

0.1. Introducción

En esta sección se implementó un filtro High-Pass utilizando una aproximación **Cauer** e implementandola con celdas **Sedra**, el filtro a diseñar deberá cumplir con la siguiente plantilla.

f_s	11.65kHz
f_p	23.3kHz
A_p	2dB
A_s	40dB
$ Z_{in} $	$\geq 50k\Omega$

0.2. Aproximación de Cauer.

Para esta sección se utilizó la aproximación elíptica de **Cauer**, además se propuso una plantilla mas restrictiva, con el fin de asegurar el cumplimiento de la original, siendo esta la plantilla final.

f_s	11.65kHz
f_p	23.3kHz
A_p	1dB
A_s	45dB
$ Z_{in} $	$\geq 50k\Omega$

Obteniendo la siguiente función transferencia:

$$H(s) = \frac{as^2 - bs + c}{(as^2 - bs + c) \cdot (as^2 - bs + c)} \quad (1)$$

Y el siguiente diagrama de polos y ceros:

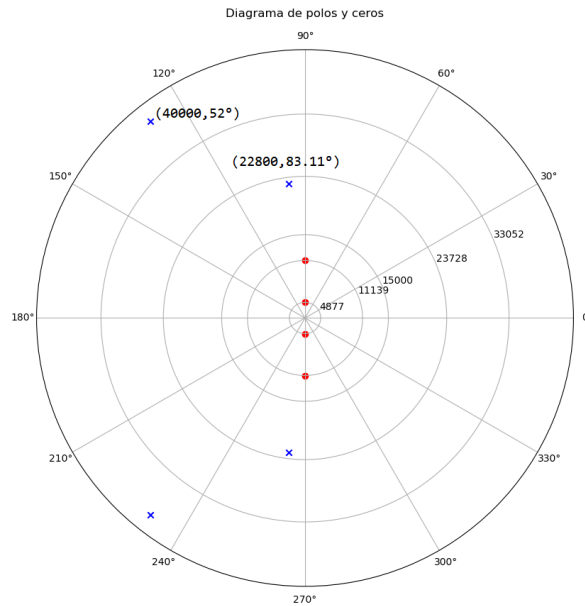


Figura 1: Diagrama Polos y Ceros

Teniendo los pares de polos con un Q de 0.84 la primer etapa y 4.17.

0.2.1. Elecciones de diseño

Se decidió armar etapas con celdas segundo orden en cascada dado a que el orden es 4. Para la asociación de polos se tomo como criterio agrupar los polos por su cercanía, agrupandolos de las siguiente forma, así mismo la etapa de

menor Q será la primera y la de mayor la última.

0.3. Celda Sedra-Ghorab-Martin.

La celda Sedra-Ghorab-Martin fue propuesta en el paper “Optimum Configurations for Single Amplifiers Biquadratic Filters” como un diseño que permite con un único amplificador operacional (Por eso son llamados Single-Amplifier-Biquad), sintetizar celdas de segundo orden con Q relativamente altos, originalmente esta celda fue propuesta como una mejora de la celda Deliyannis. Finalmente en el paper discutido se tomó la configuración de HPB dado a que es lo único que utilizaremos, siendo este el circuito propuesto por el paper.

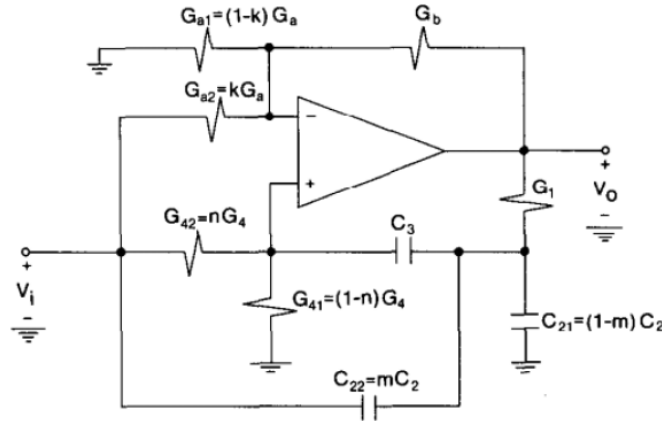


Figura 2: Circuito celda SGB-HPB

0.3.1. Cálculo Analítico

0.3.2. Elecciones de diseño

El análisis de sensibilidades que se obtiene del circuito, el cual coincide con lo publicado en el paper es la siguiente:

