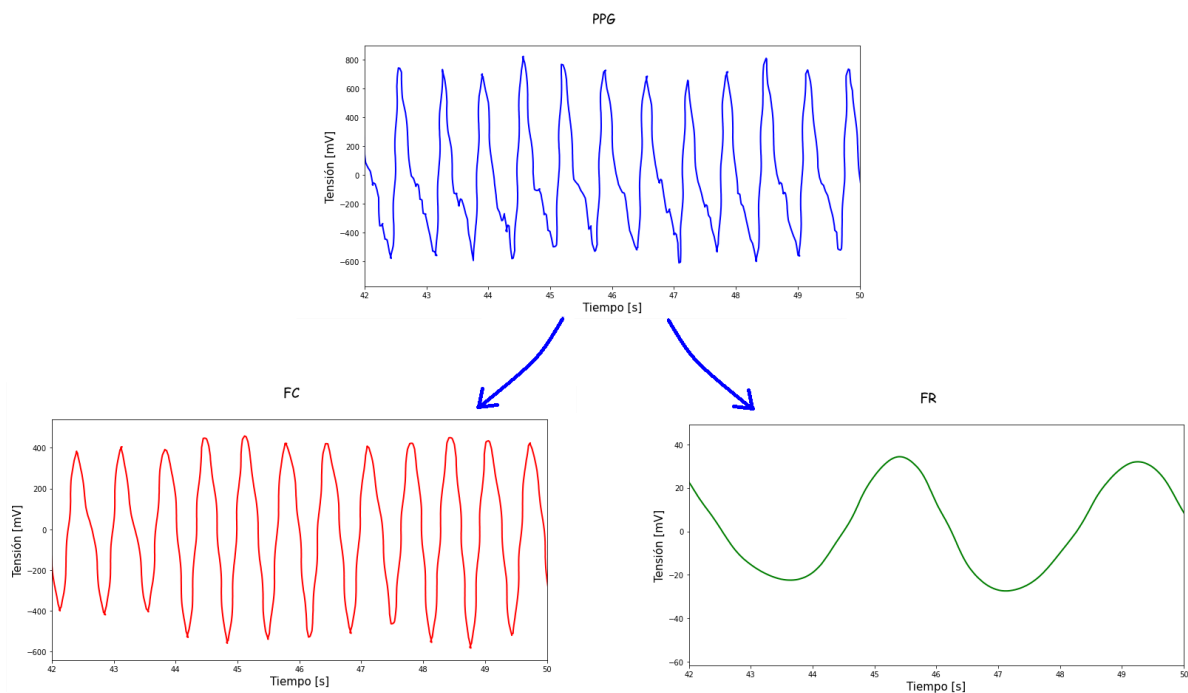


## Examen 03/06/24

### 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) [\[1\]](#).



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 ( $V_{ref}$ : 3.3V) muestreando a 15 Hz, para luego separar las dos señales digitalmente. Para ello se le pide:

1. Determinar la función de transferencia  $H(s)$  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\\_1000hz.txt](#), [pleth\\_90lpm\\_1000hz.txt](#), [pleth\\_120lpm\\_1000hz.txt](#)), adquiridos a una frecuencia de muestreo mayor (1kHz). \*

2. Calcular los componentes (con valores comerciales) del circuito activo necesario para la implementación del filtro antialiasing, utilizando celdas de múltiple realimentación. Simular la respuesta en frecuencia en LTSpice y comparar con la original.
3. Utilizando pyFDA, diseñar un filtro digital que permita separar las componentes relacionadas a la FC de las relacionadas a la FR. El mismo de 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 de 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 utilizando las señales de prueba muestreadas a 15 Hz ([pleth\\_72lpm\\_15hz.txt](#), [pleth\\_90lpm\\_15hz.txt](#), [pleth\\_120lpm\\_15hz.txt](#)). Graficar las señales antes y después de ser filtradas.

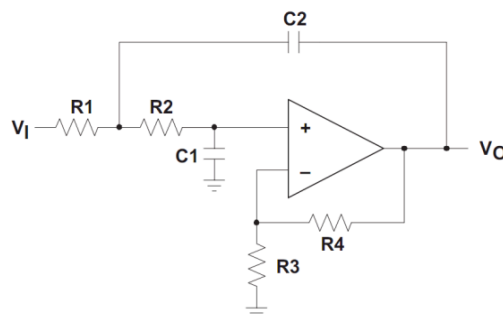
\* Para cargar las señales puede utilizar los siguientes comandos de ejemplo:

```
filename = pleth_72lpm_1000hz.txt'    # nombre de archivo
senal = np.loadtxt(filename)           # la amplitud de la señal se encuentra en mV
fs = 1000                             # frecuencia de muestreo 1000Hz
```

## Teoría

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

1. El circuito de la figura corresponde a un filtro de Sallen-Key. En el mismo se puede variar la ubicación del par de polos complejos conjugados modificando la relación entre R4 y R3.



2. La implementación con componentes pasivos de filtros de Butterworth y Chebyshev I, para un mismo orden, difiere en el número total de componentes y sus valores (resistencias, bobinas y capacitores); siendo los primeros los que utilizan menor cantidad de componentes.
3. La transformada invariante al impulso permite obtener una versión digital de un sistema analógico,  $H(z)$  a partir de  $H(s)$ , y debido al aliasing solo puede emplearse para la implementación de filtros pasa bandas o pasa altos.

#### **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 de LTSpice (".asc" y ".txt").
  - archivos de filtros digitales (".npz").
  - cualquier otro script con funciones auxiliares u otros archivos necesarios para poder ejecutar correctamente los scripts del examen.