

Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones

Espitia Alejandro Juan David

Silva Palafox Adrián

Trejo De Arcos Felipe Adriel

Velázquez Reyes Jimmy Daniel

“Procesamiento Digital de Señales”

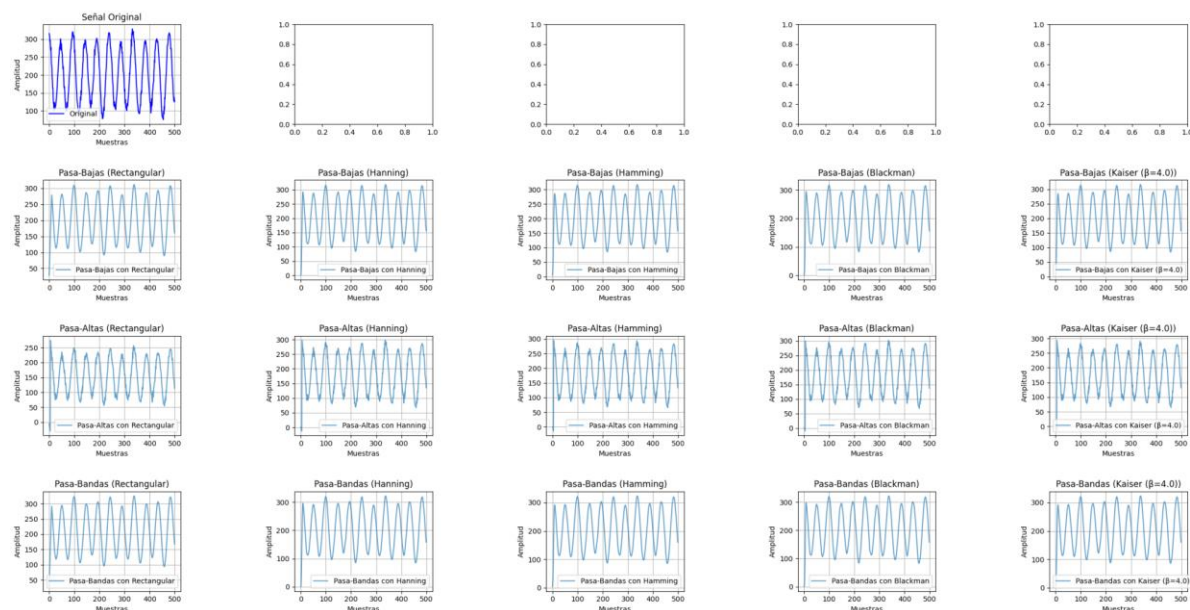
Catedrático: Alan David Blanco Miranda

**“Práctica 3 – Filtros FIR”**

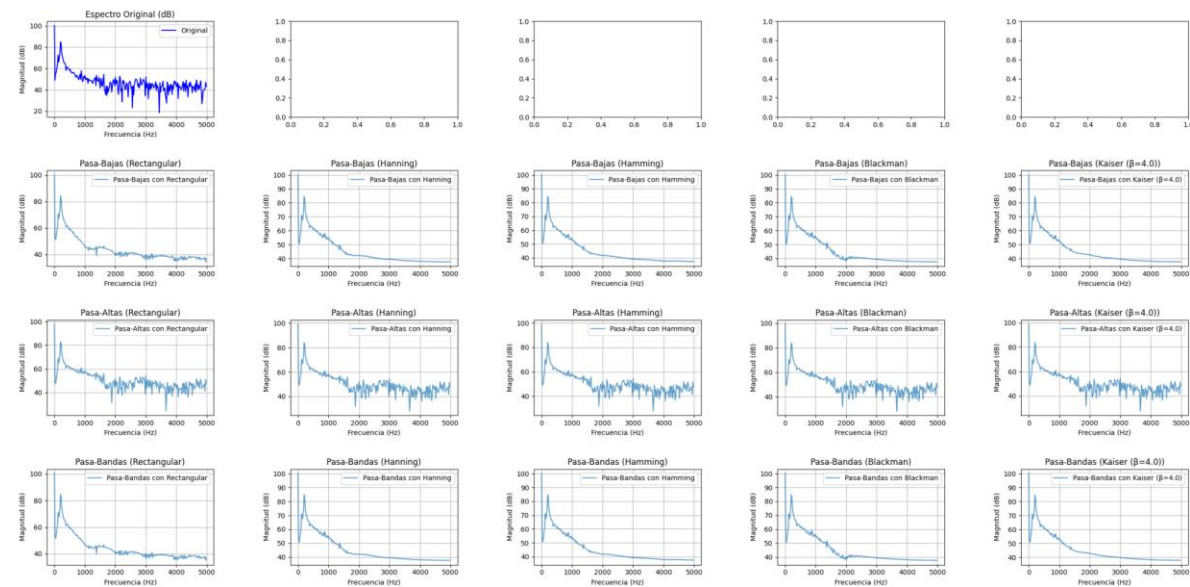
2 de mayo del 2025, León Guanajuato.

