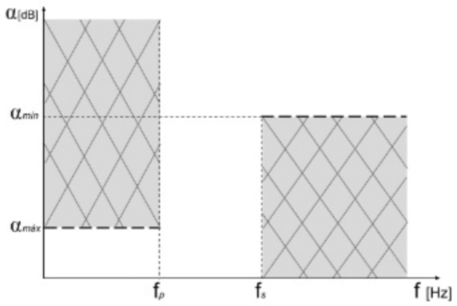
A partir de la siguiente plantilla, sabiendo que:



→ 1 2

αmáx [dB]	αmín [dB]	fp [Hz]	fs [Hz]
1	12	1500	3000

1. Obtener la transferencia para máxima planicidad en la banda de paso **utilizando los conceptos de partes de función**. Recordar que: $|T(j\omega)|^2 = T(j\omega) \cdot T(-j\omega) = T(s) \cdot T(-s)|_{s=j\omega}$
2. Obtener el diagrama de polos y ceros, y un bosquejo de la respuesta en frecuencia.
3. Implementar el circuito **normalizado** con estructuras pasivas separadas mediante buffers.
4. Obtenga el circuito que cumpla con la plantilla requerida si dispone de capacitores de 100nf.
5. Proponga una red que se comporte igual a la hallada en **4)** pero con resistores, capacitores y opamps.

Bonus:

- +10 💎 Proponer un planteo alternativo a **1)** usando la ω_{Butter} (**ver Schaumann 6.4**)
- +10 ⚽ Simulación **numérica y circuital.**
- +10 🍺 Presentación en jupyter notebook.

Estado de la entrega

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

$\alpha_{min} = 12\,dB$

$f_p = 1500\,Hz$

$f_s = 3000\,Hz$

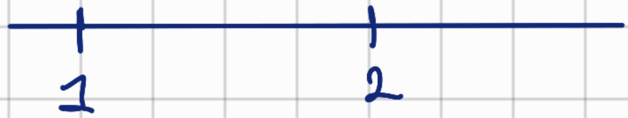
$\varepsilon^2 = 10^{\alpha_{max}/10} - 1 = 0{,}2589 \rightarrow$ no es una respuesta butterworth

$\varepsilon = 0{,}508$

$\alpha_{min} = 10 \log(1 + \varepsilon^2 \omega_s'^{2n})$

$\omega_s' = \dfrac{\omega_s}{\Omega_\omega} = 2$ (tomo como $\Omega_\omega = 2\pi . f_p$)

$\alpha_{min_{n=1}} = 3{,}079\,dB$ ×



$\alpha_{min_{n=2}} = 7{,}1\,dB$ ×

$\alpha_{min_{n=3}} = 12{,}43\,dB$ ✓ → Cumple con ser mayor al α_{min} del diseño.

$$|T(j\omega)|^2 = \frac{1}{1+\varepsilon^2\omega^{2n}} \longrightarrow \omega_B = \omega_p \cdot \varepsilon^{-1/n} = \omega_p\,\varepsilon^{-1/3}$$

