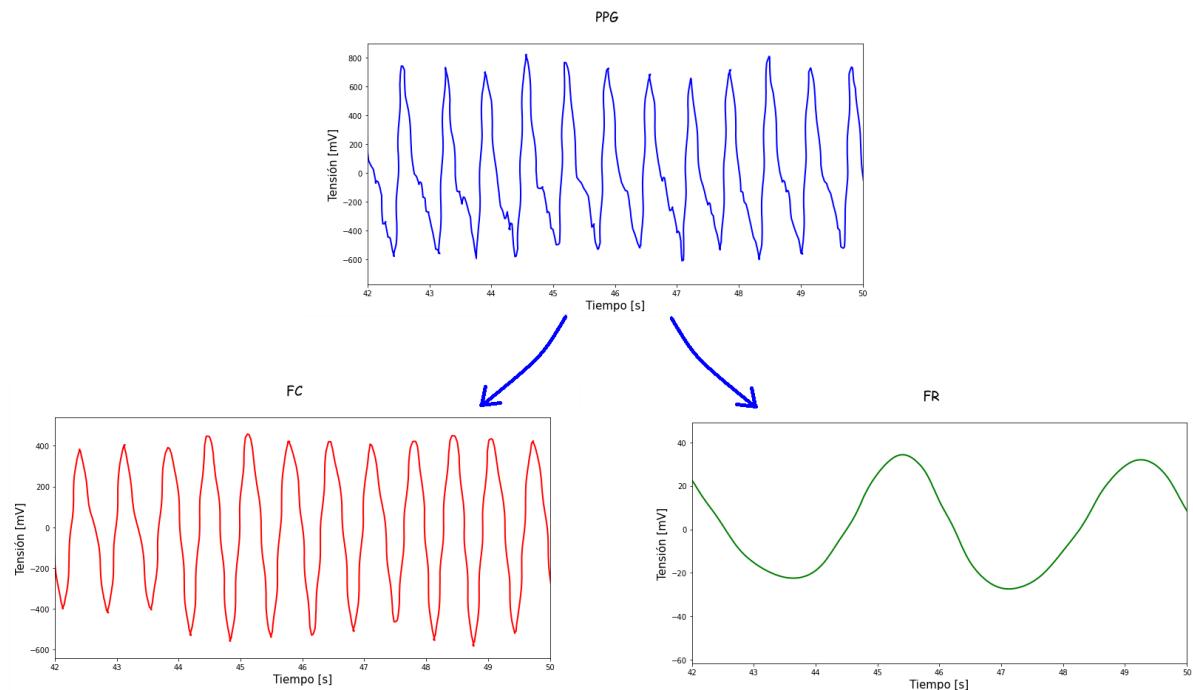


Examen 03/11/25

Práctica

La fotopletismografía (PPG) es un método sencillo y útil para medir el componente pulsátil del latido del corazón y evaluar la circulación periférica de manera no invasiva. Está basada en un sistema optoelectrónico formado por un diodo emisor de luz y un elemento fotodetector, que en conjunto se encargan de iluminar la piel y detectar las variaciones lumínicas que se producen debido a los efectos de absorción de la luz por la sangre en las arterias (principalmente). La señal PPG se compone no sólo de los latidos del corazón sino también de una señal respiratoria. Mediante filtros adecuados se pueden separar las dos señales y registrar simultáneamente la frecuencia cardíaca (FC) y la frecuencia respiratoria (FR).



Se desea implementar un sistema que calcule la FC y la FR utilizando esta técnica, para lo cual se digitalizará la señal del fotodetector usando un CAD de 14 bits (Vref: 3.3V) muestreando a 30 Hz, para luego separar las dos señales digitalmente. Para ello se le pide:

1. Determinar los requisitos de diseño de un filtro que cumpla con la función de antialiasing y tenga respuesta máximamente plana en la banda de paso. Para ello cuenta con una serie de registros de la señal de PPG realizados a lo largo de una sesión de ejercicio

([pleth_72lpm_500hz.txt](#), [pleth_90lpm_500hz.txt](#), [pleth_120lpm_500hz.txt](#)), adquiridos a una frecuencia de muestreo mayor (500Hz). *