Tabla sensibilidades

En base a esta tabla se tomo especial cuidado en la elección de componentes y en el matcheo de impedancias. Se tomaron como valor de los componentes los presentados en la siguiente tabla:

Componente	1er Etapa	Composición	2da Etapa	Composición
R_1	12.36k Ω	330+12k Ω	6.2k Ω	1.5k + 4.7k Ω
R_2	100k Ω	100k Ω	89.67 k Ω	22k + 68k Ω
R_3	50.72 k Ω	3.9k + 47k Ω	1k Ω	1k Ω
R_4	23.88k Ω	1.8k+22k Ω	203.36k Ω	270k // 820 k Ω
R_5	207k Ω	27k + 180k Ω	4.19 M Ω	1.8M + 2.2M Ω
R_6	74.05k Ω	18k + 56k Ω	25.07k Ω	10k+15k Ω
C_1	100 pF	100 pF	100 pF	100 pF
C_2	74.14 pF	18p // 56p F	18.52p F	22pF + 120pF
C_2	25.86pF	33p + 120p F	81.48pF	82pF+12nF

Se calculó el error porcentual asociado a la aproximación de la resistencias viendose en la siguiente tabla.

Error Porcentual	1er Etapa	2da Etapa
R_1	0.2 %	≈ 0 %
R_2	≈ 0 %	0.4 %
R_3	0.4 %	≈ 0 %
R_4	0.3 %	0.1 %
R_5	≈ 0 %	0.3 %
R_6	0.1 %	0.3 %
C_1	≈ 0 %	≈ 0 %
C_2	0.2 %	0.4 %
C_2	0.1 %	0.1 %

Un criterio utilizado fue tomar capacitores pequeños dado a que ellos son mas certeros y no varían tanto frente a la temperatura.

0.3.3. Acoplamiento de Impedancias.

Para que ambas etapas no se carguen entre si la impedancia de entrada de la segunda etapa debe ser mucho mayor a la de salida de la primera. Así se simuló la impedancia de entrada de ambas etapas obteniendo las siguientes gráficas:

