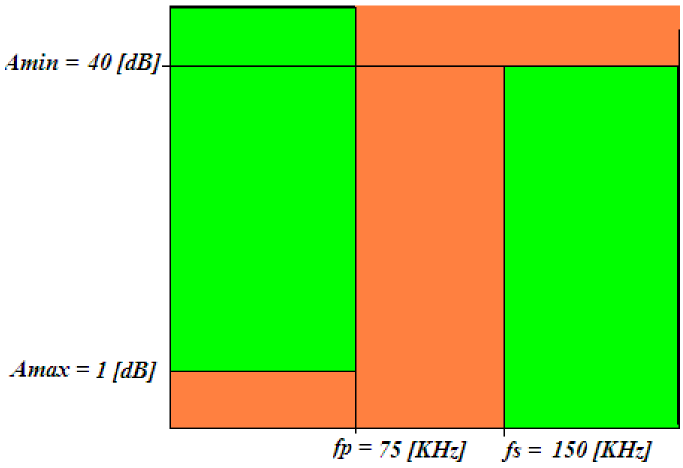
# CALCULO DE FILTRO PASIVO PASA BAJOS DE CHEVYSHEV DE ORDEN 5

Se desea calcular un filtro pasivo pasa bajos de Chevyshev con un rizado en la banda pasante de 1 [dB], con frecuencia de corte $f_C$ = 75 [KHz], con 40 [dB]de atenuación en la banda detenida cuya frecuencia fs =150 [KHz] y una impedancia de 50 Ω.

La plantilla correspondiente será :




Calculamos en primer lugar el valor de ***n*** para conocer el orden del filtro

$$n \geq \frac{cosh^{-1}\sqrt{\frac{10^{(0,1*Amin)}-1}{10^{(0,1*Amax)}-1}}}{cosh^{-1}\left(\frac{\omega_S}{\omega_P}\right)} = \frac{cosh^{-1}\sqrt{\frac{10^{(0,1*40)}-1}{10^{(0,1*1)}-1}}}{cosh^{-1}\left(\frac{150000*2*\pi}{75000*2*\pi}\right)} = 4,5361$$

$$\therefore \quad n = 5$$

Usamos la Tabla correspondiente para $R_P$ = 1 [dB] :

**Coeficientes de los polinomios de Chebychev ($\alpha_p = 1dB$) ($\varepsilon = 0.5089$)**

| n | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $a_4$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.9652267 | | | | |
| 2 | 1.1025103 | 1.0977343 | | | |
| 3 | 0.4913067 | 1.2384092 | 0.9883412 | | |
| 4 | 0.2756276 | 0.7426194 | 1.4539248 | 0.9527114 | |
| 5 | 0.1228267 | 0.5805342 | 0.9743961 | 1.6888160 | 0.9368201 |

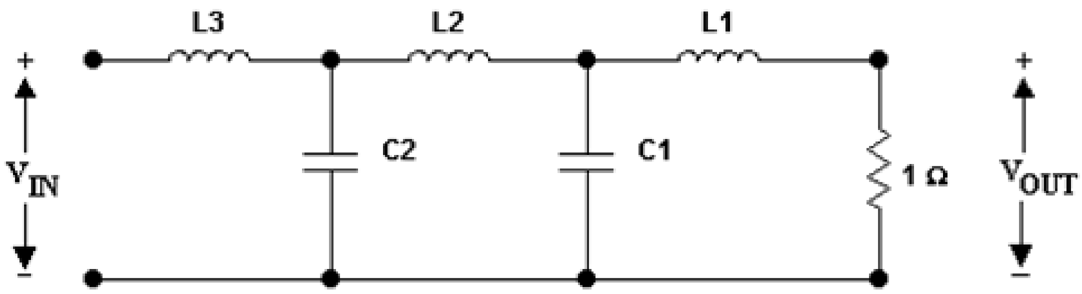
Para el caso de n=5 y Rp = 1 [dB], la función de Chevyshevl normalizada para $\omega_C$ = 1 [rad/s] y Ro = 1 [Ω] está dada por :

$$C_5(S) = \frac{.1228}{S^5 + .9368*S^4 + 1.689*S^3 + .9744*S^2 + .5805*S + .1228}$$