$$\omega_B = 2\pi \cdot f_p \cdot 1{,}253$$

$$|T(j\omega)|^2 = \frac{1}{1+\omega^6}$$

$\omega_s = 1{,}5958$

$\omega_p = 0{,}7979$

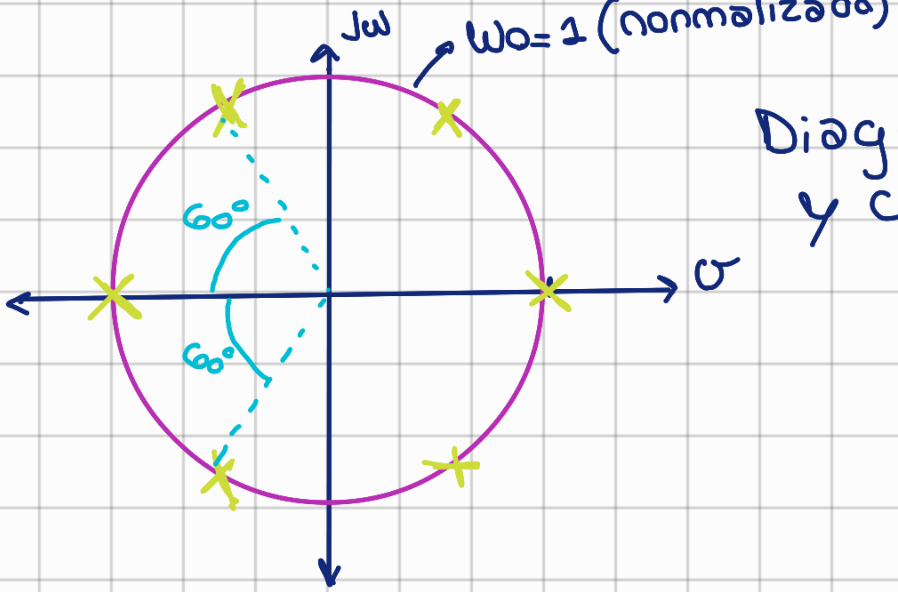


Diagrama de polos y ceros de $|T(j\omega)|^2$

Si nos quedamos solo con los izquierdos del eje $j\omega$ obtenemos $T(j\omega)$

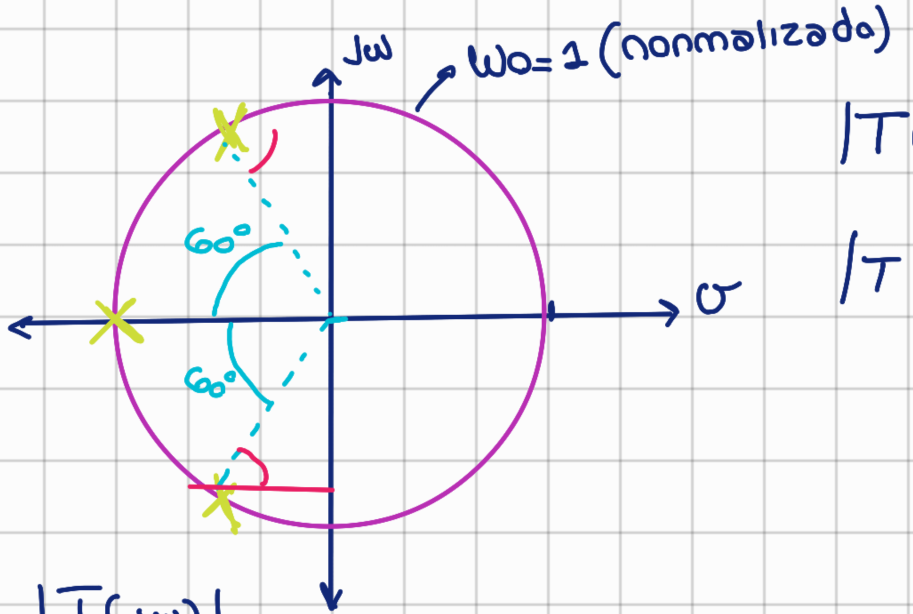
Sabiendo que un par de polos comp. conj. se representa como: (caso pasa bajos) $= \dfrac{1}{s^2+s\,2\cos(\theta)+1}$

y un polo simple: $\dfrac{1}{s+1}$

finalmente:

