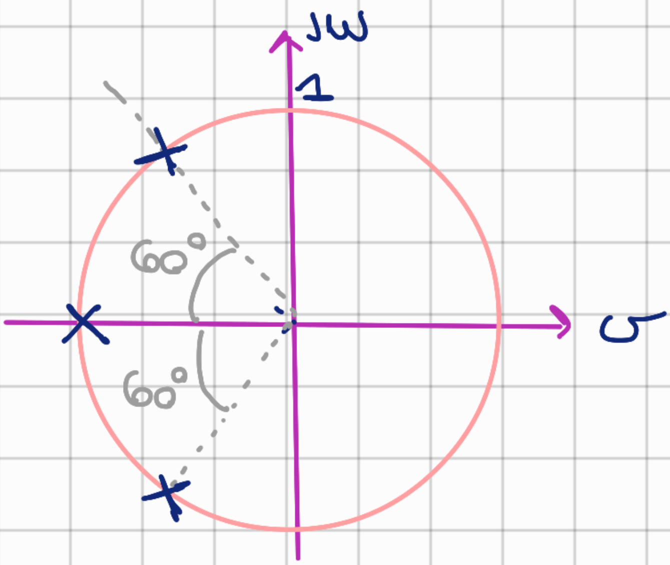
Comparo las transferencias normalizadas:

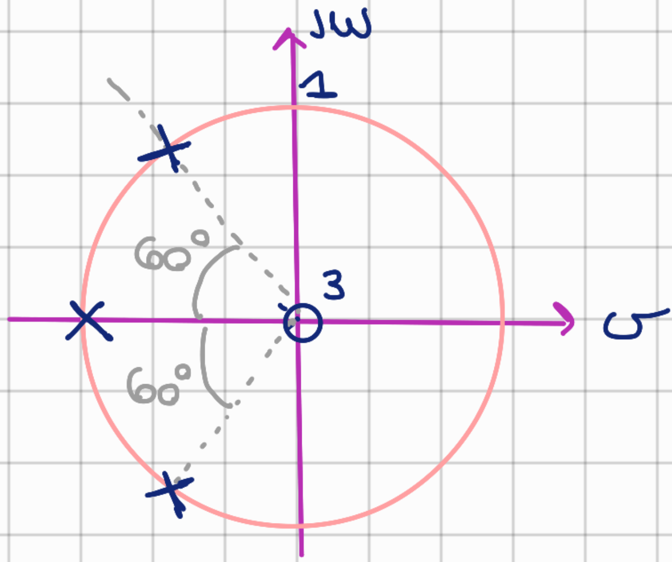
$$\boxed{T(\$) = \frac{1}{\$^2+\$+1} \cdot \frac{1}{\$+1}}$$

pasa bajos

$$\boxed{T'(\$) = \frac{\$'^2}{\$'^2+\$'+1}\,\frac{\$'}{\$'+1}}$$

Pasa altos





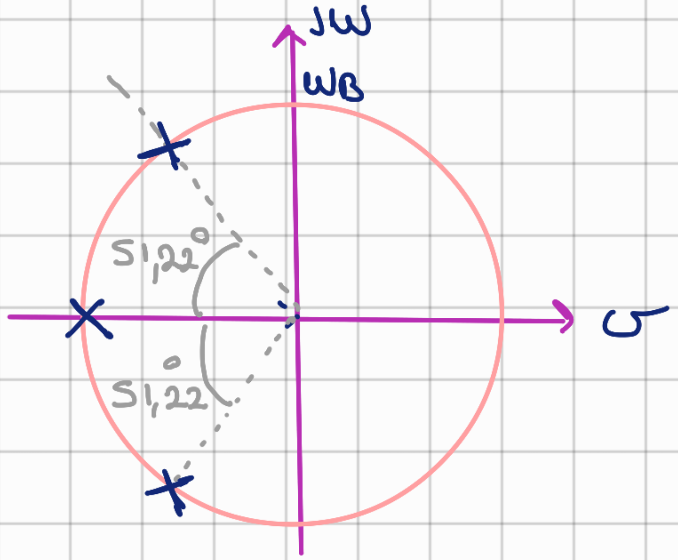
Las transferencias con W_B desnormalizado:

