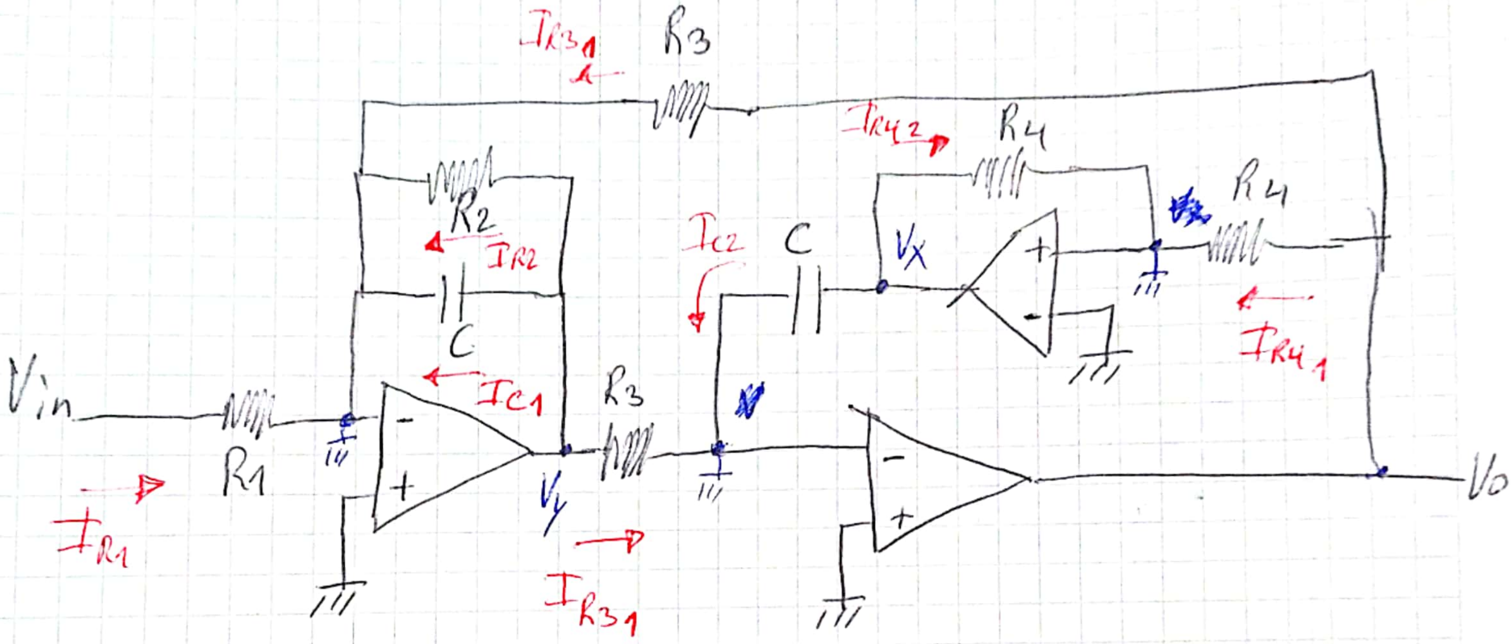
TS2:



Transferencia: $\left(T=\frac{V_o}{V_{in}}\right)$

- $I_{R41} = -I_{R42} \Rightarrow \frac{V_o - 0}{R_4} = -\left(\frac{V_x - 0}{R_4}\right) \Rightarrow \boxed{V_o = -V_x}$

- $I_{R3_1} = -I_{C2} \Rightarrow \frac{V_y - 0}{R_3} = -\frac{V_x - 0}{\frac{1}{SC}} \Rightarrow V_y = -V_x \cdot SC R_3 \therefore \boxed{V_y = V_o \cdot SC}$

- $I_{R1} = -(I_{C1} + I_{R2} + I_{R31}) \Rightarrow \frac{V_{in} - 0}{R_1} = -\left(\frac{V_y - 0}{\frac{1}{SC}} + \frac{V_y - 0}{R_2} + \frac{V_o - 0}{R_3}\right)$

$$\Rightarrow V_{in} = -R_1 \cdot \left(V_y \cdot SC + \frac{V_y}{R_2} + \frac{V_o}{R_3}\right)$$

$$\Rightarrow V_{in} = -R_1 \cdot \left(V_o \cdot S^2 \cdot C^2 \cdot R_3 + \frac{V_o \cdot SC \cdot R_3}{R_2} + \frac{V_o}{R_3} \right)$$

$$\Rightarrow V_{in} = V_o \cdot (-R_1 \cdot R_3) \left(S^2 \cdot C^2 + \frac{SC}{R_2} + \frac{1}{(R_3)^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{-R_1 \cdot R_3} \cdot \frac{1}{S^2 \cdot C^2 + \frac{SC}{R_2} + \frac{1}{R_3^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{1}{R_1 \cdot R_3 C^2} \cdot \frac{1}{S^2 + \frac{S}{R_2 \cdot C} + \frac{1}{(R_3 \cdot C)^2}}$$

$$\boxed{\Rightarrow \frac{V_o}{V_{in}} = -\frac{R_3}{R_1} \cdot \frac{1/(R_3 \cdot C)^2}{S^2 + \frac{S}{R_2 \cdot C} + \frac{1}{(R_3 \cdot C)^2}}}$$