# Resultados de los experimentos:

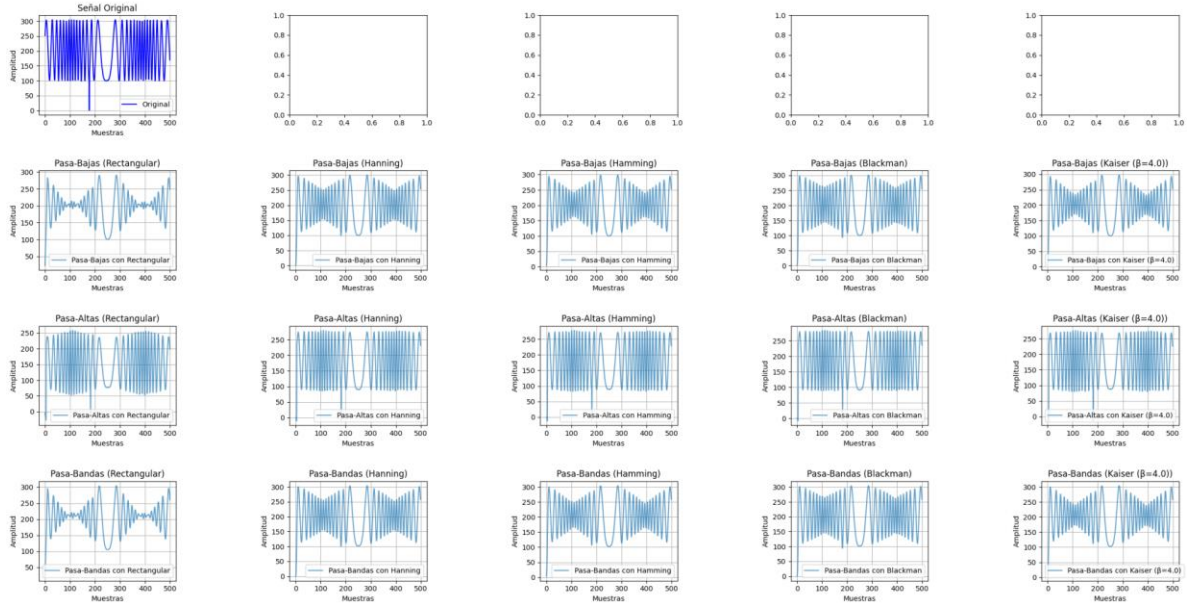
Señal Original y Filtrada (Senoidal\_100Hz.csv)