Reordenando la última expresión :

$$C_5(S) = \frac{1}{\frac{S^5}{.1228} + \frac{.9368*S^4}{.1228} + \frac{1.689*S^3}{.1228} + \frac{.9744*S^2}{.1228} + \frac{.5805*S}{.1228} + 1}$$

Partiremos de una estructura normalizada de cinco reactancias :




La función de transferencia estará dada por la siguiente expresión :

$$G_5(S) = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{1}{S^5.L_1.L_2.L_3.C_1.C_2 + S^4.L_2.L_3.C_1.C_2 + S^3[L_1.(L_2.C_1 + L_3.C_1 + L_3.C_2) + L_2.L_3.C_2] + S^2.[C_1.(L_2 + L_3) + L_3.C_2] + S.(L_1 + L_2 + L_3) + 1}$$

$$C_5(S) = \frac{1}{A*S^5 + B*S^4 + C*S^3 + D*S^2 + E*S + 1}$$

$$L_1.L_2.L_3.C_1.C_2 = A$$
$$L_2.L_3.C_1.C_2 = B$$
$$[L_1.(L_2.C_1 + L_3.C_1 + L_3.C_2) + L_2.L_3.C_2] = C$$
$$[C_1.(L_2 + L_3) + L_3.C_2] = D$$
$$L_1 + L_2 + L_3 = E$$

$$L_1 = \frac{A}{B} = \frac{1/0,1228}{0,9368/0,1228} = 1,0674[H]$$

$$[L_1.(L_2.C_1 + L_3.C_1 + L_3.C_2) + L_2.L_3.C_2] = C$$
$$[L_1.(L_2.C_1 + L_3.C_1 + L_3.C_2)] = C - L_2.L_3.C_2$$
$$(L_2.C_1 + L_3.C_1 + L_3.C_2) = \frac{C - L_2.L_3.C_2}{L_1}$$
$$[C_1.(L_2 + L_3) + L_3.C_2] = D \qquad y\ L_2.L_3.C_2 = \frac{B}{C_1}$$
$$\therefore\ \frac{C - L_2.L_3.C_2}{L_1} = D = \frac{C - \frac{B}{C_1}}{L_1}$$

$$C_1 = \frac{B}{C - D * L_1} = \frac{0,9368/0,1228}{1,689/0,1228 - 0,9744/0,1228 * 1,0674} = 1,444\ [F]$$

$$L_1 + L_2 + L_3 = E \quad \rightarrow L_2 + L_3 = E - L_1 = 0,5805/0,1228 - 1,0674 = 3,6598\ [H]$$

$$[C_1.(L_2 + L_3) + L_3.C_2] = D$$
$$[L_1.(L_2.C_1 + L_3.C_1 + L_3.C_2) + L_2.L_3.C_2] = C$$
$$L_2.L_3.C_2 = C - L_1.(L_2.C_1 + L_3.C_1 + L_3.C_2) = C - D * L_1$$
$$L_2.L_3.C_2 = C - D * L_1$$

$$L_2 * L_3 * C_2 = \frac{1,689}{0,1228} - \frac{0,9744}{0,1228} * 1,0674 = 5,2844$$

$$L_2 = \frac{5,2844}{L_3 * C_2} = \frac{5,2844}{D - C_1 * (L_2 + L_3)} = \frac{5,2844}{\frac{0,9744}{0,1228} - 1,444 * 3,6598}$$

$$L_2 = 1,994[H]$$

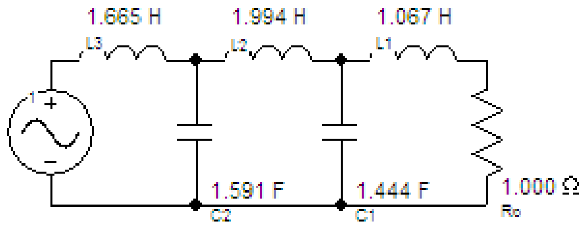
$$L_1 + L_2 + L_3 = E \quad \rightarrow \quad L_3 = E - L_1 - L_2 = \frac{0,5805}{0,1228} - 1,0674 - 1,994$$