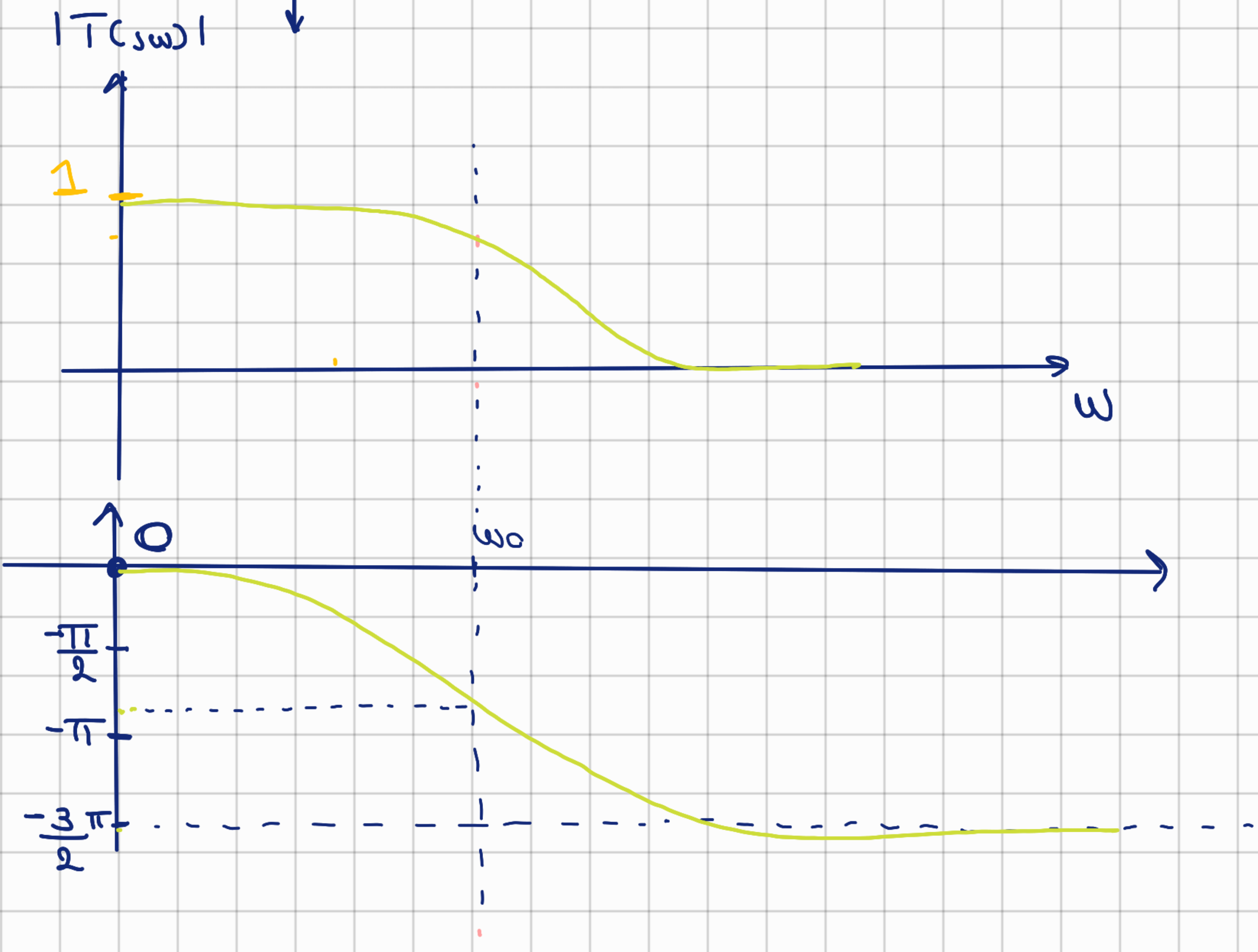
$$T(s) = \frac{1}{s^2 + s\,2.\cos(60°) + 1} \cdot \frac{1}{s+1}$$

$$\boxed{T(s) =} \frac{1}{s^2+s+1} \cdot \frac{1}{s+1} = \boxed{\frac{1}{s^3+2s^2+2s+1}}$$