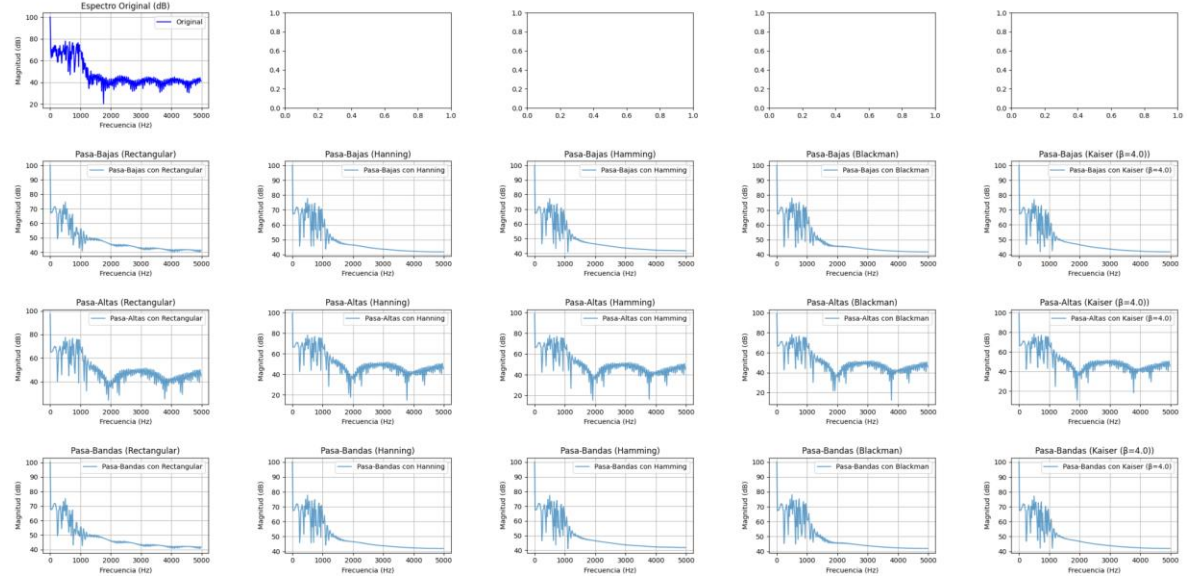
Espectros de Señal Original y Filtrada (Senoidal\_100Hz.csv)



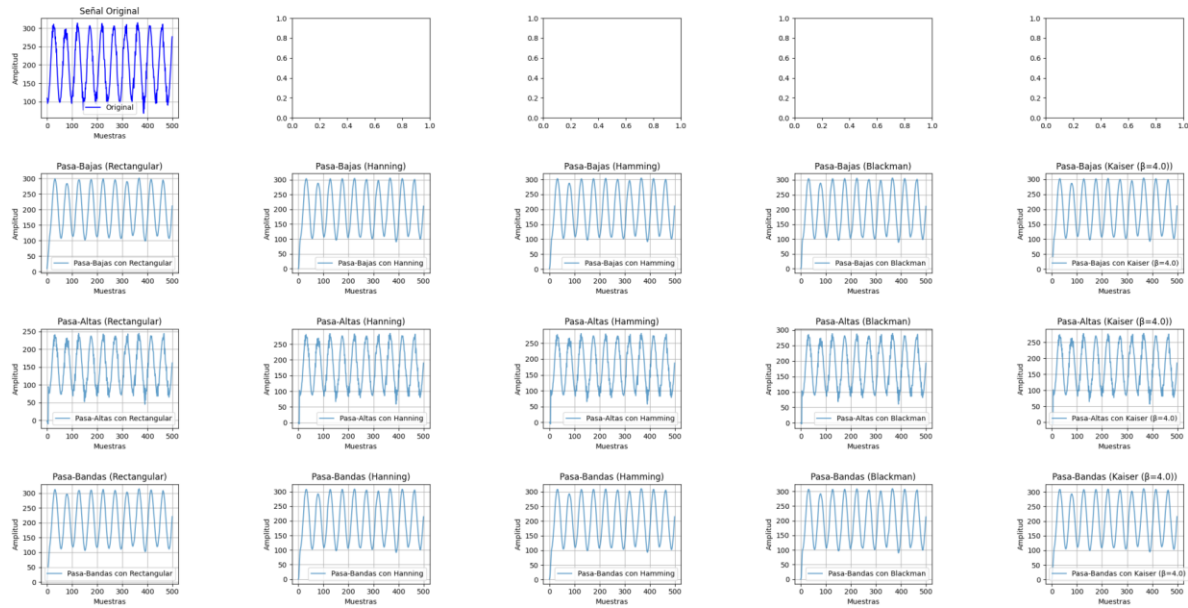
Señal Original y Filtrada (Barrido\_10-500Hz.csv)