$$L_3 = 1,6657[\mathrm{H}]$$

$$L_1 * L_2 * L_3 * C_1 * C_2 = A$$

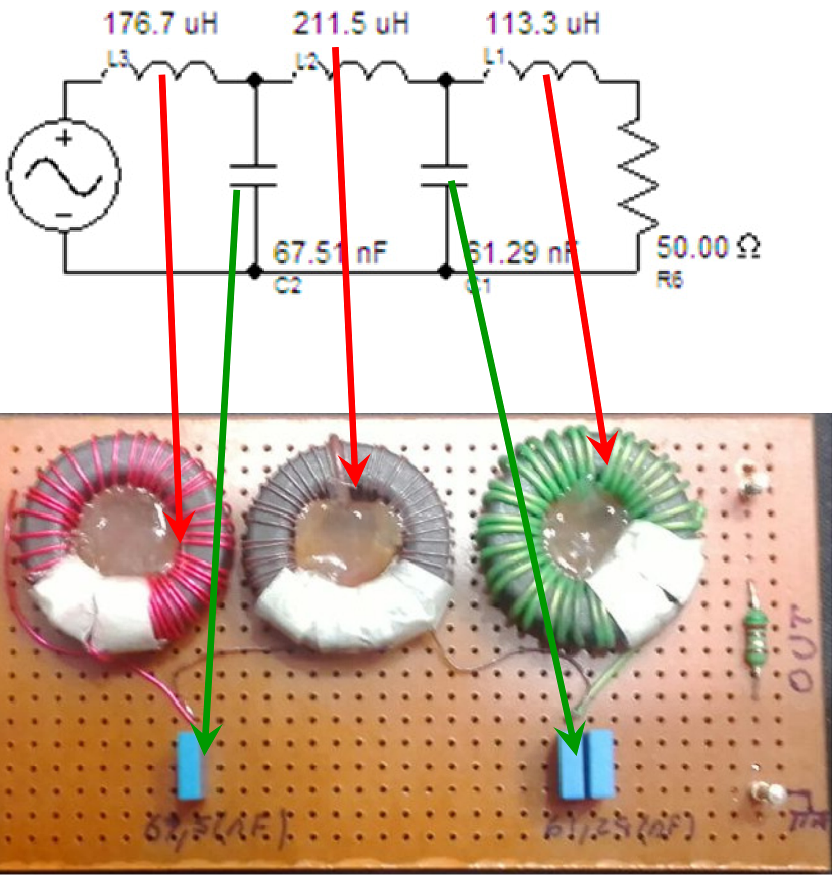
$$\therefore C_2 = \frac{A}{L_1 * L_2 * L_3 * C_1} = \frac{\frac{1}{0,1228}}{1,0674 * 1,994 * 1,6657 * 1,444} = 1,591[F]$$

El circuito normalizado que se obtiene es el siguiente :

