Trabajo Práctico de Laboratorio

Se debe diseñar un filtro utilizando el integrado UAF42.

Planteo:

Filtro Notch de 3dB con un BW de 40Hz que elimine una fo de 50Hz.

Se debe llegar a una transferencia con la siguiente forma:

$$T_N(S) = \frac{S^2 + \omega_0^2}{S^2 + S\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

Donde $\omega_0 = 2\pi f_0$

y $Q = \frac{\omega_0}{BW_{rad}} = \frac{2\pi f_0}{2\pi BW} = 5$

Para lograr dicha transferencia, se utilizó el amplificador operacional auxiliar del circuito integrado para sumar las salidas Pasa Altos y Pasa Bajos, dados por:

$$T_{LP}(S) = \frac{A_{LP}\,\omega_0^2}{S^2 + S\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

$$T_{HP}(S) = \frac{A_{HP}\,S^2}{S^2 + S\frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

De la hoja de datos, se obtienen las ecuaciones de diseño.

$$\omega_o^2 = \frac{R_2}{R_1 R_{f1} R_{f2} C_1 C_2} \quad ; \quad \text{Donde } R_1 = R_2 = 50k\Omega,\ C_1 = C_2 = 1nF$$

$$\omega_o^2 = \frac{1}{R_{f1} R_{f2} C^2} \quad ; \quad \text{Haciendo } R_{f1} = R_{f2} = R_f$$

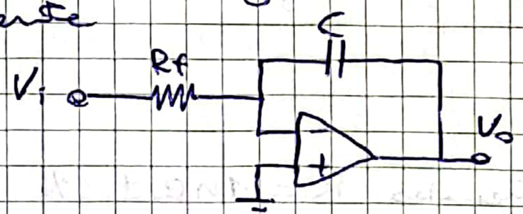
$$\omega_o = \frac{1}{R_f C}$$

Despejando R_f, se tiene que

$$R_f = \frac{1}{\omega_o C} = \frac{1}{2\pi\, 50Hz \cdot 1nF} \cong 3{,}183\, M\Omega$$

Debido a que este valor es bastante alto, se propone ~~la siguiente~~ estructura, para bajar el valor de ~~esta~~ resistencia.

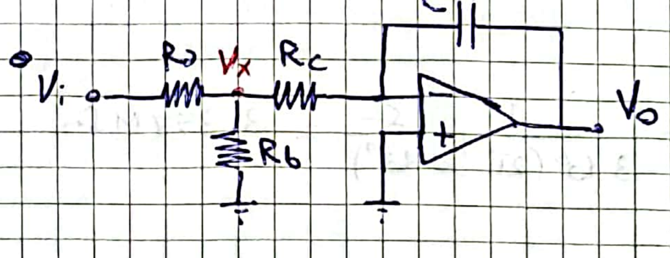
La estructura que se tiene hasta ahora es la siguiente



Donde

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{1}{sCR_f}$$

Se propone reemplazarla por



$$\frac{V_x}{R_c} = -V_o SC \Rightarrow V_x = -V_o SCR_c$$

$$\frac{V_i}{R_a} = V_x\left(\frac{1}{R_a}+\frac{1}{R_b}+\frac{1}{R_c}\right) = -V_o SCR_c\left(\frac{1}{R_a}+\frac{1}{R_b}+\frac{1}{R_c}\right)$$

$$V_i = -V_o SC\left(R_c + \frac{R_a R_c}{R_b} + R_a\right)$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{1}{SC\left(R_c+\frac{R_a R_c}{R_b}+R_a\right)}$$

Entonces;

$$R_f = \left(R_c + \frac{R_a R_c}{R_b} + R_a\right)$$

Si hago que $R_a = R_b = R_c = R$, entonces

$$R_f = 3R \Rightarrow R = \frac{3{,}18 M\Omega}{3} = 1{,}06 M\Omega$$

Con la finalidad de poder ajustar f_o utilizando un solo preset, tendré que hacer que R_{f1} sea distinto a R_{f2}.

