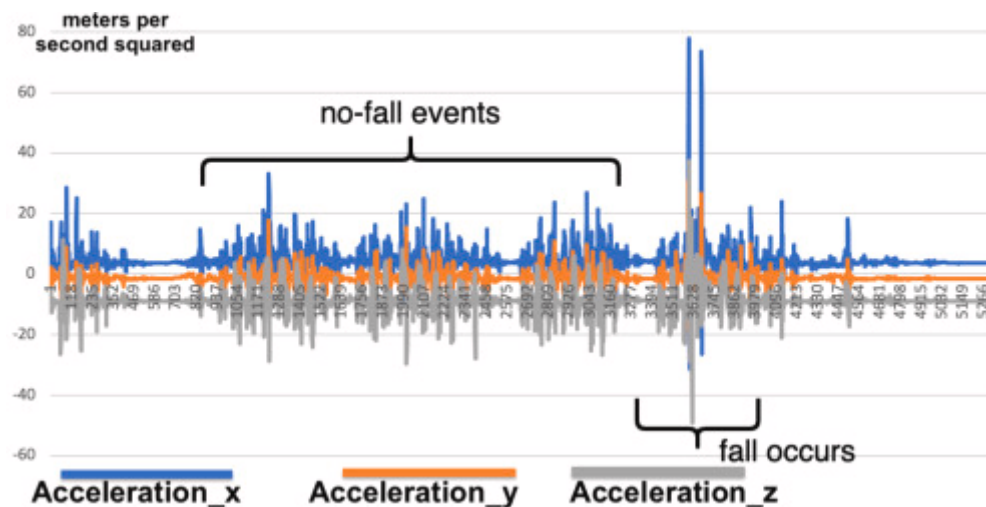


## Recuperatorio 23/06/25

### Práctica

La prevención de lesiones por caídas en adultos mayores es un área clave de aplicación de la bioingeniería. En entornos domiciliarios o institucionales, dispositivos portables como acelerómetros permiten registrar movimientos del cuerpo y detectar caídas automáticamente, evitando consecuencias graves mediante alertas tempranas.

Durante una caída, el módulo de aceleración muestra un patrón característico: aumento brusco en la energía del movimiento en el rango de 1 a 11 Hz, seguido de una desaceleración rápida. Estas características pueden usarse para diseñar un sistema de detección automática basado en señales de acelerometría.



El objetivo principal de la aplicación a diseñar es obtener un método para el reconocimiento automático del evento de caída y permitir generar una alerta utilizando herramientas de telemedicina.

Como primer paso se desea implementar una etapa de filtrado para extraer las aceleraciones característicos durante la caída, ubicados entre los 1 y 11 Hz.

Se cuenta con las señales [caida1\\_500Hz.csv](#), la cual contiene registros de acelerometría en los 3 ejes. La señal contiene un evento de caída, contaminada con ruido de línea. [1]

Para el diseño del sistema se pide:

1. Diseñe un filtro pasa-bajos utilizando la herramienta [Analog Filter Wizard](#). El mismo debe responder a una aproximación de Chebyshev con 0.1dB de ripple. El fin de la

banda de ripple debe coincidir con la frecuencia máxima de interés de la señal. Además, son necesarios 60dB de atenuación en 200Hz. Para la implementación utilice, resistencias del 10% de precisión y capacitores del 20% (ver [tabla](#)).

2. En base al filtro pasa-bajos diseñado en el punto anterior, y analizando las señales provistas, proponga una nueva frecuencia de muestreo entre 50 y 200 Hz de tal manera que el filtro pueda ser usado como filtro anti-alias. Considere que se digitalizará con un CAD de 16 bits y Vref de 3.3V.
3. Utilizando la herramienta pyFDA diseñe un filtro de tipo IIR que permita rescatar el rango de frecuencias de interés y tenga una atenuación de 60 dB para frecuencias de 50Hz. Pruebe el filtro diseñado sobre la señal de prueba (remuestreado previamente a la frecuencia elegida). Grafique la señal y su espectro antes y después del filtrado (no es necesario hacerlo en todos los canales, con uno basta).
4. Para poder detectar el evento de caída, es necesario primero calcular la envolvente de la magnitud de la aceleración. Para esto se debe primero calcular la magnitud de la señal ( $np.sqrt(x^2+y^2+z^2)$ ), luego rectificar la señal ( $np.abs()$ ) y finalmente aplicarle un filtro pasabajos, que en este caso debe tener frecuencia de corte en 1 Hz y atenuar al menos 60 dB a las componentes a partir de 5 Hz. Diseñe un filtro FIR en pyFDA que cumpla con estos requisitos, y realice el cálculo de la envolvente de la señal filtrada en el punto 3. Grafique la envolvente.
5. Localice el evento utilizando el máximo de la envolvente para ello. ¿Cómo afectará la localización del máximo el haber utilizado un filtro FIR para la obtención de la envolvente?

