



---

# DISEÑO DE FILTROS DISCRETOS

---

Ejercicio 2: Filtros FIR



27 DE MARZO DE 2021

LUCÍA LORENZO MORENO

[https://github.com/Luci613/Filtros\\_FIR\\_Ejercicio2.git](https://github.com/Luci613/Filtros_FIR_Ejercicio2.git)

## Ejercicio 1

Diseñar los siguientes cuatro filtros para  $f_s = 200$  Hz (ECG):

1. Método de las ventanas. Filtro de orden 90 con dos bandas eliminadas, 0-10 Hz y 50-80 Hz, utilizando ventana de Hamming.

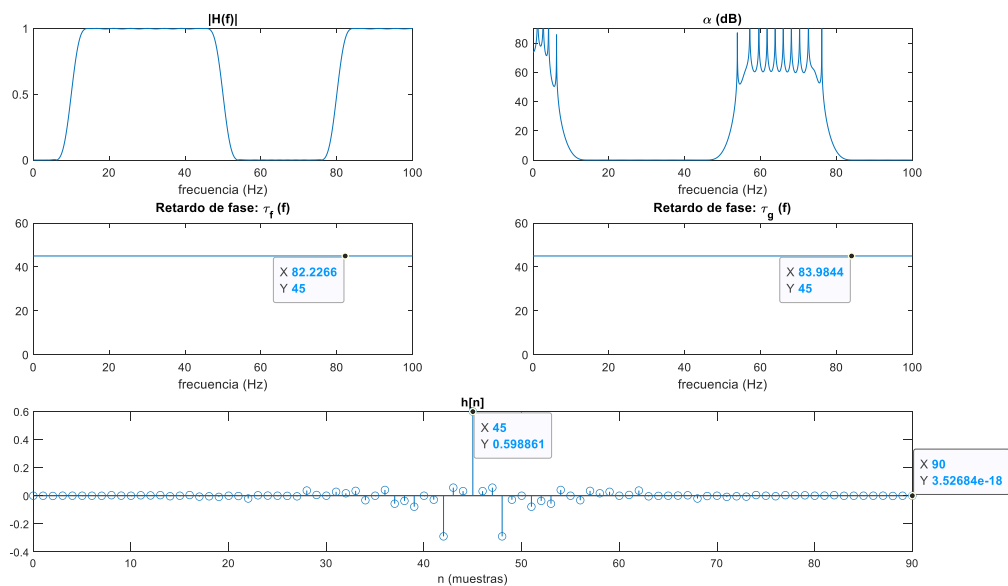
Código:

```
%% 1. Método de las Ventanas
% Orden 90. 2 bandas eliminadas: 0-10Hz y 50-80Hz
%Utilizar ventana Hamming

n=90; %orden del filtro
%frecuencias
f1=10;
f2=50;
f3=80;
% Diseño del filtro. DC.0--> para filtros mutibanda
b= fir1(n,2*[f1 f2 f3]/fs,'DC-0',hamming(n+1));
a=1; % Filtro FIR

figure('name','Metodo ventanas. Hamming');
analizaFiltro_FIR_Casa(b,a,fs);
```

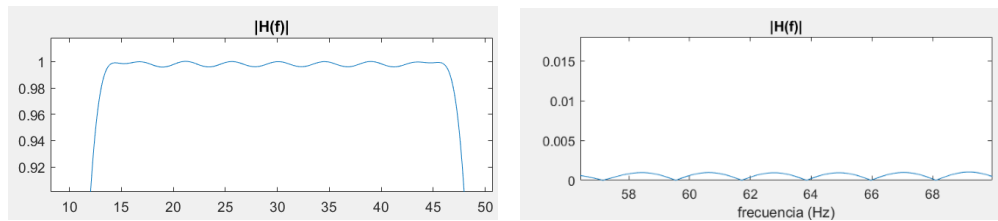
Gráfica:



Análisis de la gráfica:

Coincide con lo esperado.

$|H(f)|$ : Se ven las 2 bandas eliminadas: 0-10Hz y 50-80Hz. Muestra oscilaciones en la banda de paso y en la banda eliminada. Cuando esas oscilaciones se hacen cero => la atenuación en esas frecuencias tiende a infinito.



Atenuación ( $\alpha$ ): Apreciamos una atenuación muy pequeña en la banda de paso y muy grande (en dB) en la banda eliminada.

Retardo de fase y de grupo: Por ser un FIR de fase lineal, es constante e igual a la mitad del orden. En este caso es 45.

El orden del filtro también se puede ver viendo la longitud del filtro en la respuesta impulsional. El número de muestras es 90, de longitud 91, que es el orden+1. Sabemos que es un filtro de fase lineal porque se ve la simetría, desde la muestra central (muestra 45), y porque el filtro es causal.

