

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
```

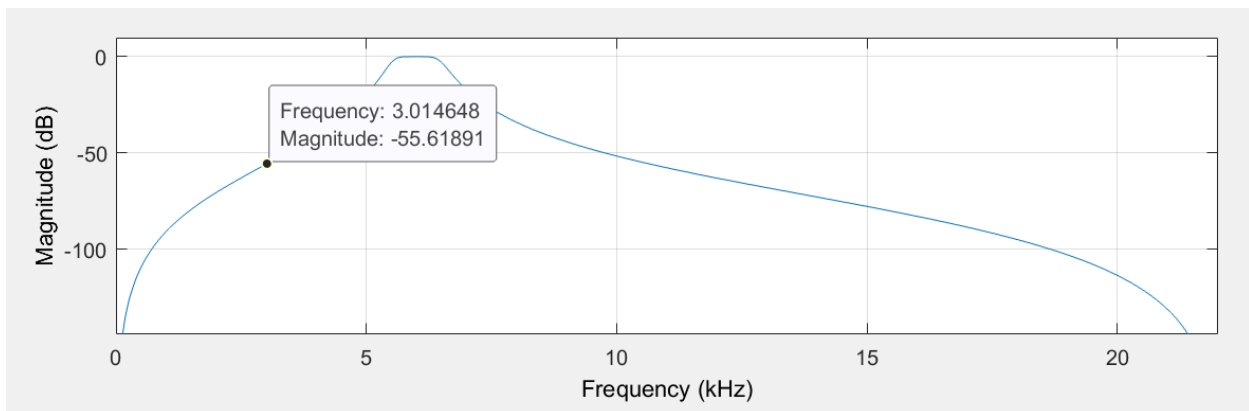
Coefficientes de **Ganancias** del filtro:

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

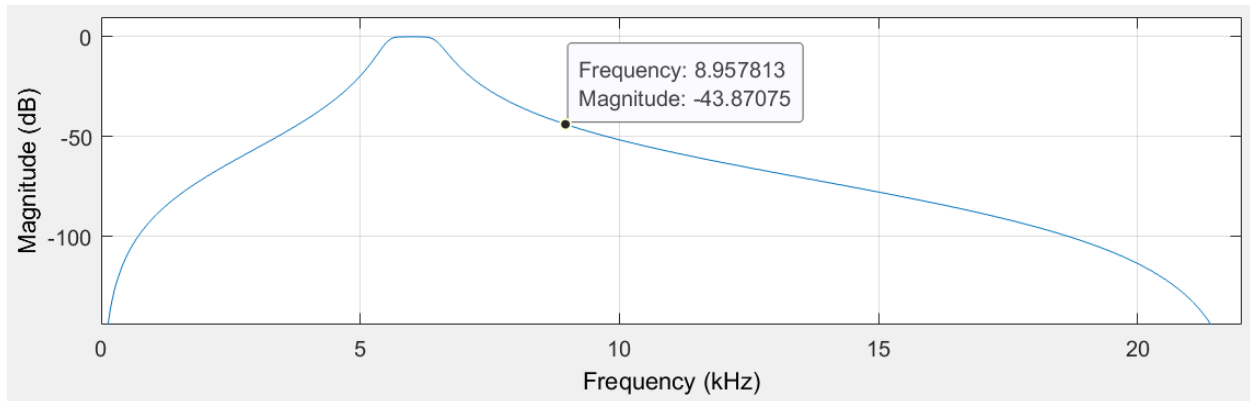
Coefficientes de **numerador y denominador** del filtro:

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.



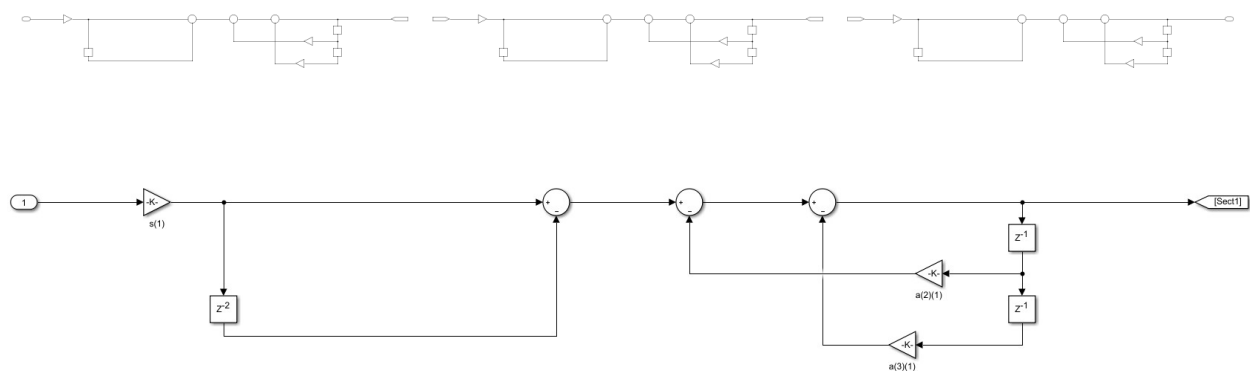
Atenuación $H_{db}(f_3) \approx -43.887075$. Lo cual implica una ganancia de 0.0063921. **(0.64%)**. Se concluye que este filtro atenúa de manera correcta f_3 .