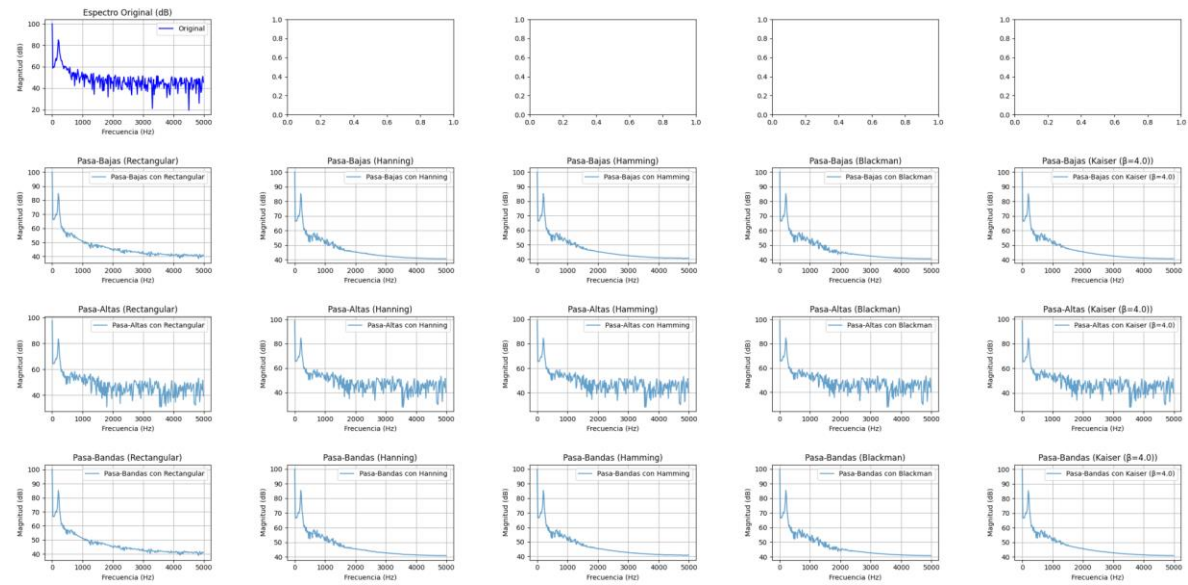
Espectros de Señal Original y Filtrada (Barrido\_10-500Hz.csv)



Señal Original y Filtrada (Senoidal\_Ruido\_100Hz.csv)



Espectros de Señal Original y Filtrada (Senoidal\_Ruido\_100Hz.csv)



El diseño y cálculo de los filtros se realizó con este script [https://github.com/La-guajolota/DSP/blob/main/parcial\\_3/practica\\_4/show\\_cvs.py](https://github.com/La-guajolota/DSP/blob/main/parcial_3/practica_4/show_cvs.py)

## **Parte 3: Análisis de resultados y ejercicios**

### **Respuesta en frecuencia:**

#### **1. ¿Qué tipo de filtro (FIR) proporciona una mayor pendiente en la banda de transición?**

Los filtros IIR proporcionan mayor pendiente en la banda de transición para un orden dado.

- Filtros IIR: Pueden lograr pendientes de  $20n$  dB/década (donde  $n$  es el número de polos), permitiendo transiciones muy abruptas con órdenes relativamente bajos
- Filtros FIR: Para lograr la misma pendiente requieren órdenes significativamente mayores, típicamente de 3 a 5 veces más coeficientes

#### **2. ¿Cómo afecta el orden del filtro a la selectividad en frecuencia?**

- En filtros FIR: Cada coeficiente adicional mejora gradualmente la selectividad. La relación es aproximadamente lineal
- En filtros IIR: Cada polo adicional incrementa la pendiente en 20 dB/década, proporcionando mejoras más dramáticas en selectividad

