

Tarea 3 – DSP

Estudiante: Steven Jimenez Bustamante

Empresa: Boston Scientific

Correo: steven.jimenezbustamante@bsci.com

Github: <https://github.com/stevenjimbus/DSP-curso-TEC>

Ejercicio 1

1. Diseñe e implemente un filtro IIR de mínimo orden 6 que le permita obtener de la señal de entrada $x(t) = \sin(2\pi f_1 t) + 2\sin(2\pi f_2 t) + \sin(2\pi f_3 t)$ una salida donde se filtre las frecuencias f_1 y f_3 . De esta forma el filtro debe atenuar lo más posible las frecuencias f_1 y f_3 ; y dejar pasar la frecuencia f_2 . Considere $f_1 = 3$ kHz, $f_2 = 6$ kHz y $f_3 = 9$ kHz.

Utilizando la herramienta **fdatool** se diseñó el filtro con los siguientes parámetros de entrada:

Response Type	Filter Order	Frequency Specifications
<input type="radio"/> Lowpass	<input checked="" type="radio"/> Specify order: 6	Units: Hz
<input type="radio"/> Highpass	<input type="radio"/> Minimum order	Fs: 44100
<input checked="" type="radio"/> Bandpass		Fc1: 5500
<input type="radio"/> Bandstop		Fc2: 6500
<input type="radio"/> Differentiator		
Design Method		
<input checked="" type="radio"/> IIR	Butterworth	
<input type="radio"/> FIR	Equiripple	
Options		
There are no optional parameters for this design method.		

Resultado del diseño del filtro

```
Discrete-Time IIR Filter (real)
-----
Filter Structure      : Direct-Form II, Second-Order Sections
Number of Sections   : 3
Stable                : Yes
Linear Phase          : No
```

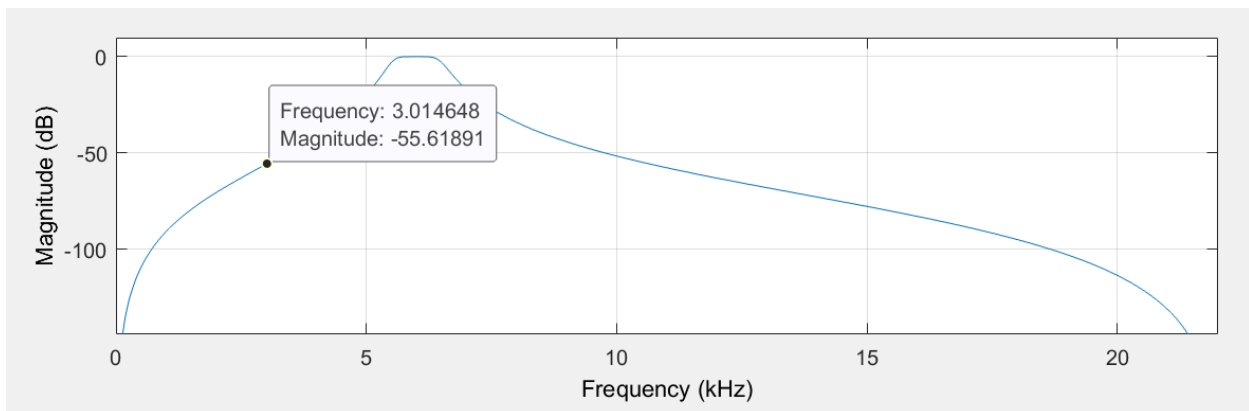
Coefficientes de **Ganancias** del filtro:

G	
4x1 double	
	1
1	0.0688
2	0.0688
3	0.0666
4	1

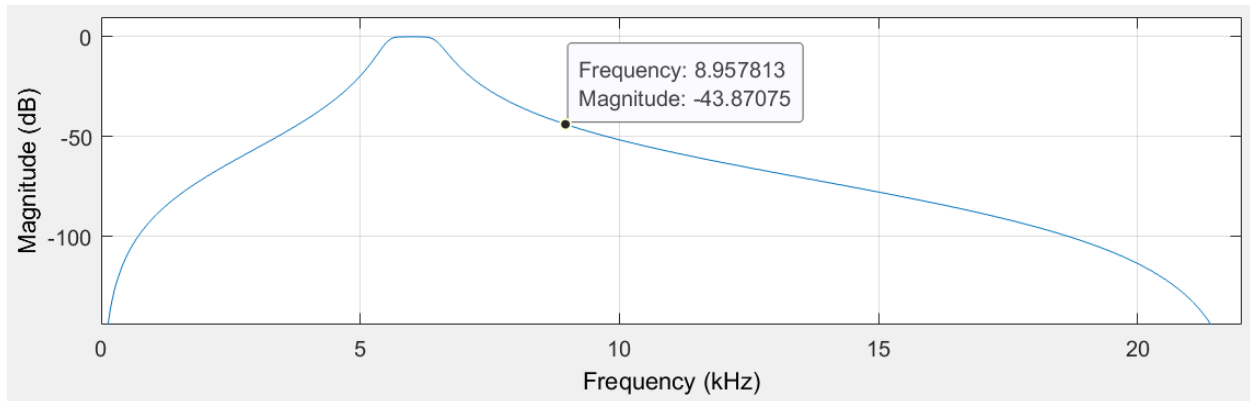
Coefficientes de **numerador y denominador** del filtro:

SOS						
3x6 double						
	1	2	3	4	5	6
1	1	0	-1	1	-1.1739	0.9278
2	1	0	-1	1	-1.3584	0.9349
3	1	0	-1	1	-1.2283	0.8668
4						

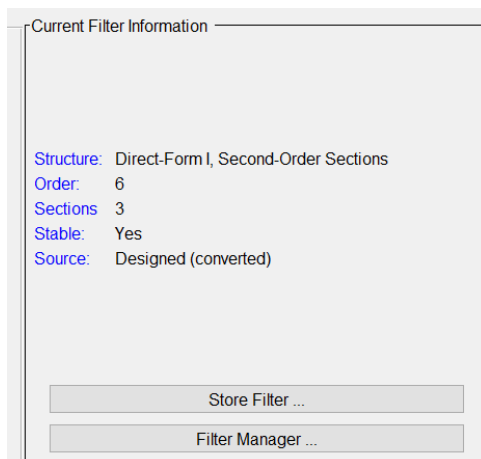
Atenuación **Hdb(f1) \approx -55.61891**. Lo cual implica una ganancia de 0.0016559. **(0.17%)**. Se concluye que este filtro atenúa de manera correcta f1.



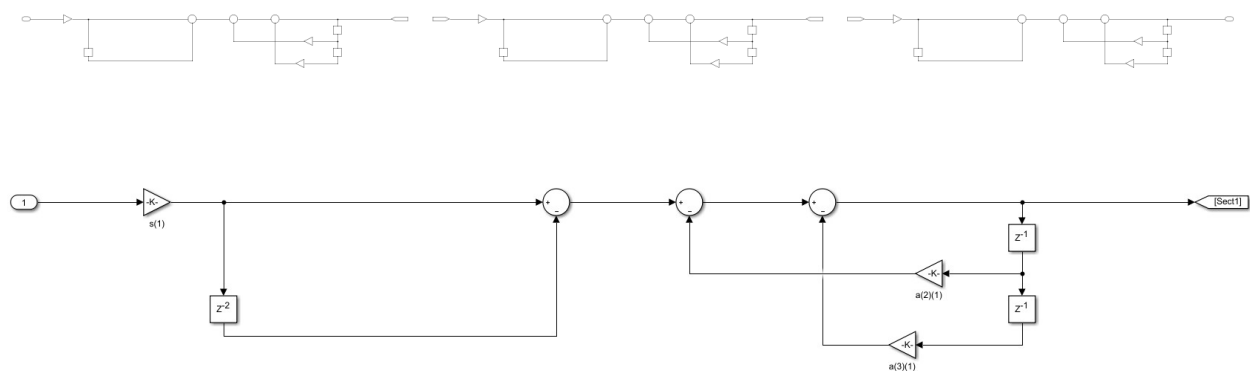
Atenuación **Hdb(f3) ~ -43.887075**. Lo cual implica una ganancia de 0.0063921. **(0.64%)**. Se concluye que este filtro atenúa de manera correcta f3.