Propongo que R_{f2} sea

$$R_{f2} = 3R \quad ; \text{ Siendo } R = 1M\Omega \pm 1\%$$

Para obtener el valor de R_{f1}, se debe volver a las ecuaciones de diseño.

$$R_{f1} = \frac{1}{R_{f2}(\omega_o C)^2} = \frac{1}{3.10^6(2\pi.50.10^{-9})}\Omega = 3{,}377 M\Omega$$

Para implementar R_{f1}:

$$R_{f1} = R_c + \frac{R_a R_c}{R_b} + R_a \quad ; \text{ donde } R_a = R_b = R = 1M\Omega$$

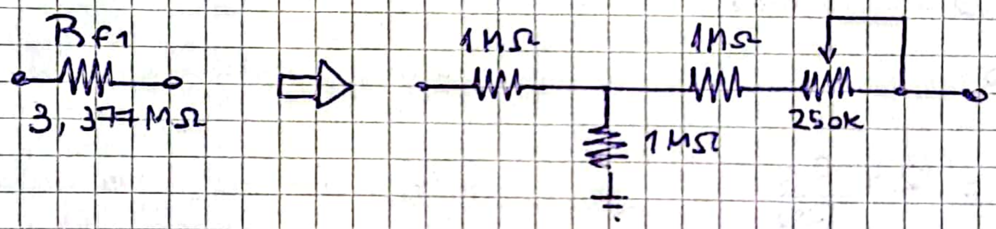
$$R_{f1} = 2R_c + R$$

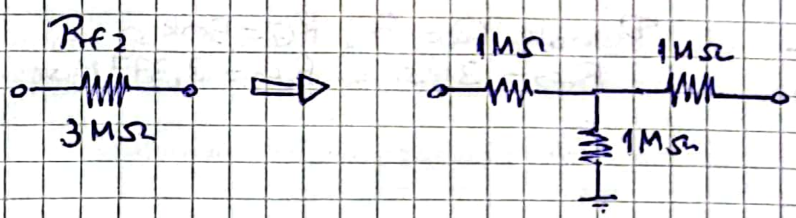
$$R_c = \frac{R_{f1} - R}{2} = \frac{3,377M\Omega - 1M\Omega}{2}$$

$$R_c = 1,1885\,M\Omega$$

Para R_c se utilizará una Resistencia de $1M\Omega$ en serie con un preset de $250k\Omega$

Resulta entonces





NOTA

Para calcular el valor de la resistencia que ajusta a Q, se utilizan las ecuaciones de diseño.

$$Q = \frac{1 + \frac{R_4(R_G+R_Q)}{R_G R_Q}}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \left(\frac{R_2 R_{f1} C_1}{R_1 R_{f2} C_2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde $R_1 = R_2 = R_4 = R_G = 50k\Omega$ y $C_1 = C_2 = 1nF$

$$Q = \frac{1 + \frac{R_G+R_Q}{R_Q}}{1 + 1} \sqrt{\frac{R_{f1}}{R_{f2}}}$$

$$Q = \frac{1 + 1 + \frac{R_G}{R_Q}}{2} \sqrt{\frac{R_{f1}}{R_{f2}}}$$

$$Q = \frac{2 + \frac{R_G}{R_Q}}{2} \sqrt{\frac{R_{f1}}{R_{f2}}}$$

Despejo R_Q:

$$2Q\sqrt{\frac{R_{f2}}{R_{f1}}} = 2 + \frac{R_G}{R_Q}$$

$$R_Q = \frac{R_G}{2\left(Q\sqrt{\frac{R_{f2}}{R_{f1}}} - 1\right)}$$; Donde $Q = 5$; $R_G = 50k\Omega$; y $R_{f2} = 3M\Omega$ y $R_{f1} = 3{,}377\,M\Omega$

$$R_Q = 6733{,}7\,\Omega$$

El valor comercial más cercano es de $6k8\,\Omega$

NOTA