



Trabajo Práctico 5: Filtros digitales IIR y filtrado no lineal

Presentación: El TP se debe presentar en formato pdf, donde figuren todas las señales requeridas o archivos fuente de cada función implementada. Los gráficos deben estar adecuadamente documentados con títulos, etiquetas en todos los ejes y referencias a cada señal visualizada. Preferentemente todo empaquetado en un ZIP/RAR.

Plazo: 2 semanas

Ejercicios:

- 1- Implementar el algoritmo que calcule la ecuación de diferencias para la implementación *direct form 1* () de filtros IIR

$$Y(z) = X(z) \cdot (b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_N z^{-N}) - Y(z) \cdot (a_1 z^{-1} + \dots + a_M z^{-M})$$

Compruebe su funcionamiento con algunos filtros diseñados mediante la herramienta *fdatool* de Matlab.

- 2- Mediante *fdatool* diseñe un filtro pasabanda con las siguientes características:

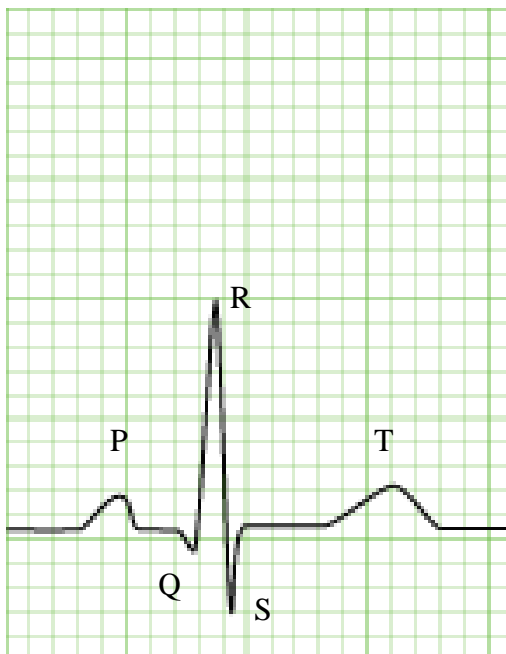
```
Fstop1 = 0.01;      % First Stopband Frequency
Fpass1 = 0.1;       % First Passband Frequency
Fpass2 = 35;        % Second Passband Frequency
Fstop2 = 50;        % Second Stopband Frequency
Astop1 = 60;        % First Stopband Attenuation (dB)
Apass  = 1;         % Passband Ripple (dB)
Astop2 = 80;        % Second Stopband Attenuation (dB)
```

Mediante las aproximaciones de Butterworth, Chebyshev 1 y 2 y elíptica. Aplique dichos filtros a la señal ECG1 provista en el archivo TP4_ECG.mat que acompaña esta práctica. Este tipo de filtrado forma parte del preprocesamiento típico para cualquier análisis automático de la señal electrocardiográfica. Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿La señal filtrada se encuentra en fase con la señal original? Cómo podría compensar dicho desfase. Genere una solución adecuada y presente los resultados.
2. Dado que las ondas presentes en el ECG contienen información acerca de la actividad eléctrica del corazón, ¿podría asegurar que este preprocesamiento afecta la morfología de las ondas de la manera esperada? Si afectara la morfología de manera inesperada explique el fenómeno y proponga una forma de mitigarlo.



3. Una vez que el filtro se comporta de una manera adecuada sin introducir distorsiones, modifique las frecuencias de corte superior e inferior hasta comenzar a afectar la morfología de las ondas PQRST. En base a esta experimentación estime aproximadamente las componentes espectrales de dichas ondas.
4. ¿Podrían filtrarse los movimientos bruscos de línea de base que ocurren por ejemplo en torno a la muestra 1e5, 4,4e5 o 6e5? Implemente una solución adecuada.
5. Repita los puntos anteriores para las otras señales de ECG.



