

Los ejercicios se deben presentar en un único archivo empaquetado (.tar, .zip, etc). Se sugiere emplear Jupyter para realizar los informes, o alternativamente en formato .pdf.

Dentro del paquete entregado se requiere adjuntar los archivos fuente de cada función implementada y scripts de referencia. Los gráficos deben estar adecuadamente documentados con títulos, etiquetas en todos los ejes y referencias a cada señal visualizada.

Ejercicios – Clase 6

Ejercicio 1

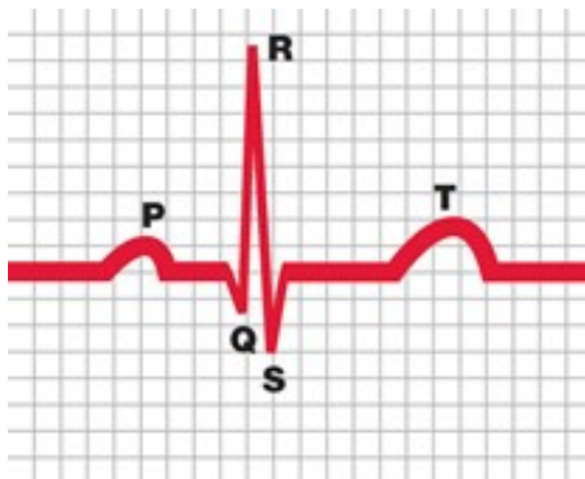
Tomando como referencia el script **iir_example.py** incluido en el archivo .zip, diseñe un filtro IIR pasabanda con las siguientes características:

Fst1 = 0,01; % (Hz) fin de la banda de atenuación
Fp1 = 0,1; % (Hz) comienzo de la banda de paso
Fp2 = 35; % (Hz) fin de la banda de paso
Fst2 = 50; % (Hz) comienzo de la banda de atenuación
Ast1 = 60; % (dB) atenuación mínima en la banda de atenuación
Ast2 = 80; % (dB) atenuación mínima en la banda de atenuación
Ab = 1; % (dB) ripple máximo en banda de paso

Utilice las aproximaciones de Butterworth, Chebyshev y Cauer ó elíptica.

Aplice dichos filtros a las señales de ECG provistas en el archivo ECG.mat que acompaña esta práctica. Este tipo de filtrado forma parte del preprocesamiento típico para cualquier análisis automático del ECG. Luego conteste las siguientes preguntas:

- ¿La señal filtrada se encuentra en fase con la señal original? De existir, cómo podría compensar dicho desfase?. Genere una solución adecuada y presente los resultados.
- Dado que las ondas presentes en el ECG contienen información acerca de la actividad eléctrica del corazón, como se muestra en la siguiente figura:



¿podría asegurar que este preprocesamiento no afecta la morfología de las ondas?
Si las afectara de manera inesperada explique el fenómeno y proponga una forma de mitigarlo, presentando detalles de las ondas PQRSST antes y después de su propuesta.

c) 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 PQRSST. En base a esta experimentación estime aproximadamente las componentes espectrales de dichas ondas.

d) ¿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.

Ejercicio 2

Implemente el siguiente filtro:

$$y[n] = \underset{i=n-v}{\overset{n+v}{med}} x[i]$$

siendo **med** el operador mediana de un conjunto de muestras incluidos en la ventana $w=2v$. Este filtro se conoce como filtro de mediana. Es el equivalente (estadísticamente) robusto del filtro de media móvil, y por supuesto no lineal.

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, y discuta el efecto de dicho filtro.

Nota: Podría generalizar este filtro para un percentil arbitrario, sabiendo que min, med y max son los percentiles 0, 50 y 100. Puede implementarlo mediante la función [numpy.percentile](#) del paquete de Python Numpy.

Ejercicio 3

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

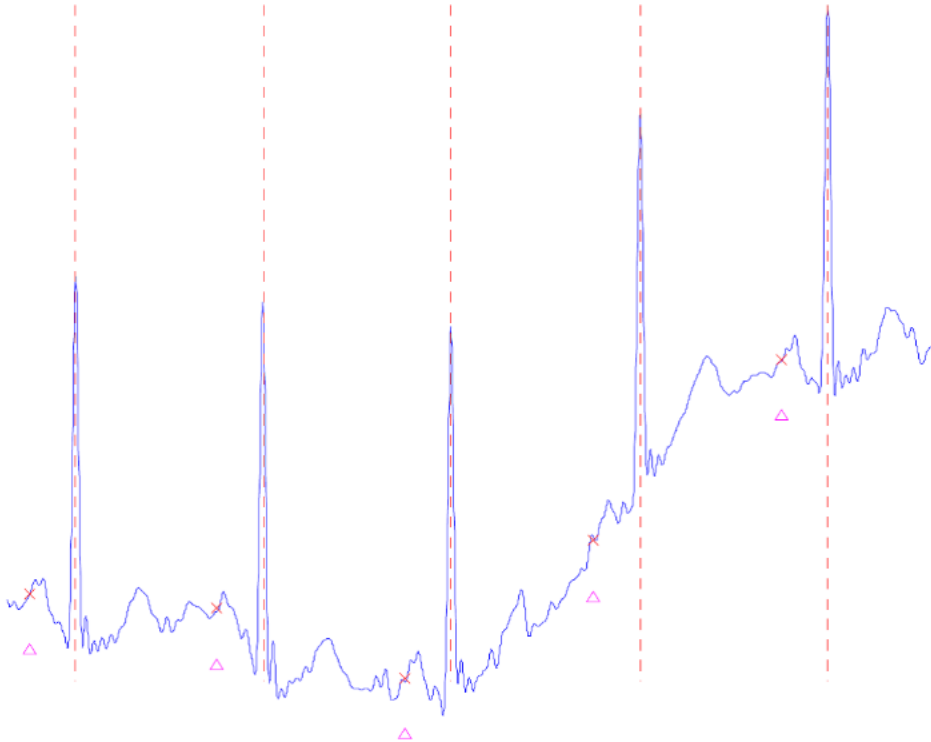
a) Estimación de la línea de base:

$$v_{(n)} = med_{600} med_{200} \{x[i]\}$$

Siendo $x[n]$ la señal de ECG, y $v[n]$ la estimación de la señal de línea de base. Los subíndices indican la anchura en ms de la ventana primero 200 ms y luego 600 ms.

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 segmento 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 rayadas. 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 interpolación para ello).

Luego para ambos casos la señal de ECG, filtrada de movimientos de línea de base la definimos como:

$$xc(n)=x(n)-v(n)$$

c) Para ambas estrategias se pide discutir los resultados obtenidos de forma cualitativa, comparar los tiempos de ejecución, y discutir ventajas y desventajas de ambos enfoques.