#### **3. ¿Qué tipo de filtro proporciona una respuesta de fase más lineal?**

- Los filtros FIR proporcionan la respuesta de fase más lineal, y pueden diseñarse para tener fase exactamente lineal.
- Filtros FIR: Pueden tener fase perfectamente lineal (retardo de grupo constante) cuando sus coeficientes son simétricos o antisimétricos
- Filtros IIR: Tienen respuesta de fase inherentemente no lineal debido a sus polos, causando retardo de grupo variable con la frecuencia

#### **1. ¿Qué implicaciones tiene esto en aplicaciones prácticas?**

- Eficiencia computacional: Audio de alta fidelidad: Preserva las relaciones de fase entre armónicos, evitando distorsión tímbrica
- Comunicaciones digitales: Mantiene la forma de los pulsos, reduciendo interferencia intersimbólica
- Procesamiento de imágenes: Evita artefactos visuales y preserva bordes nítidos
- Instrumentación médica: Mantiene la morfología de señales biomédicas (ECG, EEG)
- Análisis espectral: Preserva las relaciones de fase para análisis precisos
- **¿Qué tipo de filtro es más eficiente para un mismo nivel de rendimiento?**

**Los filtros IIR son significativamente más eficientes** para el mismo nivel de rendimiento en términos de selectividad.

### **PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN:**

1. ¿Cuáles son las principales diferencias entre filtros FIR en términos de respuesta al impulso, estabilidad y eficiencia?

De sus principales diferencias con otros tipos de filtros es tener la capacidad de proveer una respuesta de impulso finita, lo cual nos daría la ventaja de tener un cero en un tiempo finito después de la entrada impulso. En cuestión de la estabilidad, son muy estables ya que a la hora de aplicarlos se garantiza que sus coeficientes no crezcan de manera incontrolada.

2. Explique cómo afecta el tipo de ventana al diseño de filtros FIR y que ventajas ofrece cada tipo de ventana.

La razón principal para utilizar ventanas es para suavizar la señal, lo cual se afecta principalmente el ancho del lóbulo principal, así como la atenuación del lóbulo lateral en otras palabras se modifica la altura y el ancho de la señal.

Ventana Hanning: reducción de los lóbulos laterales.

Ventana Hamming: atenuación a los lóbulos laterales.

Ventana Blackman: atenuación a lóbulos laterales más grandes.

Ventana rectangular: banda de transmisión más estrecha.

3. ¿Qué consideraciones deben tenerse en cuenta al implementar filtros digitales en sistemas con recursos limitados como Arduino?

Para los valores utilizar variables de tipo float para así tener una mayor precisión, además de ser un poco más rápido. Otra consideración importante es el utilizar buffers para así utilizar menos ram del Arduino.

4. ¿Cómo se relaciona la frecuencia de muestreo con la frecuencia máxima que puede ser procesada por un filtro digital?

La relación que existe entre la frecuencia de muestreo y la frecuencia máxima que se puede procesar por un filtro se debe o está involucrada directamente por el Teorema de Nyquist.

5. Explique el concepto de “fuga espectral” y como puede mitigarse mediante el uso de ventanas.

El término de ‘fuga espectral’ se utiliza cuando una señal no encaja del todo en un intervalo de análisis, ya que en una señal se pueden generar ruidos o perturbaciones, así que se recurre a utilizar ventanas de ponderación que es una técnica que nos permite suavizar estas señales (principalmente los bordes) y así evitar tener un espectro sucio o con malformaciones que afectan la calidad de la señal.

6. ¿cómo afecta el retardo de grupo a las aplicaciones en tiempo real y qué tipo de filtro minimiza este efecto?

Se produce un lag que se sufrirá cada que una frecuencia querrá pasar por un filtro, lo cual si se tienen varios valores con retraso la forma de la onda se distorsionaría.

7. ¿Qué problemas pueden surgir al implementar filtros digitales de alto orden en sistemas embebidos?

Al implementar los filtros de mayor orden nos daría un mayor uso de recursos en el micro, así como un mayor consumo de memoria ram y flash y finalmente pero no menos importante una pérdida de precisión.



## Evidencias del proceso