## 2. Muestreo en frecuencia. Filtro pasabajo de orden 50 y banda de paso hasta 35 Hz. Usar ventana de Hanning.

### Código:

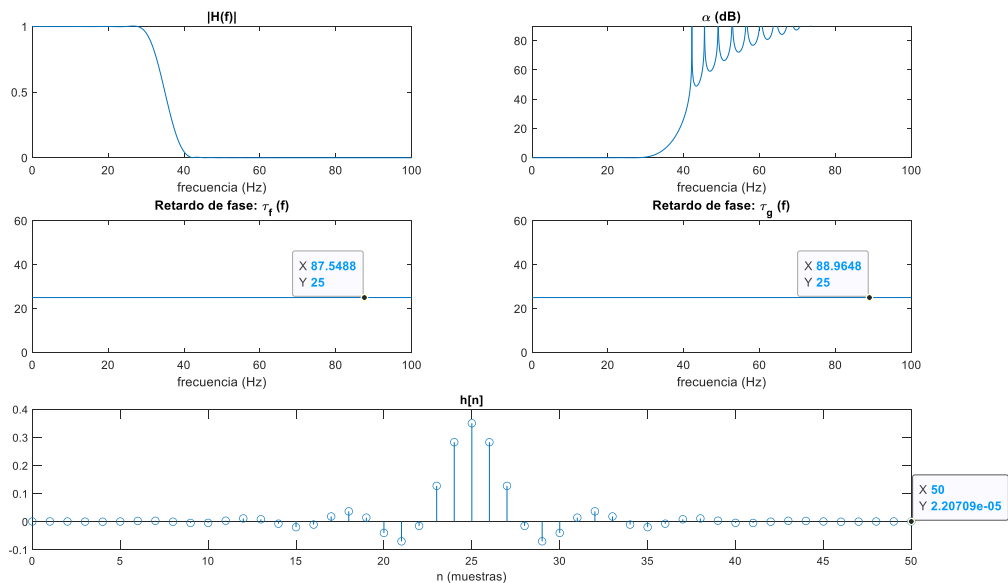
```
%% 2. Muestreo en frecuencia
%Filtro paso bajo orden 50. BP hasta 35Hz
%Ventana Hanning

n=50; % orden
f1=35;
f=[0 f1 f1 fs/2]; % Array de frecuencias normalizadas
m=[1 1 0 0]; % Banda de paso

b= fir2(n, 2*f/fs,m,hanning(n+1));
a=1; %Filtro FIR

figure('name','Metodo frecuencia. Paso bajo');
analizaFiltro_FIR_Casa(b,a,fs);
```

### Gráfica:



### Análisis de la gráfica:

Coincide con lo esperado.

Es un filtro paso bajo hasta los 35 Hz. A partir de esa frecuencia empieza la banda eliminada.

Atenuación ( $\alpha$ ): Apreciamos una atenuación alta (dB) en la banda eliminada.

Retardo de fase y retardo de grupo: Por ser un FIR de fase lineal, es constante e igual a la mitad del orden. En este caso es 25.

Respuesta impulsional: El número de muestras es 50, de longitud 51, que es el orden+1. Presenta una simetría par respecto a la muestra central (muestra 25).

**3. Parks-McClellan. Filtro banda eliminada de orden 80 coeficientes con banda eliminada 15-75 Hz y bandas de transición de 5 Hz. La amplitud del rizado en las bandas de paso debe ser 5 veces mayor que en la banda atenuada.**

Código:

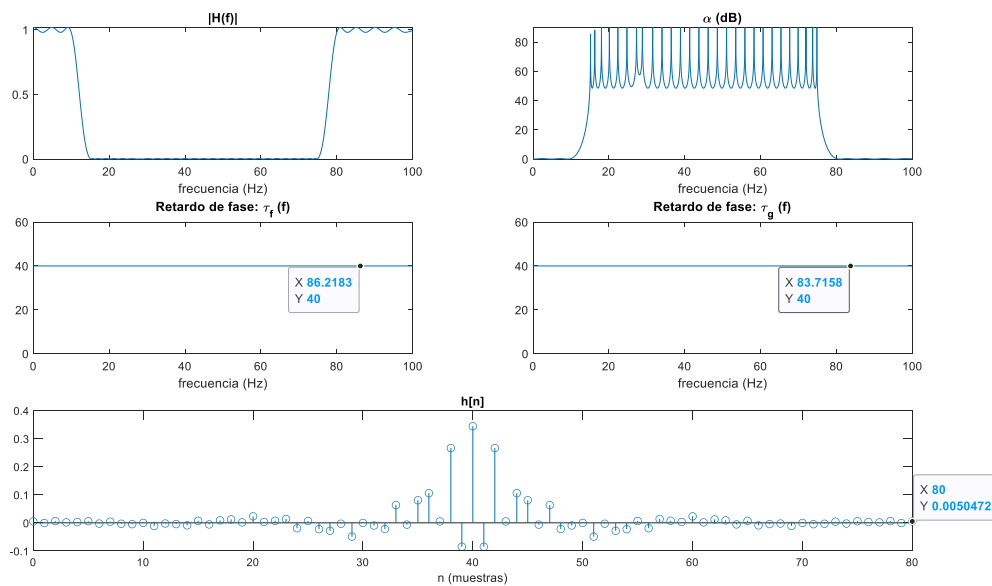
```
%% 3. Parks-McClellan
%Banda eliminada orden 80 %BE: 15-75 Hz %BTransición: 5Hz
%At rizado de BPaso: 5 veces mayor que la banda atenuada

n=80;
f=[0 10 15 75 80 fs/2];
m=[1 1 0 0 1 1];

b=firpm(n,2*f/fs,m,[1 5 1]);
a=1; %Filtro FIR

figure('name','Parks-McClellan. Banda eliminada');
analizaFiltro_FIR_Casa(b,a,fs);
```

Gráfica:



Análisis de la gráfica:

Coincide con lo esperado.