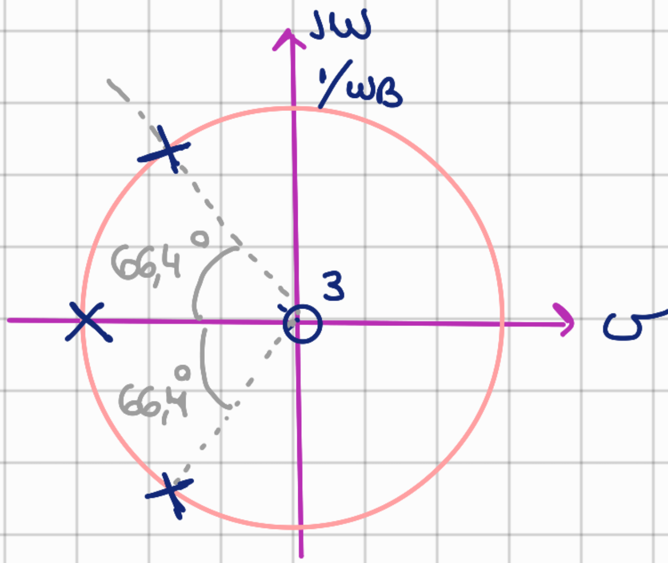
$$\boxed{T(\$) = \frac{\omega_B^2}{\$^2+\$\,\omega_B+\omega_B^2}\cdot\frac{\omega_B^2}{\$+\omega_B^2}}$$

pasa bajos

$$\boxed{T'(\$') = \frac{\$'^2}{\$'^2+\$'\frac{1}{\omega_B}+\frac{1}{\omega_B^2}}\;\frac{\$'}{\$'+\frac{1}{\omega_B}}}$$