(b) Tenemos que la transf de un pasabajos tiene la forma:

$$T(s) = \frac{|H| w_o^2}{S^2 + \frac{S \cdot w_o}{Q} + (w_o)^2} \Rightarrow \begin{cases} w_o = \frac{1}{R_3 \cdot C} \\ Q = \frac{R_2 \cdot \cancel{C}}{R_3 \cdot \cancel{C}} = \frac{R_2}{R_3} \\ |H| = \frac{R_3}{R_1} \end{cases}$$

Con:

$w_o = 1$ rad/s

$Q = 3$

$$\frac{1}{R_3 \cdot C} = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{R_3} \longrightarrow \boxed{R_3 = 10 K\Omega} \; ; \; C = 100 \mu F$$

Con ~~ω_0~~ $Q = 3$ nos queda $\frac{R_2}{R_3} = 3 \Rightarrow R_2 = 3R_3$

$$\Rightarrow \boxed{R_2 = 30 K\Omega}$$

Nos queda entonces

$$|H| = \frac{R_3}{R_1} \Rightarrow |T(0)| = |H| \rightarrow 20dB = \frac{R_3}{R_1} \longrightarrow 10 = \frac{R_3}{R_1}$$

$$= 20dB$$

$$= 10$$

$$\Rightarrow \cancel{R_3 = 10 R_1} \quad \cancel{R_1 = 10 R_3}$$

$$\boxed{R_1 = \frac{R_3}{10} = 1 K\Omega}$$

Por último R_4 no está sujeto a ninguna condición, le ponemos un valor arbitrario

$$\boxed{R_4 = 10.\ K\Omega}$$

Bonus:

1) Normalización:

Tenemos:

$$\Omega_Z = R_3 = 10 K\Omega$$

$$\Omega_W = \omega_0 = \frac{1}{R_3 . C} = 1 \ rad/s$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_1 = \frac{1 K\Omega}{\Omega_Z} = 0{,}1 \\ R_2 = \frac{30 K\Omega}{10 K\Omega} = 3 \\ R_3 = 1 \\ R_4 = \frac{10 K\Omega}{10 K\Omega} = 1 \\ C = 1 \end{cases}$$

(e) Sensibilidad:

$$S_C^{w_0},\ S_{R_2}^{Q},\ S_{R_3}^{Q}$$

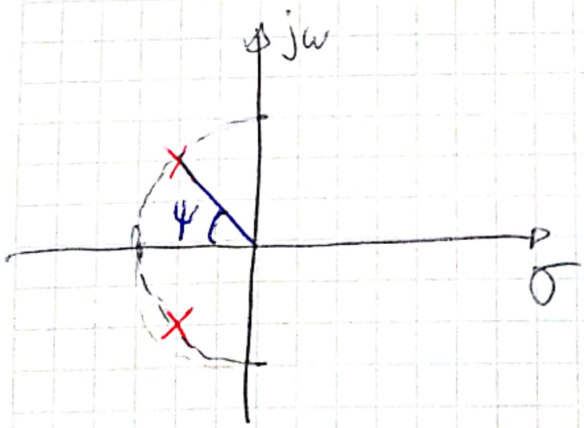
$$S_C^{w_0} = \frac{C}{w_0} \cdot \frac{\partial w_0}{\partial C} = -\frac{1}{R_3} \cdot \frac{1}{C^2} \cdot \frac{C}{w_0} = -\frac{\cancel{w_0}}{\cancel{w_0}} = -1$$

$$S_{R_2}^{Q} = \frac{R_2}{Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial R_2} = \frac{R_2}{Q} \cdot \frac{1}{R_3} = \frac{\cancel{Q}}{\cancel{Q}} = 1$$

$$S_{R_3}^{Q} = \frac{R_3}{Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial R_3} = \frac{\cancel{R_3}}{Q} \cdot \frac{-R_2}{R_3^{\cancel{2}}} = \frac{-\cancel{Q}}{\cancel{Q}} = -1$$

(f) Transferencia Butterworth:

Para una transferencia Butter, los polos tienen que ser



donde para Butter $\psi = 45°$

$$\Rightarrow Q = \frac{1}{2\cos(\psi)} = \frac{1}{\cancel{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\cancel{2}}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

∴ De la forma de Q que calculamos antes

$$Q = \frac{R_2}{R_3} \Rightarrow R_2 = Q \cdot R_3 = (1/\sqrt{2})R_3 \longrightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} \text{ (normalizado)}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} R_3 \longrightarrow 14{,}14 \, K\Omega \text{ (sin normaliz.)} \rightarrow 15 \, K\Omega$$

(9) Calculo de pasabanda, para este caso con el ackerberg solo hace falta tomar la salida la tensión V_y ya que es donde hacemos una sola integración