

# Trabajo práctico: Filtrado digital FIR

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

- a) Genere una señal senoidal con frecuencia fundamental  $f_n = 100$  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 ( $N_{\max}$ )  $f_{co} = 2 f_n$ .
- 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 (stereo) 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  $f_s = F_s$  y  $f_{co} = 22.050$  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 con frecuencias de corte de 300 Hz y 3.400 Hz (canal telefónico), con ventana Kaiser con  $\beta = 7.5$ , orden 10, con formato punto flotante, precisión doble.

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

c) Utilice como señal de entrada el archivo Tchaikovsky.mat.

d) Aplique a la señal de interés el filtro diseñado en el punto b).

e) Grafique los espectros de la señal original y filtrada con la función my\_dft().

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

### 4) Filtrado por ventanas en C, formato floating point

Se pretende ejecutar desde MATLAB una función descrita en C que implementa un filtro FIR (versión online) en el dominio de la frecuencia. 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 pasa-banda con filterDesigner:

- Ventana Blackman.
- Frecuencias de corte 200 Hz y 800 Hz.
- Orden 100.
- Frecuencia de muestreo de 10 kHz.

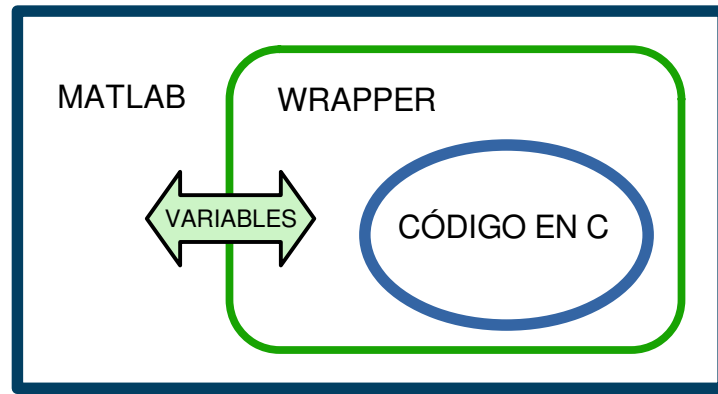
Los coeficientes del filtro FIR se exportan haciendo Targets > Generate C Header, al archivo fdacoefs.h en formato punto flotante, precisión simple.

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 Wokrspace 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 on-line 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 5 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_matlab_wrapper.c`.