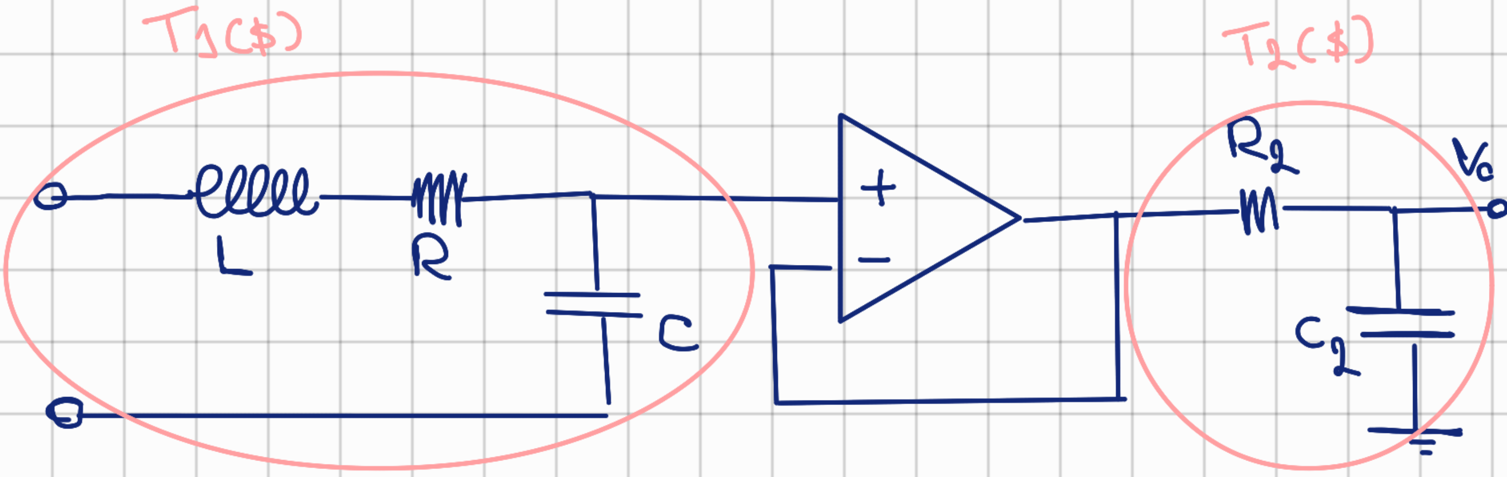


$$|T(jw)|_{w=0} = 1$$

$$|T(jw)|_{w\to\infty} = 0$$



③ $T(\$) = \dfrac{1}{\$^2 + \$ + 1} \cdot \dfrac{1}{\$ + 1}$



$$T_1(\$) = \frac{\frac{1}{LC}}{\$^2 + \$\frac{R}{L} + \frac{1}{LC}} \xrightarrow{\text{normalizando}} T_1(\$) = \frac{1}{\$^2 + \$ R\sqrt{\frac{C}{L}} + 1}$$

$$Q = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

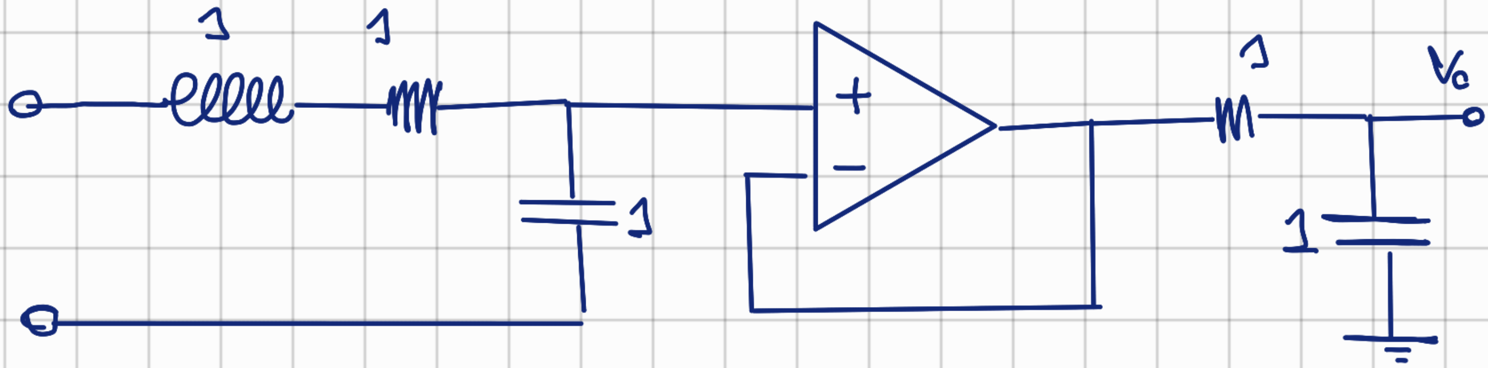
Calculo los componentes:

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0 = 1 \longrightarrow C = \frac{1}{L} \Rightarrow \begin{matrix} C = 1 \\ L = 1 \end{matrix}$$

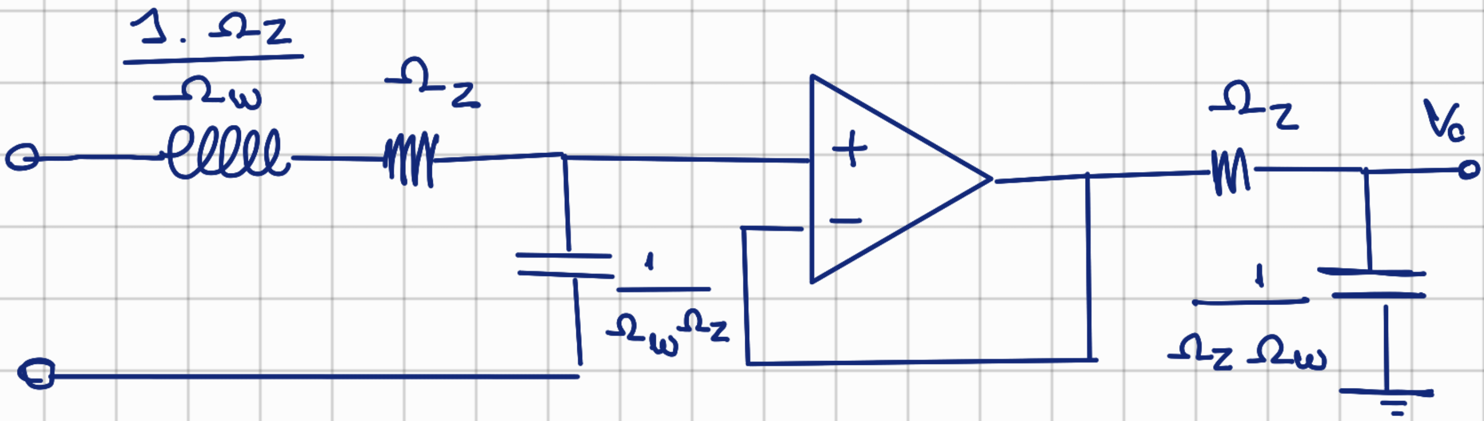
$$\frac{1}{R}\sqrt{\frac{C}{L}} = Q = 1 \longrightarrow \Omega_z = R_1 \Rightarrow R = 1$$