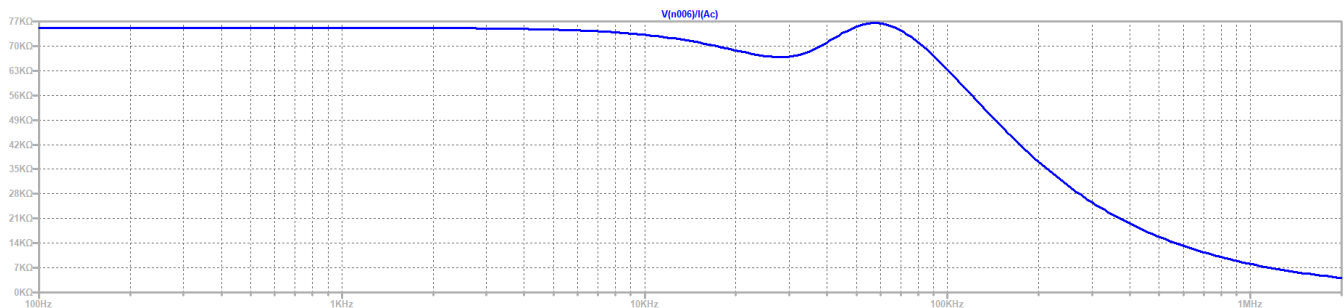


Figura 3: Impedancia de entrada 1ra etapa

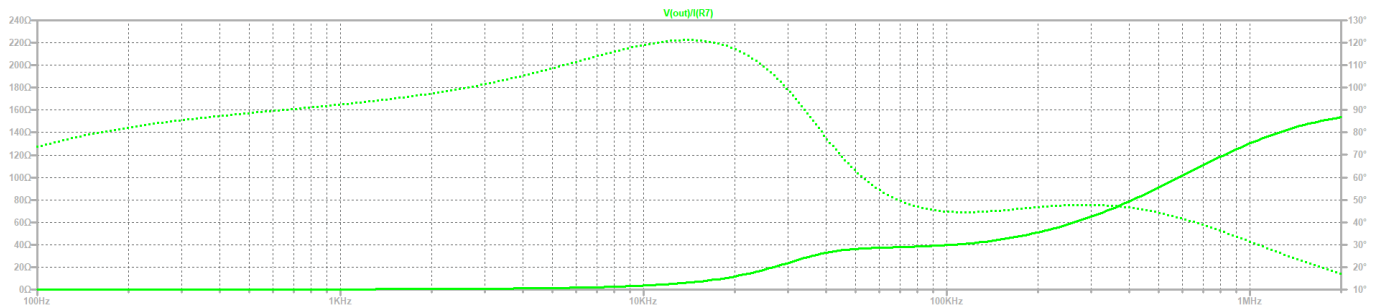


Figura 4: Impedancia de salida 1ra etapa

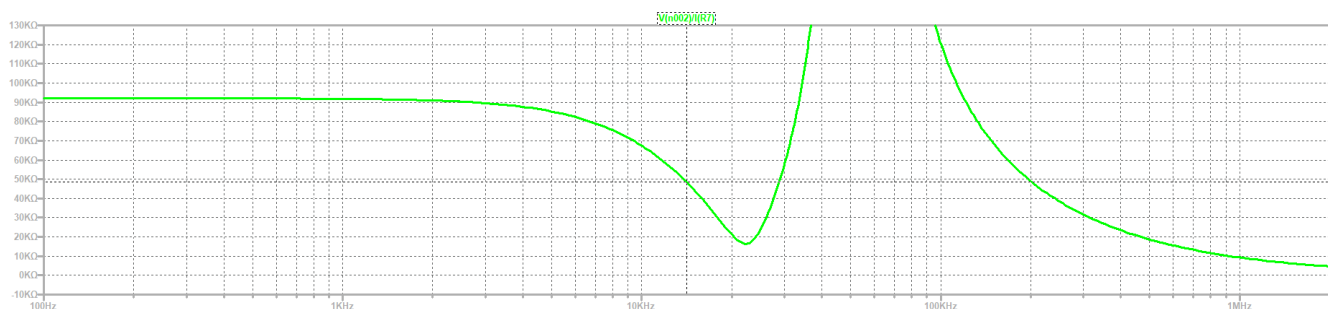
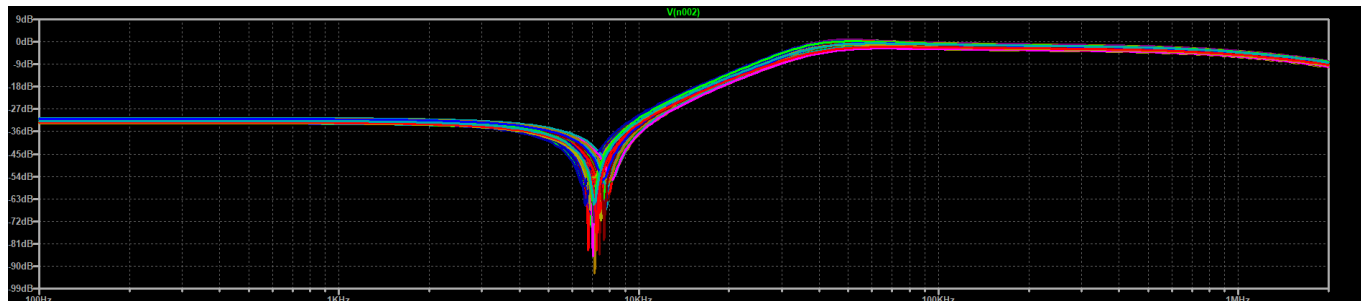