Observamos que existe rizado en la banda de paso y en la banda eliminada. El rizado es pequeño en las bandas de paso, esto es debido a que es un filtro diseñado por el método de Parks-McClellan.

Retardo de fase y retardo de grupo: Por ser un FIR de fase lineal, es constante e igual a la mitad del orden. En este caso es 40.

Respuesta impulsional: El número de muestras es 80, de longitud 81, que es el orden+1. Presenta una simetría par respecto a la muestra central (muestra 40).

## Ficheros .m

El código también lo he subido a este repositorio:

[https://github.com/Luci613/Filtros\\_FIR\\_Ejercicio2.git](https://github.com/Luci613/Filtros_FIR_Ejercicio2.git)

### Script: mostrarFiltrosFIR\_Casa.m

```
function mostrarFiltrosFIR_Casa
close all
% Dato
fs= 200; %frecuencia de muestreo
%Nota: para el valor de m, asuminos pesos iguales
%% 1. Método de las Ventanas
% Orden 90. 2 bandas eliminadas: 0-10 Hz y 50-80 Hz
%Utilizar ventana Hamming

n=90; %orden del filtro
%frecuencias
f1=10;
f2=50;
f3=80;
% Diseño del filtro. DC.0--> para filtros mutibanda
b= fir1(n,2*[f1 f2 f3]/fs,'DC-0',hamming(n+1));
a=1; % Filtro FIR

figure('name','Metodo ventanas. Hamming');
analizaFiltro_FIR_Casa(b,a,fs);

%% 2. Muestreo en frecuencia
%Filtro paso bajo orden 50. BP hasta 35 Hz
%Ventana Hanning

n=50; % orden
f1=35;
f=[0 f1 f1 fs/2]; % Array de frecuencias normalizadas
m=[1 1 0 0]; % Banda de paso

b= fir2(n, 2*f/fs,m,hanning(n+1));
a=1; %Filtro FIR

figure('name','Metodo frecuencia. Paso bajo');
analizaFiltro_FIR_Casa(b,a,fs);

%% 3. Parks-McClellan
%Banda eliminada orden 80
%BE: 15-75 Hz
%BTransición: 5Hz
%A rizado de BPaso: 5 veces mayor que la banda atenuada

n=80;
f=[0 10 15 75 80 fs/2];
m=[1 1 0 0 1 1];

b=firpm(n,2*f/fs,m,[1 5 1]);
a=1; %Filtro FIR
```

```
figure('name','Parks-McClellan. Banda eliminada');  
analizaFiltro_FIR_Casa(b,a,fs);  
  
end
```

## **Script: analizaFiltro FIR Casa.m**

```
function analizaFiltro_FIR_Casa(b,a,fs)
%fs: frecuencia de muestreo
%a: array coeficientes parte recurrente ecuación en diferencias
%b: array coeficientes parte no-recurrente ecuación en diferencias
%En filtros FIR ak=1

%% Respuesta en frecuencia
N = 2^13; % Numero de puntos
[H, fa] = freqz(b,a,N,fs); %%La salida de freqz es H y fa
%% Atenuacion
alpha= -20*log10(abs(H)/max(abs(H)));
%% Retardo de fase
P_d=phasedelay(b,a,N);
%% Retardo de grupo
G_d=grpdelay(b,a,N);

%% Respuesta Impulsional
h = b;
n = 0:length(h)-1; % Para el eje en muestras, generamos un n° de
muestras

%% GRAFICAS
%% Módulo
subplot(3,2,1);plot(fa,abs(H));xlabel('frecuencia (Hz)');
title('|H(f)|');
set(gca, 'XLim',[0 fs/2]);
%% Atenuacion
subplot(3,2,2);plot(fa,alpha); xlabel('frecuencia (Hz)');title('\alpha
(dB)');
set(gca, 'YLim',[0 90]);set(gca, 'XLim',[0 fs/2]);
%% Retardo de fase
subplot(3,2,3);plot(fa,P_d);xlabel('frecuencia (Hz)');title('Retardo
de fase: \tau_f (f)');
set(gca, 'YLim',[0 60]);
%% Retardo de grupo
subplot(3,2,4);plot(fa,G_d);
xlabel('frecuencia (Hz)');title('Retardo de fase: \tau_g (f)');
set(gca, 'YLim',[0 60]);
set(gca, 'XLim',[0 fs/2]);
%% Respuesta impulsional
subplot(3,1,3); stem(n,h);xlabel('n (muestras)');title('h[n]');

%% Diagrama Polo-Cero -->
% No tiene sentido, todo ceros.

end
```