pasa altos





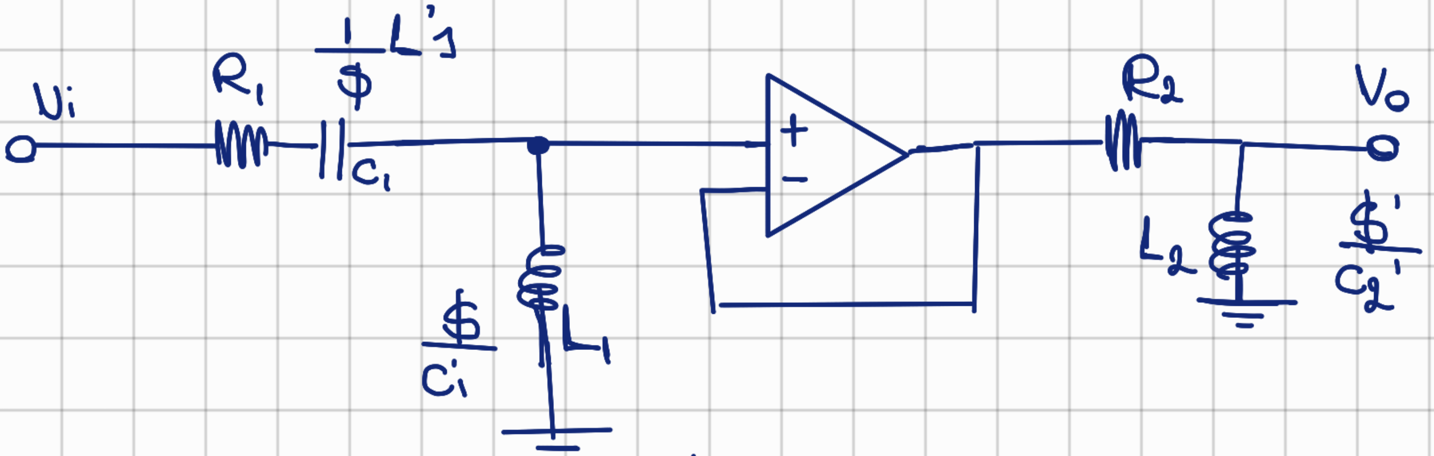
$2\cos(\varphi) = \omega_B$

$\varphi = 51{,}22°$

$2\cos(\varphi) = \omega_B^{-1}$

$\varphi = 66{,}47°$

③ ya fue implementado en el apartado ①



$R_1 = 1$

$R_2 = 1$

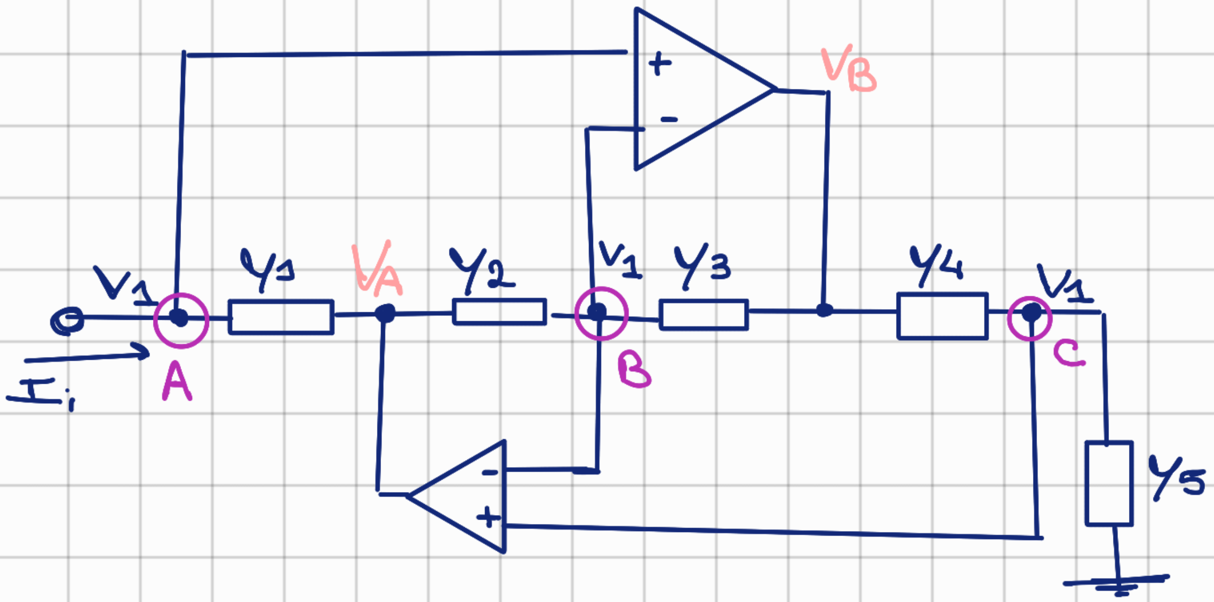
$C_1 = \dfrac{L'_1}{\Omega'_w}$

$L_1 = \dfrac{C'_1}{\Omega'_w}$

$L_2 = \dfrac{C'_2}{\Omega'_w}$

con $\Omega'_w = \dfrac{1{,}2525}{2\pi\, 40\text{kHz}}$

(4) Utilizando el Gic - Antonio



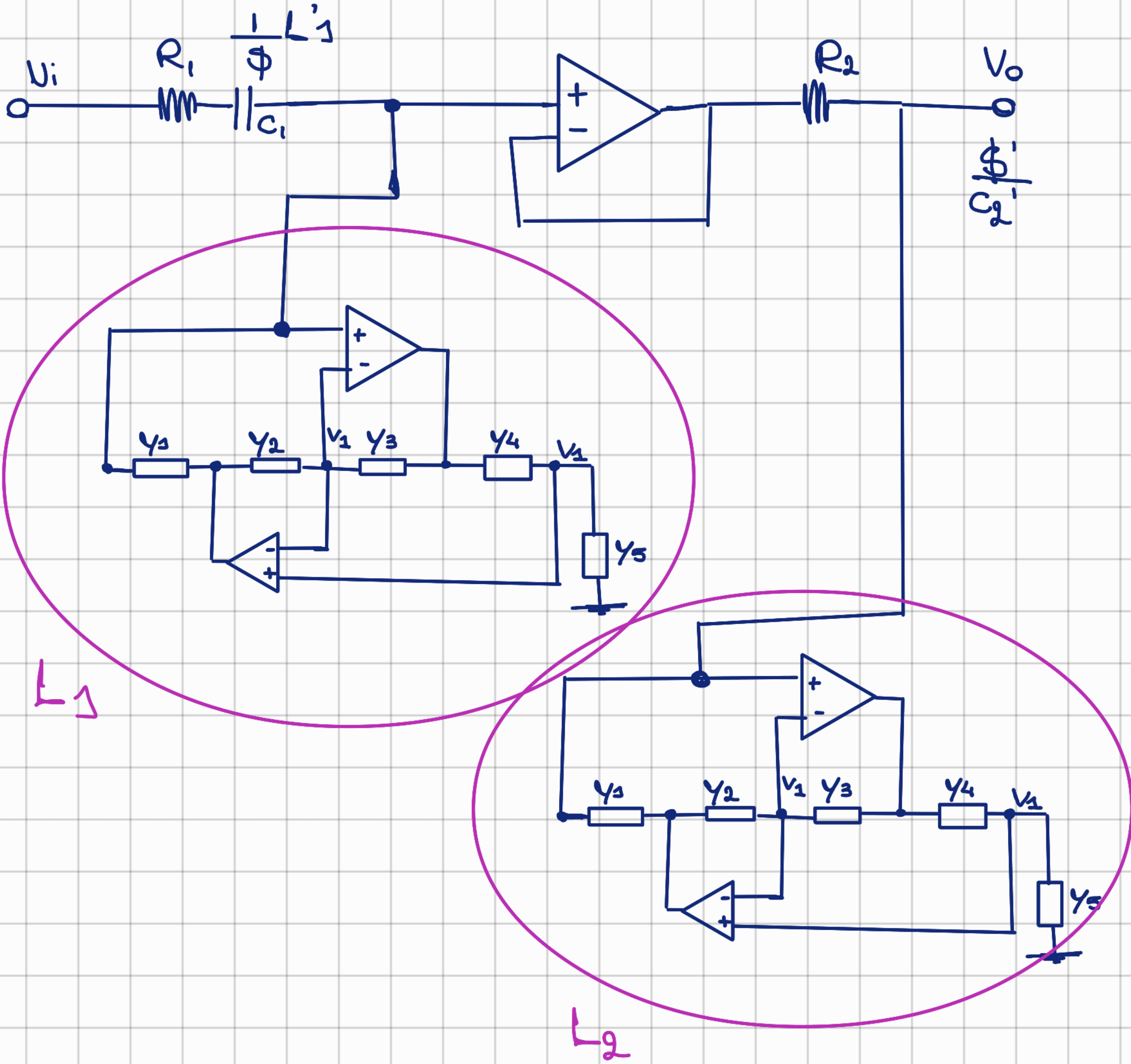
$$\frac{V_1}{I_i} = \frac{Y_4 Y_2}{Y_1 Y_5 Y_3} = \frac{Z_1 Z_5 Z_3}{Z_2 Z_4}$$

$Z_i = \$ L_{eq} \longrightarrow$ asumo $Z_2 = \frac{1}{\$ C}$; $Z_{1,3,5,4} = R$

$Z_i = \$ R^2 C$

$$L_1 = L_2 = \frac{1{,}2525}{2\pi \, 40kHz} = 4{,}98 \cdot 10^{-6} = R^2 C$$

$C = 10 \, pf \Rightarrow R = 705 \, \Omega$



$R_1 = 1$ $\quad C_1 = \dfrac{L'_1}{\Omega'_W}$ $\quad$ con $\Omega'_W = \dfrac{1{,}2525}{2\pi\ 40kHz}$

$R_2 = 1$

$Z_1 = Z_3 = Z_4 = Z_5 = 705\,\Omega$

$Z_2 = 10\,pf$ (capacitor)