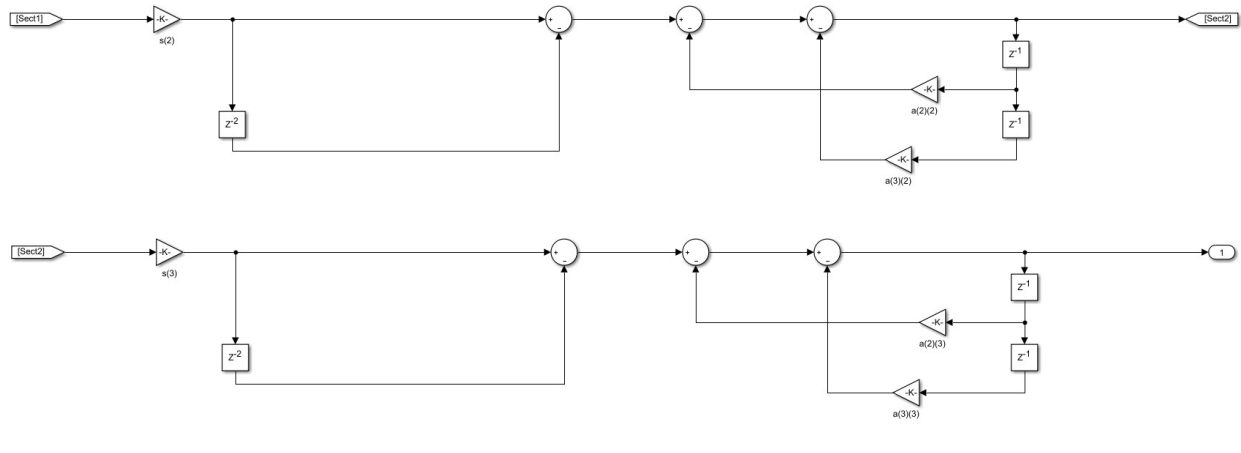


Estructura del filtro:



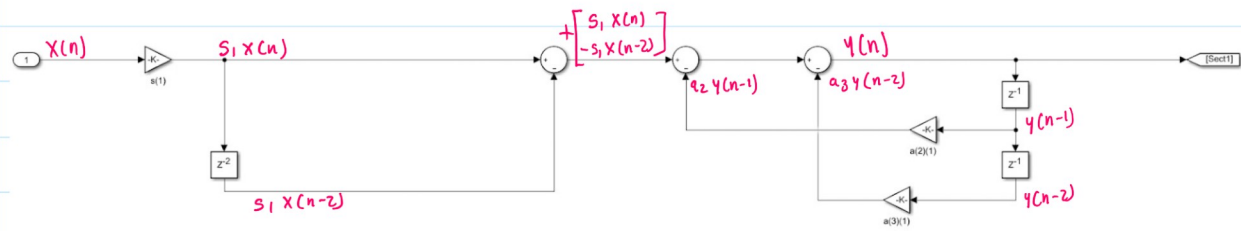
Modelo generado en Simulink!





Estructurando la ecuación de diferencias se obtiene lo siguiente:

Direct-form I, second-order sections



$$y(n) = -a_2 y(n-1) - a_3 y(n-2) + [s_1 x(n) - s_1 x(n-2)]$$

$$a_1 y(n) + a_2 y(n-1) + a_3 y(n-2) = s_1 [x(n) - x(n-2)]$$

Ecuación de diferencias:

