# Trabajo práctico

# Filtrado digital FIR

## 1) Filtro Moving Average con señales senoidales en MATLAB

a) Genere una señal senoidal con frecuencia fundamental fn = 100 Hz. Elija una frecuencia de muestreo adecuada.

b) Agregue ruido gaussiano a la señal senoidal tal que la relación señal-ruido entre la señal senoidal y la señal con ruido sea de 15 dB.

c) Calcule el valor máximo del orden del filtro (N_max) fco = 2 fn.

d) Aplique filtrado del tipo moving average a la señal con ruido para un filtro MA con dimensión igual N = N_max. Utilice la función `filter()` (`help filter`).

e) Grafique la respuesta en frecuencia y fase del filtro MA. Use la función `freqz()`.

f) Grafique las señales en el dominio del tiempo sin ruido, con ruido y filtrada, y compare las tres.

g) Grafique la respuesta en frecuencia de las señales original y filtrada y compare. Utilice la función provista `my_dft()`.

h) Repita los puntos d) a g) para N = N_max / 2 y N = N_max * 10.

## 2) Filtro Moving Average con señales de audio en MATLAB

a) Cargue el archivo de audio provisto llamado `Tchaikovsky.mat`. En el mismo encontrará dos variables, la matriz `signal` con dos canales (estéreo) y la variable `Fs`. Elija 1 de los 2 canales disponibles.

b) Agregue ruido gaussiano a esta señal tal que la relación señal-ruido entre la señal y la señal con ruido sea de 50 dB.

c) Calcule el valor máximo de N (N_max), con las frecuencias fs = Fs y fco = 11025 Hz.

d) Aplique filtrado del tipo moving average a la señal con ruido para un filtro MA con dimensión igual N = N_max. Utilice la función `filter()`.

e) Utilice la función `sound(signal_n,Fs)` para reproducir las señales sin ruido, con ruido y filtrada.

f) Grafique la respuesta en frecuencia de las señales original y filtrada y compare. Utilice la función provista `my_dft()`.

h) Repita los puntos d) a g) para N = N_max / 2 y N = N_max * 10.

## 3) Filtrado por ventanas en MATLAB

a) Use la herramienta `filterDesigner` para diseñar un filtro:

- Pasa-banda.
- Ventana Kaiser con β = 7.5, orden 10.
- Frecuencias de corte de 300 Hz y 3400 Hz (canal telefónico), con formato punto flotante, precisión doble (valor por defecto).
- Frecuencia de muestreo 44100 Hz.

b) Aumente el orden del filtro a 50. ¿Se modifica la respuesta en frecuencia del filtro?.

c) Exporte el filtro del punto b) haciendo `File > Generate MATLAB Code > Filter Design Function`. Nombre la función como `fir_kaiser_300_3400.m`.

d) Utilice como señal de entrada el archivo `Tchaikovsky.mat`.

e) Aplique a la señal de interés el filtro diseñado en el punto b) haciendo:

```
Hd = fir_kaiser_300_3400;
b = Hd.Numerator;
a = 1;

fir_output = filter(b, a, signal);
```

f) Grafique los espectros de la señal original (signal) y filtrada (fir_output) con la función `my_dft()`.

g) Examine ambas gráficas. ¿Qué diferencia observa entre ambas señales?.

## 4) Filtrado por ventanas en C, formato punto flotante

Se pretende ejecutar desde MATLAB una función desarrollada en C que implementa un filtro FIR (versión online). Se propone el siguiente ejemplo.

Se cuenta con una señal de entrada compuesta por:

- Tono de 300 Hz, más tono de 600 Hz, más tono de 50 Hz (frecuencia de línea eléctrica).

  Se desea diseñar un filtro pasa-banda que rechace la señal de 50 Hz y que deje pasar los dos tonos.

  Se diseña un filtro con `filterDesigner`:

- Pasa banda.
- Ventana Blackman, orden 100.
- Frecuencias de corte 200 Hz y 800 Hz.

- Frecuencia de muestreo de 10 kHz.

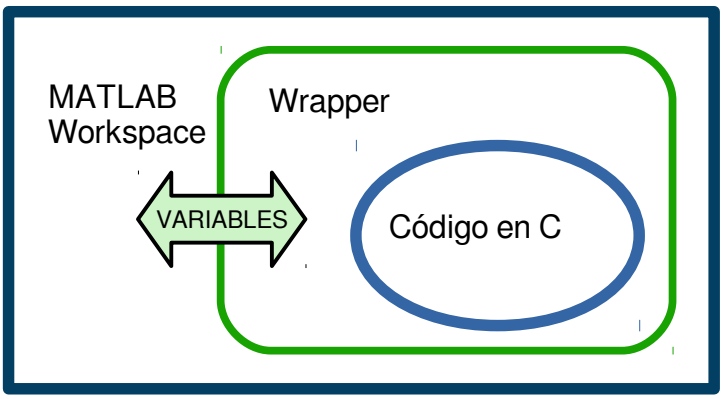
Los coeficientes del filtro FIR se exportan haciendo `Targets > Generate C Header`, al archivo `fdacoefs.h` en formato punto flotante, precisión simple.

Ejecute los siguientes pasos:

a) Compile en consola las funciones `fir_wrapper.c` y `fir_filter.c`, en este específico orden, con el comando:

```
>> mex fir_wrapper.c fir_filter.c
```

`fir_wrapper .c` construye la interfaz entre las variables del Workspace de MATLAB y los argumentos de entrada/salida de las funciones en C.




`fir_filter.c` contiene la función `fir_online_float()`, la cual implementa la convolución online entre los coeficientes del filtro FIR y una señal de entrada, todo en formato punto flotante, precisión simple (`float`). La función usa un buffer circular para implementar la convolución.

b) Analice el código de la función `fir_online.m` y ejecútela. ¿Qué observa?

## 5) Filtrado por ventanas en C, formato fixed point

Use el ejemplo del ejercicio 4 para implementar la función `fir_online_fixed()`, la cual debe ejecutar la misma función que `fir_online_float()` pero en formato punto flotante Q15.

Recuerde descomentar la última línea del archivo `fir_wrapper.c` .