Figura 5: Impedancia de entrada 2da etapa

Se puede concluir luego de estas gráficas que el acoplamiento de impedancias se dará.

0.4. Respuesta en Frecuencia.

Se realizó un análisis de Montecarlo a la respuesta en frecuencia del circuito, utilizando una tolerancia de las resistencias al 1 % y capacitores al 10 % obteniendo la siguiente dispersión



0.4.1. Filtro definitivo.

Se realizó el filtro obteniendo la siguiente respuesta en frecuencia

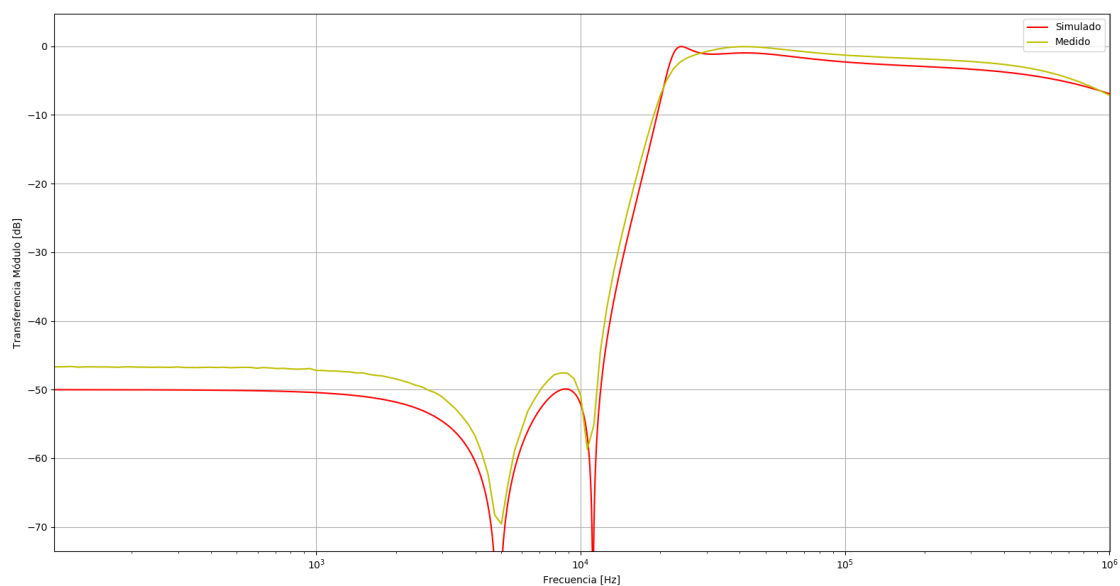


Figura 6: Filtro High-Pass Módulo