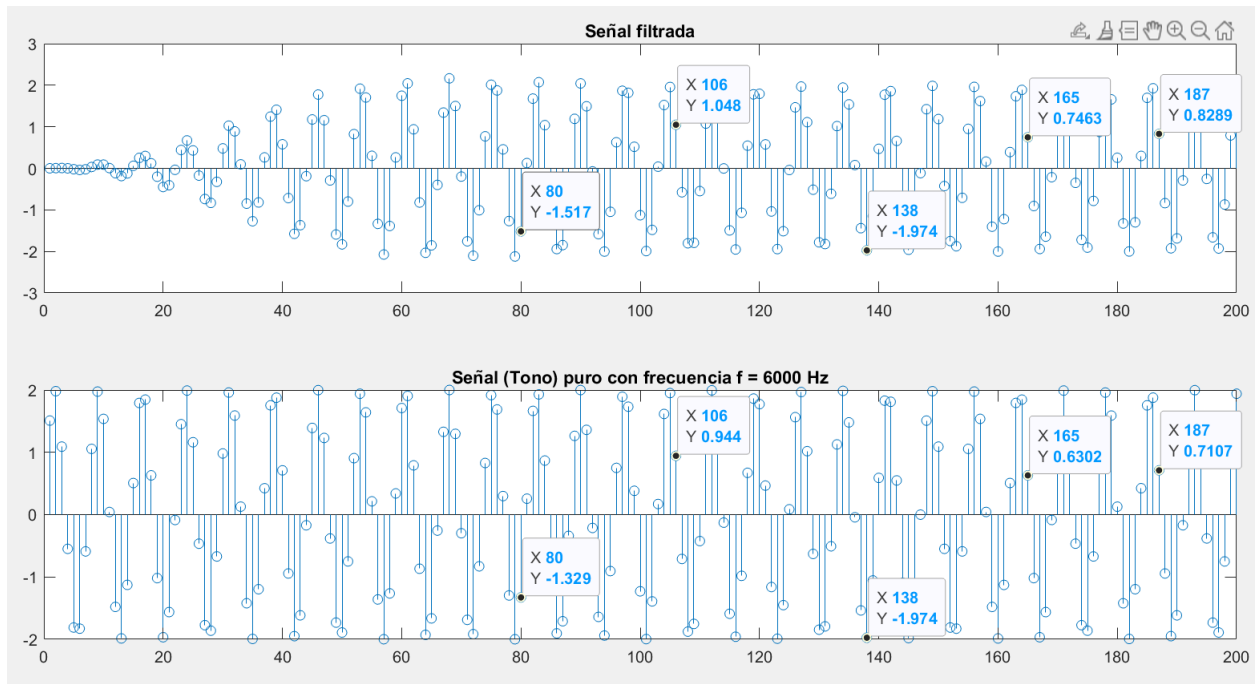
$$a_0 y(n) + a_1 y(n-1) + a_2 y(n-2) = s_1 (x(n) - x(n-2))$$

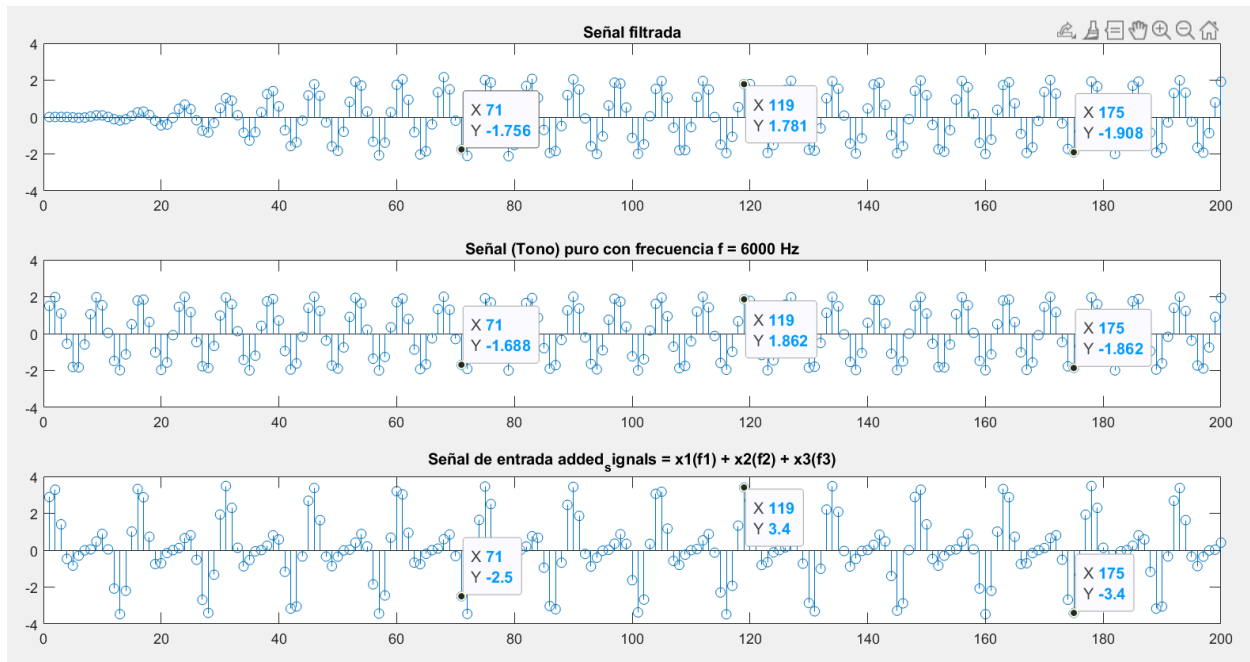
donde s_1 es la ganancia del sistema

Para comprobar el funcionamiento de filtro se grafican dos señales:

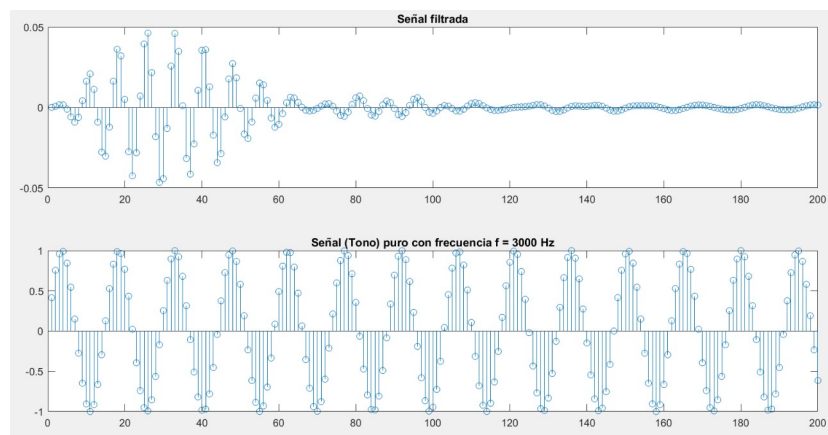
1. Señal filtrada
2. Señal de frecuencia f_2
3. Señal de entrada de frecuencia $f_1 + f_2 + f_3$

En los siguientes gráficos se observa que los valores de cada muestra de ambas señales, señal filtrada y señal de $f_2 = 6000$ Hz, tienen valores muy similares. Por lo que se concluye que la señal fue filtrada de manera correcta.

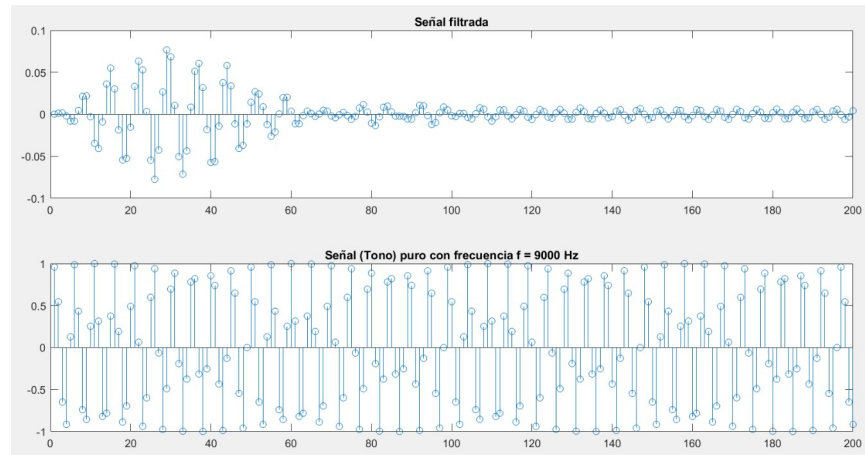




Para comprobar que el filtro atenuó las señales de f_1 , induciremos que la señal de entrada sea únicamente **Señal entrada = $x_1 = \sin(2 \cdot \pi \cdot (f_1/F_s) \cdot n)$** . Se observa que la amplitud de la señal filtrada es reducida prácticamente a 0.



Para comprobar que el filtro atenúa las señales de f_3 , induciremos que la señal de entrada sea únicamente **Señal entrada = $x_3 = \sin(2 \cdot \pi \cdot (f_3/F_s) \cdot n)$** . Se observa que la amplitud de la señal filtrada es reducida prácticamente a 0.



Ejercicio 2

2. Opcional: pruebe el filtro anterior con una señal de audio con el fin de escuchar su efecto sobre el mismo. Trate de establecer el filtrado de ambos canales del audio: L (left) y R (right).

Ejecutar documento adjunto en la solución de esta tarea llamado **Tarea3_Ejercicio2_aplicado_a_musica**