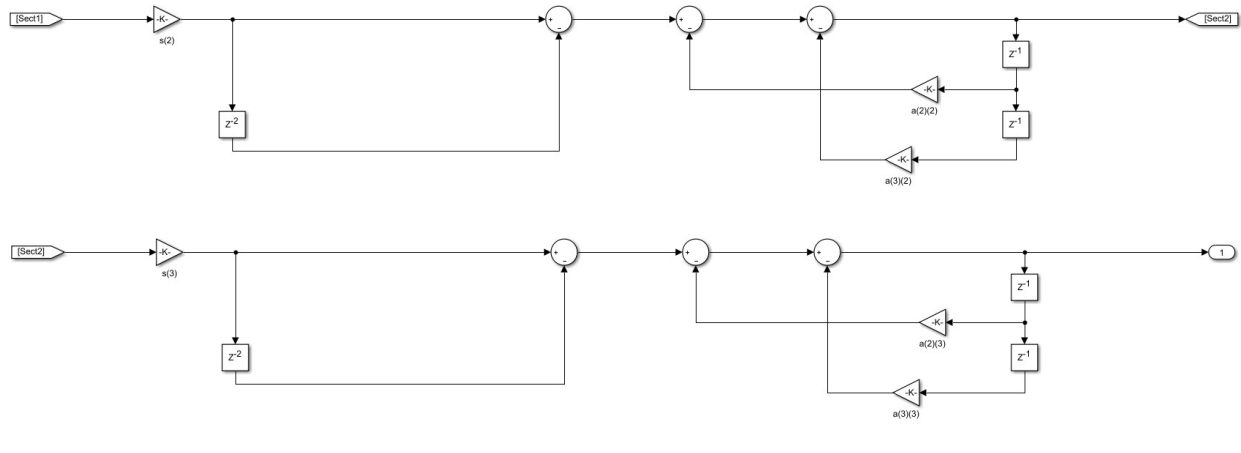


Estructura del filtro:



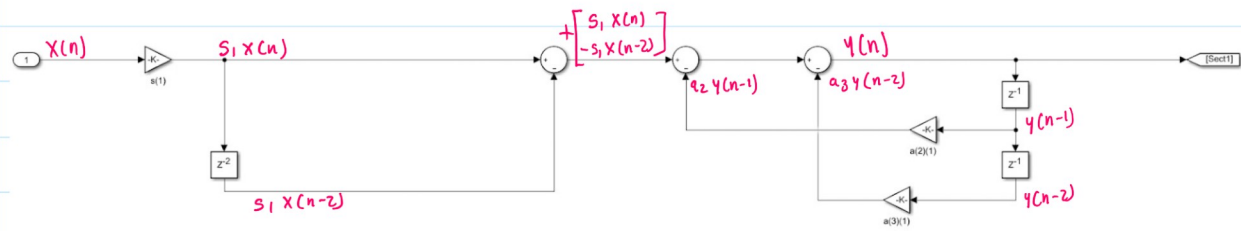
Modelo generado en Simulink!