3- Implemente el siguiente filtro:

$$y[n] = \text{med}_{i=n-w}^{n+w} x[i],$$

siendo

$$\text{med } x[i] = \arg \min_{\mu} \sum_{i=1}^N |x[i] - \mu|,$$

este filtro se conoce como filtro de mediana. Es el equivalente robusto del filtro de media móvil visto en el TP3. Aplique dicho filtro en una ventana de 200 ms a las señales de ECG ($f_s=1000\text{Hz}$) y compare respecto al resultado de un filtro de media móvil que use la misma ventana.



Ahora modifique la función mediana por *min* y *max*. Podría generalizar este filtro para un percentil arbitrario, sabiendo que *min*, *med* y *max* son los percentiles 0, 50 y 100% usando la función *prctile*.

4- Compare las siguientes estrategias para suprimir los movimientos de línea de base en las señales de ECG usadas anteriormente:

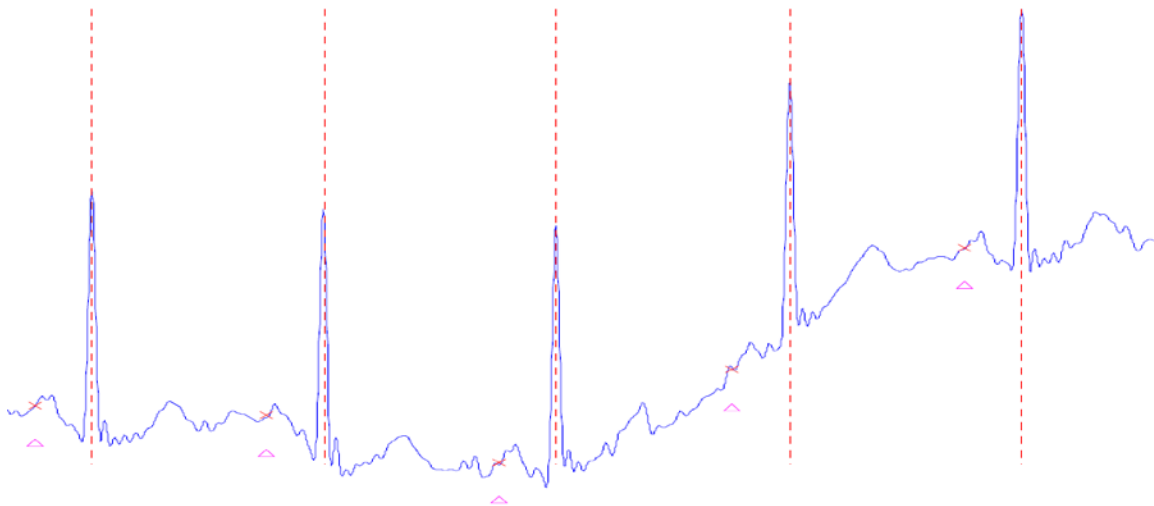
a) Estimación de la línea de base:

Siendo

la señal de ECG, y

la estimación de la señal de línea de base.

b) Generar una señal de movimiento de línea de base mediante la estimación del valor del segmento PQ (el segmento que va desde la onda P hasta la onda Q), según se muestra en la figura con una cruz roja y una flecha magenta.



Para la localización del segment PQ de cada latido, puede valerse de la localización de cada latido, provista en la variable *QRS_locN* (N es un entero) y representada en la figura como líneas rojas verticales. Recuerde que la señal de línea de base debe estar muestreada a la misma frecuencia que el ECG, por lo que debería remuestrear dicha señal (puede usar la función de interpolación *spline* para ello).



Luego para ambos casos la señal de ECG sin movimiento de línea de base sería:

Luego para ambas estrategias se pide discutir los resultados obtenidos visualmente, comparar los tiempos de ejecución, y discutir ventajas y desventajas de ambos enfoques.

Referencias:

fs: frecuencia de muestreo

ECG: electrocardiograma

QRS: Complejo de ondas en el ECG que se corresponden con la contracción ventricular, o sístole, siendo el momento en que el corazón propulsa la sangre al organismo.