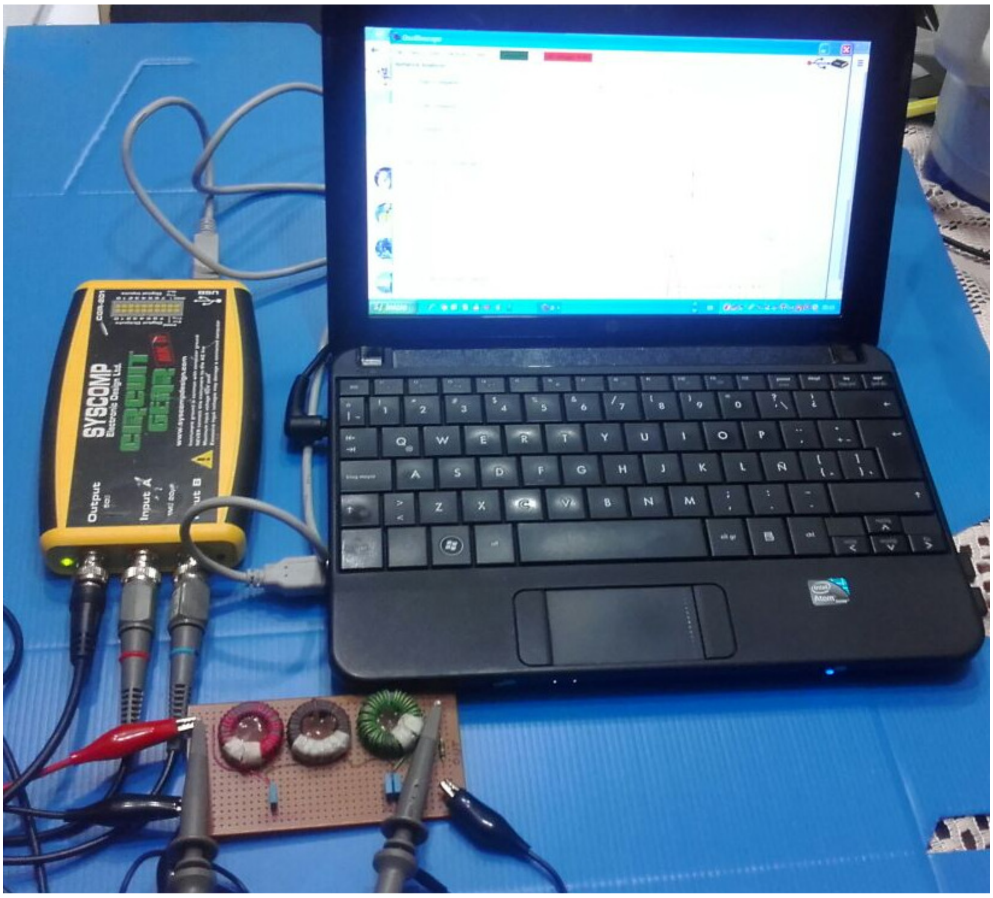



Para desnormalizar para $f_C$ = 75000[Hz] ó ωc=471238,898 [rad/s] y Ro = 50 [Ω] aplicamos las siguientes expresiones:

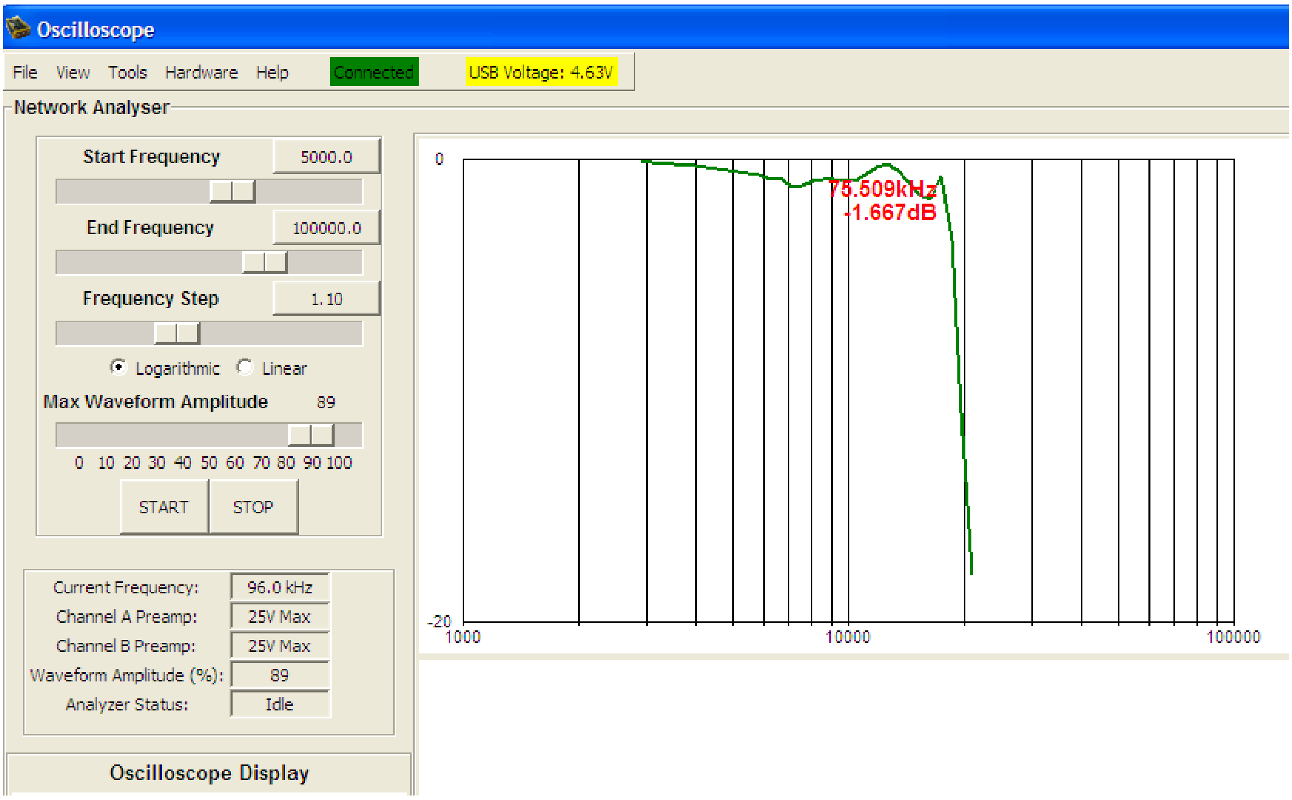
$$R_X = R_O \qquad L_X = L_N \frac{Ro}{\omega_C} \qquad C_X = C_N \frac{1}{\omega_C * Ro}$$