2. Calcular los componentes (con valores comerciales) del circuito activo necesario para la implementación del filtro antialiasing utilizando la herramienta [Analog Filter Wizard](#). Comparar con el diseñado.
3. Utilizando pyFDA, diseñar un filtro digital que permita separar las componentes relacionadas a la FC de las relacionadas a la FR. El mismo debe tener las siguientes características:
 - Tipo: IIR
 - Banda de paso: 1.5 Hz a 2.3 Hz
 - Atenuación en la banda de paso: menor a 0.5 dB
 - Atenuación para las componentes relacionadas a la FR: mayor a 30 dB
4. Utilizando pyFDA, diseñar un filtro digital que permita separar las componentes relacionadas a la FR de las relacionadas a la FC. El mismo debe tener las siguientes características:
 - Tipo: FIR
 - Banda de paso: 0.05 Hz a 0.55 Hz
 - Atenuación en la banda de paso: menor a 1 dB
 - Atenuación para las componentes relacionadas a la FC: mayor a 30 dB
5. Probar el funcionamiento de ambos filtros digitales utilizando las señales de prueba muestreadas a 30 Hz ([pleth_72lpm_30hz.txt](#), [pleth_90lpm_30hz.txt](#), [pleth_120lpm_30hz.txt](#)). Graficar las señales antes y después de ser filtradas.
6. Determine la frecuencia respiratoria de cada una de las señales.

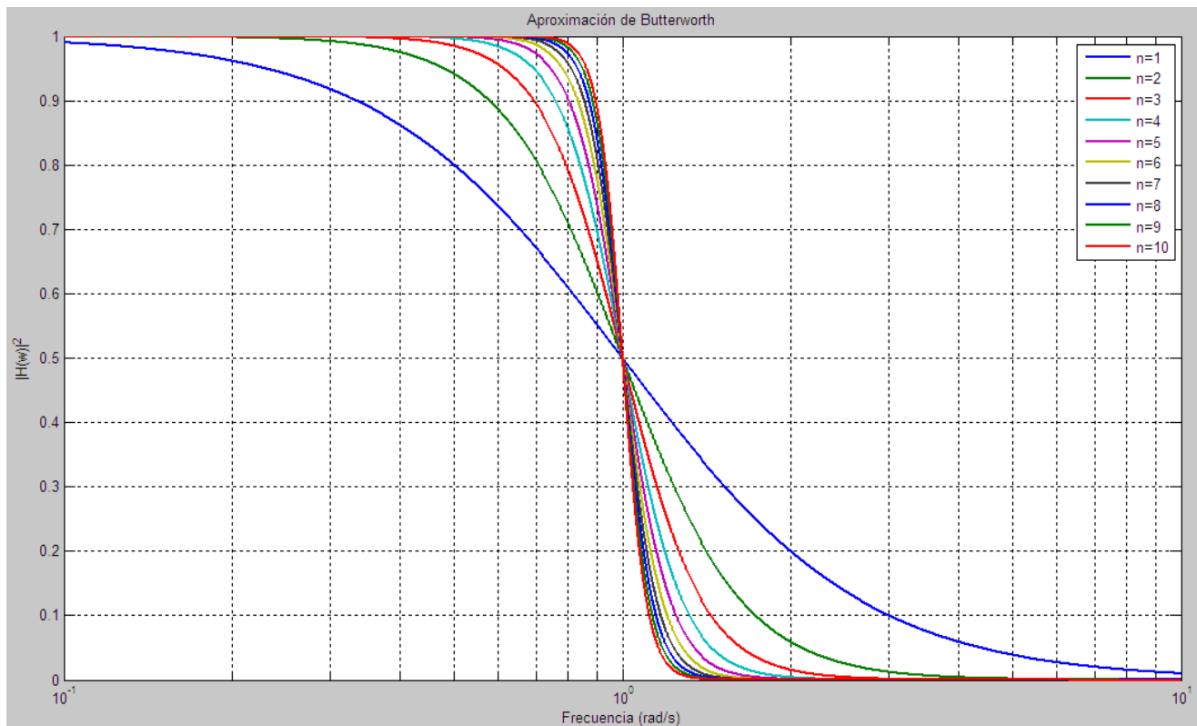
* Para cargar las señales puede utilizar los siguientes comandos de ejemplo:

```
filename = pleth_72lpm_500hz.txt'      # nombre de archivo  
senal = np.loadtxt(filename)            # la amplitud de la señal se encuentra en mV  
fs = 500                                # frecuencia de muestreo 500Hz
```