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

```
import pandas as pd
```

```
archivo_caída1 = 'caída1_500Hz.csv' # Cambiar por el archivo deseado
df = pd.read_csv(archivo_caída1)
t_caída1 = df['timestamp'].values
Ax_caída1 = df['Ax'].values #La señal está en G y la relación a Voltios es 1 a 1.
Ay_caída1 = df['Ay'].values
Az_caída1 = df['Az'].values
```

Valores normalizados de Resistencias con tolerancia del 10%

1.00	1.20	1.50	1.80	2.20	2.70	3.30	3.90	4.70	5.60	6.80	8.20
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Valores normalizados de Capacitores con tolerancia del 20%

1.00	1.50	2.20	3.30	4.70	6.80	-	-	-	-	-	-
------	------	------	------	------	------	---	---	---	---	---	---

Tabla 1 - Valores normalizados de resistencias y Capacitores

[1] Ultra low-power, wearable, accelerated shallow-learning fall detection for elderly at-risk persons

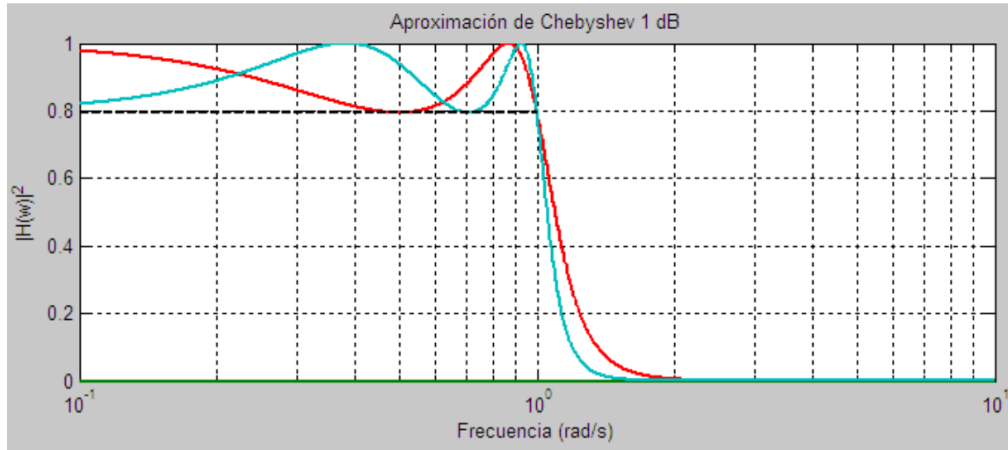
[2] SisFall: A Fall and Movement Dataset

## Teoría

Responda verdadero o falso según corresponda. Justifique su respuesta.

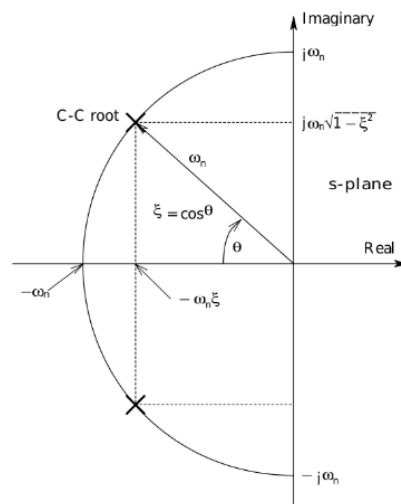
**Responder en un archivo de texto a parte**

1. La gráfica de la figura muestra la magnitud de la respuesta en frecuencia de dos funciones de chebyshev del mismo orden con diferente ancho de banda de ripple.



2. Si el par de polos de una sección de orden 2 se acerca al eje imaginario, el Q de la misma aumenta.

$$H(s) = \frac{H_0 \omega_n^2}{s^2 + 2\xi \omega_n \cdot s + \omega_n^2}$$



3. Si se desea adquirir una señal cuyas componentes de interés se encuentran hasta 100 Hz. ¿Es posible realizar la adquisición libre de aliasing utilizando un filtro pasabajos de Butterworth de 2do Orden con Frecuencia de corte 100 Hz, implementado con una celda de Sallen-Key, antes del conversor de 8 bits y emplear una frecuencia de muestreo de 200 Hz?

**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.