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:

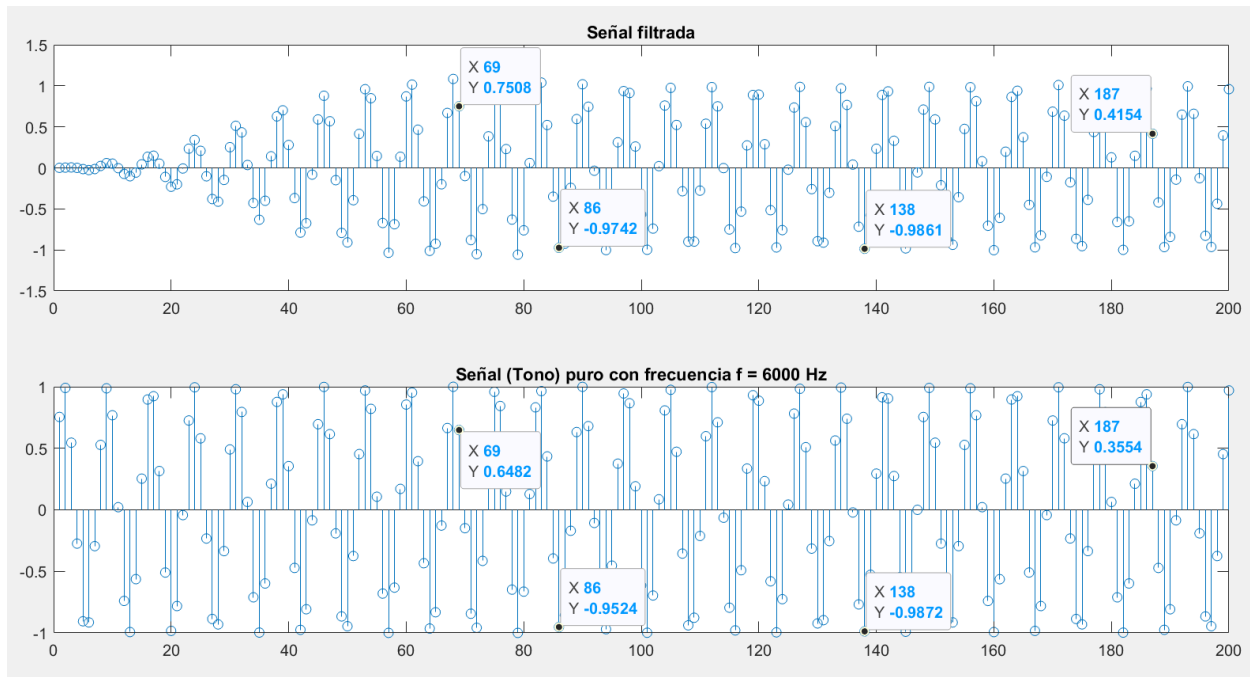
$$a_0 y(n) + a_1 y(n-1) + a_2 y(n-2) = s_1 (x(n) - x(n-2))$$

donde s_1 es la ganancia del sistema

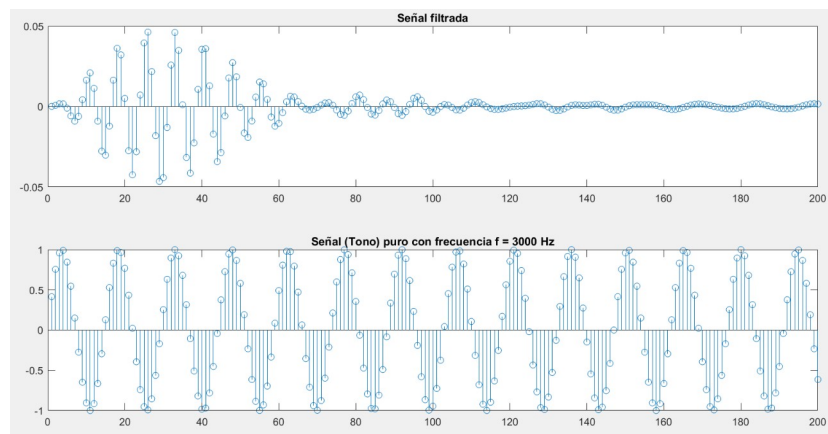
Para comprobar el funcionamiento de filtro se grafican dos señales:

1. Señal filtrada
2. Señal de frecuencia f2

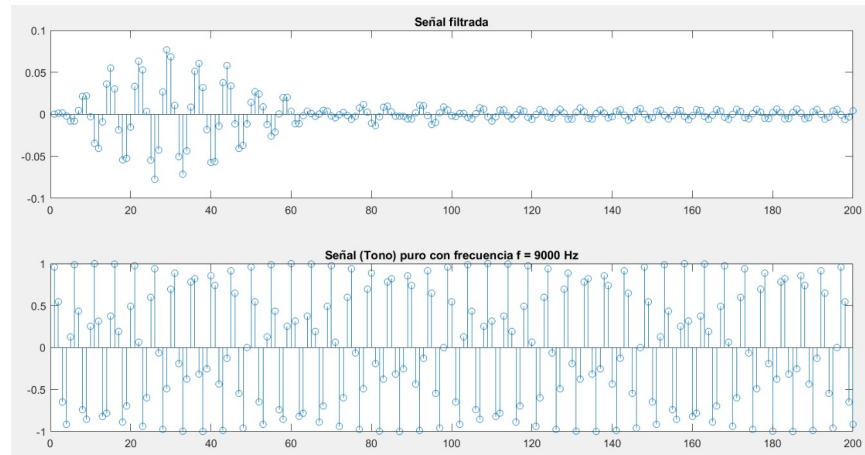
En el siguiente gráfico se observa que los valores de cada muestra de ambas señales tienen valores muy similares. Por lo que se concluye que la señal fue filtrada de manera correcta.



Para comprobar que el filtro atenuó las señales de f1, 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**