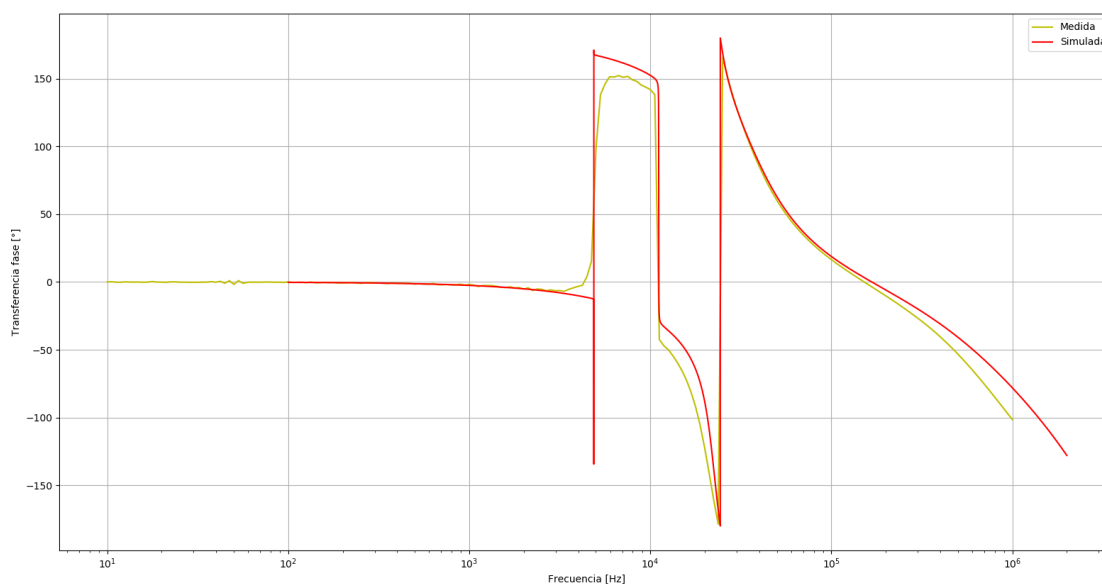


Figura 7: Filtro High-Pass Fase

Es de valor apreciar el hecho de que se cumple la plantilla

0.5. Estabilidad.

Se intentó en esta sección lograr que la celda oscile, introduciéndole una cuadrada la cual es sabido esta compuesta por un gran numero de frecuencias, así también variando no solo la amplitud de la misma sino también su frecuencia y duty-cycle, sin poder hacer oscilar a la celda. La siguiente imagen es la respuesta de la celda al escalón.

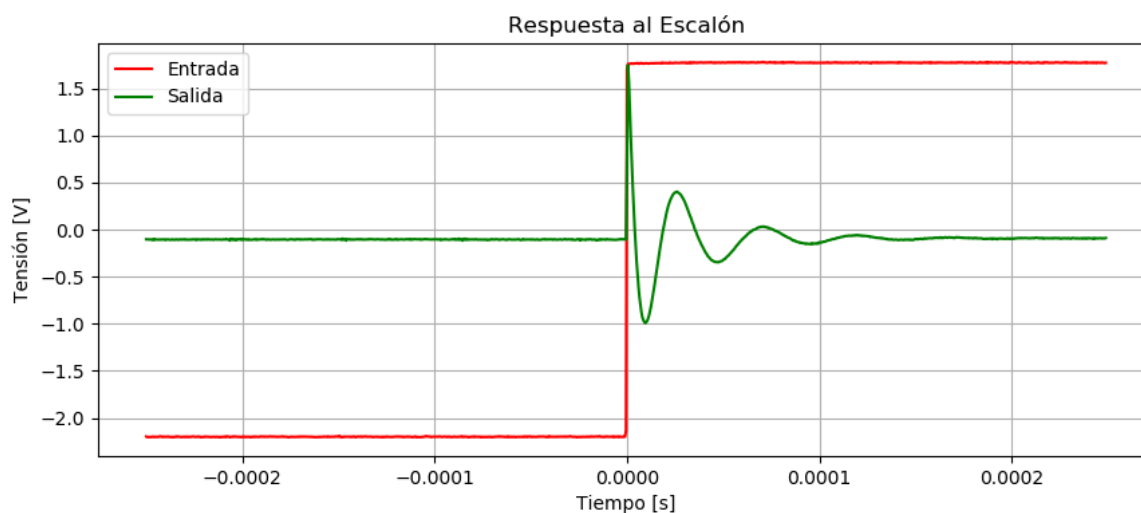


Figura 8: Respuesta al escalón