(norma de impedancia)

$$T_2(\$) = \frac{\frac{1}{CR}}{\$ + \frac{1}{CR}} \longrightarrow \frac{1}{CR} = 1 \rightarrow R = \frac{1}{C} \Rightarrow \begin{matrix} R = 1 \\ C = 1 \end{matrix}$$



desnormalizando:



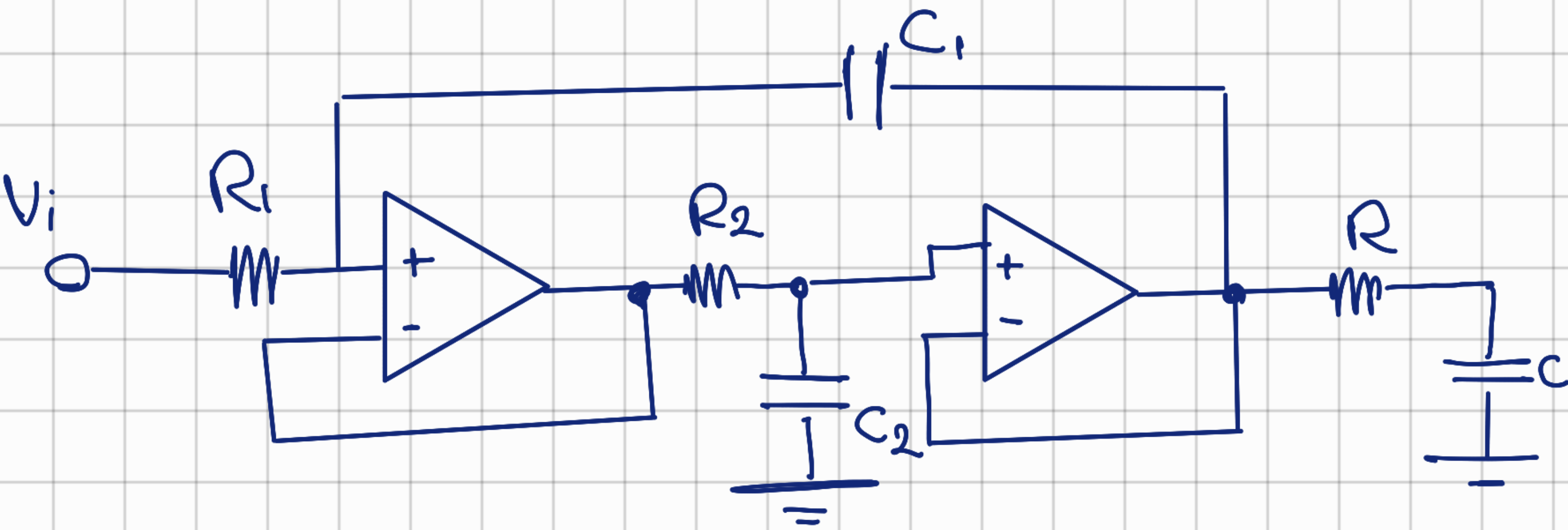
Con $\Omega_w = 2\pi . f_p . \varepsilon^{-1/3} = 11811,81\ Hz$

$C = 100nf = \frac{1}{\Omega_w \Omega_z} \longrightarrow \Omega_z = 846,61\ \Omega$

$C = 100nf$
$L = 0,0716\ Hy = 71,67\ mHy$
$R = 846,61\ \Omega$

5 Propongo reemplazar el filtro de segundo orden.

Utilizo un bicuadrado:



$$Q = \sqrt{\frac{R_1 C_1}{R_2 C_2}} = 1$$

$$W_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = 1$$

$R_1 = 1$
$R_2 = 1$
$C_1 = 1$
$C_2 = 1$

R y C son el mismo filtro de antes:

$R = 1$
$C = 1$

$R_1 = R_2 = R = \Omega_Z = 847\ \Omega$

$$C_1 = C_2 = C = 1 = \frac{1}{\Omega_Z \Omega_W} = 100nf.$$