Medición en Laboratorio :



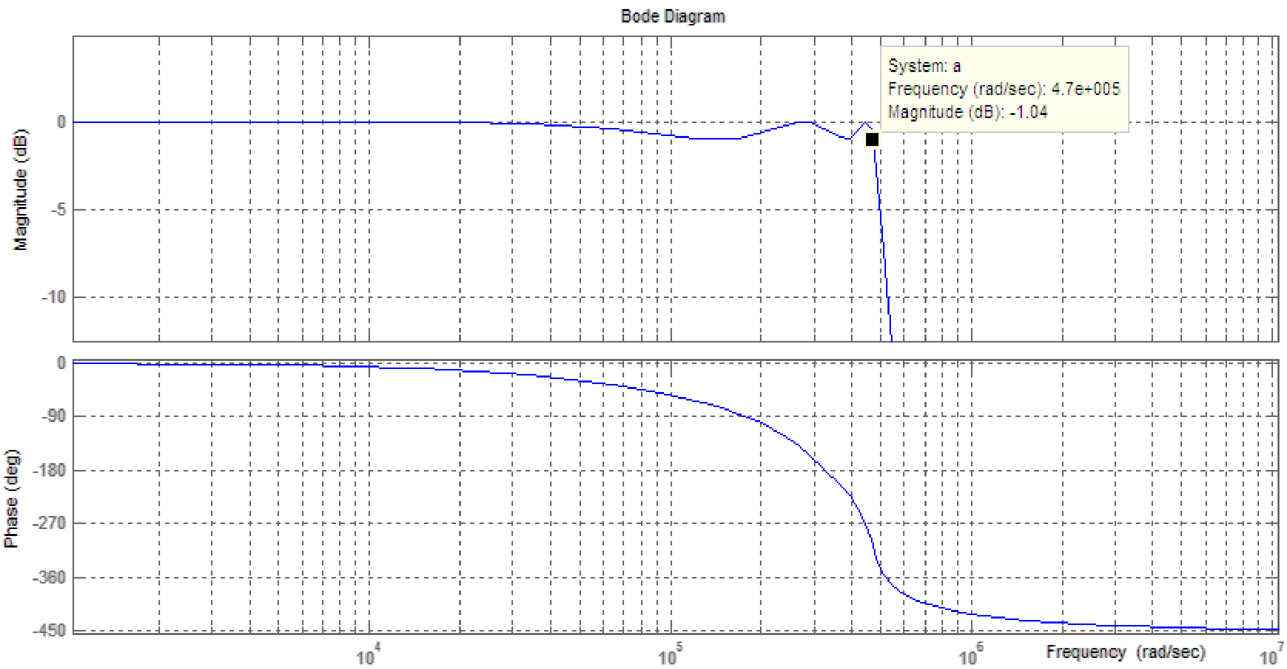
Curva obtenida :



La función de transferencia del circuito propuesto está dada por :

$$C_5(S) = \frac{2.854e+27}{S^5 + 4.415e+05*S^4 + 3.75e+11*S^3 + 1.02e+17*S^2 + 2.863e+22*S + 2.854e+27}$$

Representamos esta función mediante MATLAB :




***NOTA:*** Recuerde que la escala X, está en [rad/seg] y que la pulsación de corte

$\omega_P = 2*\pi*f_P = 2*\pi*75000 = 471238,898$ [rad/seg].

y

$\omega_s = 2*\pi*f_S = 2*\pi*150000 =942477,796$ [rad/seg].