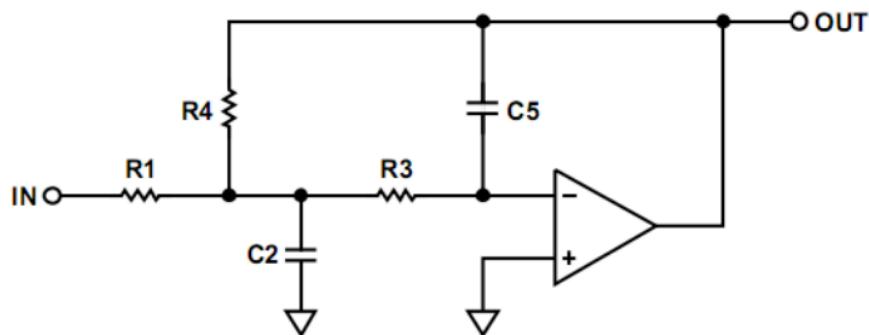
Teoría

Responda las siguientes afirmaciones con Verdadero o Falso justificando cualquiera de sus respuestas.

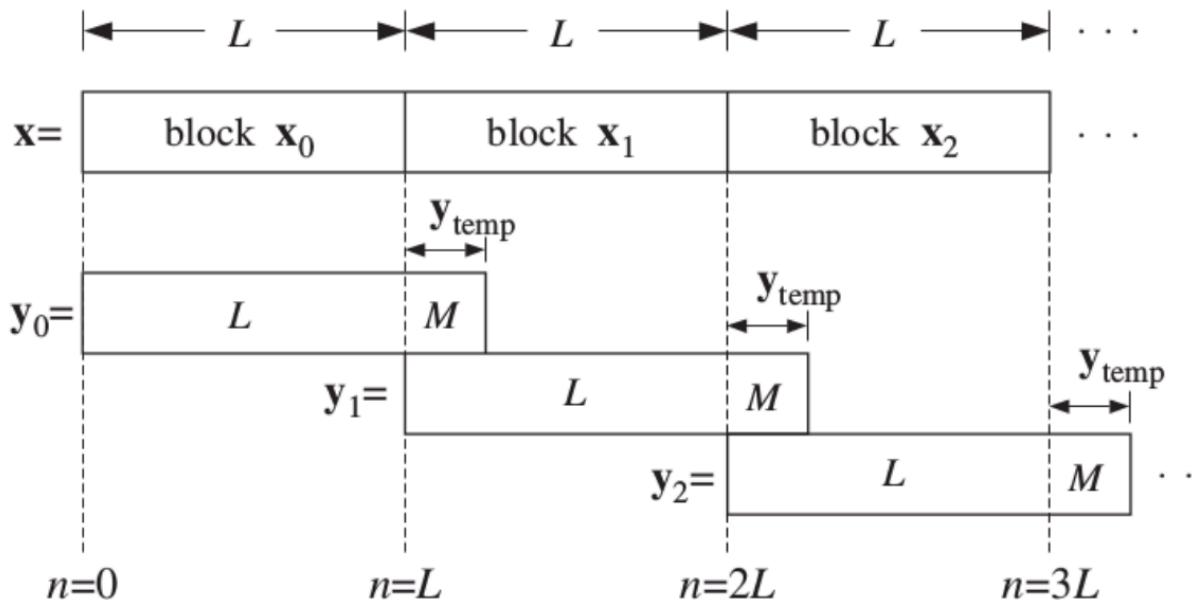
1. Las gráficas que se presentan a continuación corresponden a la magnitud de la respuesta en frecuencia de filtros de Butterworth pasabajos cuya implementación analógica puede realizarse utilizando circuitos activos con Múltiple Realimentaciones (MFB).



2. En relación a la figura de la curva anterior, el circuito que se presenta a continuación permite implementar únicamente el sistema correspondiente a la curva verde.



3. El algoritmo de Bloques continuos solapados permite implementar únicamente filtros FIR.



ENTREGABLES:

Se debe subir un archivo comprimido que contenga:

- Respuestas de examen de teoría:
 - documento de texto: "Teoria_Apellido.txt".
- Resolución de examen de práctica:
 - script de python: "Examen_Apellido.py" (en caso de resolverlo en multiples scripts: "Examen_Apellido_p1.py", "Examen_Apellido_p2.py", etc.).
 - archivos exportados de Analog Filter Wizard (incluyendo simulaciones de LTSpice: ".asc").
 - archivos de filtros digitales ("npz").
 - cualquier otro script con funciones auxiliares u otros archivos necesarios para poder ejecutar correctamente los scripts del examen.

