



## Trabajo Práctico 2:-Fourier y ventanas

**Presentación:** El TP se debe presentar en formato pdf, donde figuren todas las señales requeridas o archivos fuente de cada función implementada. Los gráficos deben estar adecuadamente documentados con títulos, etiquetas en todos los ejes y referencias a cada señal visualizada. Preferentemente todo empaquetado en un ZIP/RAR.

**Plazo: 2 semanas**

### Ejercicios:

1- Implemente las funciones para generar las siguientes ventanas:

- **Triangular**

With non-zero end-points:

$$w(n) = \frac{2}{N+1} \cdot \left( \frac{N+1}{2} - \left| n - \frac{N-1}{2} \right| \right)$$

- **Hann**

$$w(n) = 0.5 \left( 1 - \cos \left( \frac{2\pi n}{N-1} \right) \right)$$

- Note that:

$$w_0(n) = 0.5 \left( 1 + \cos \left( \frac{2\pi n}{N-1} \right) \right)$$

- **Flat-top**

$$w(n) = a_0 - a_1 \cos \left( \frac{2\pi n}{N-1} \right) + a_2 \cos \left( \frac{4\pi n}{N-1} \right) - a_3 \cos \left( \frac{6\pi n}{N-1} \right) + a_4 \cos \left( \frac{8\pi n}{N-1} \right)$$

$$a_0 = 1; \quad a_1 = 1.93; \quad a_2 = 1.29; \quad a_3 = 0.388; \quad a_4 = 0.032$$

- **Blackman Harris**

$$w(n) = a_0 - a_1 \cos \left( \frac{2\pi n}{N-1} \right) + a_2 \cos \left( \frac{4\pi n}{N-1} \right) - a_3 \cos \left( \frac{6\pi n}{N-1} \right)$$

$$a_0 = 0.35875; \quad a_1 = 0.48829; \quad a_2 = 0.14128; \quad a_3 = 0.01168$$

Para cada caso grafique la correspondiente función  $w(n)$  y su espectro.



2- Genere una señal bitonal de las siguientes características:

- Comp 1: Amplitud unitaria, frecuencia  $N/4 \cdot \Delta f$ .
- Comp 2: Amplitud 40dB por debajo de Comp. 1, frecuencia  $(N/4+10)\Delta f$ .

Calcule el espectro y discuta las siguientes situaciones razonando los resultados obtenidos en cuanto a localización frecuencial y amplitud de las componentes. Es decir, cómo haría Ud. para medir los parámetros de la señal bitonal simulada si sólo contara con la información provista por el espectro. En caso de que lo hubiere, calcule el error en la medición de ambos parámetros.

- Calcule el espectro en la situación previamente descripta.
- Repita a) disminuyendo la amplitud de comp 2. ¿Cuál es la amplitud mínima que puede medirse sin considerar ninguna otra perturbación? ¿De qué depende poder medir comp 2?. Considere ahora que esta señal proviene de un ADC de 16 bits. Incorpore al análisis el correspondiente ruido de cuantización. ¿Cómo afecta esta situación la medición de Comp 2?
- Repita a) incrementando la frecuencia de la comp 1 en  $0,5 \Delta f$ . Aumente la amplitud de comp 2 hasta que se evidencie sobre el *leakage*.
- Evalúe nuevamente c) con otras desintonías, como por ejemplo  $\{0,01 \ 0,2\} \cdot \Delta f$ , correspondientes a una desintonía leve y moderada.
- Evalúe el efecto de enventanar con las ventanas implementadas en 1) para los puntos a)-d).
- Para cada caso evaluado en e), indique la separación mínima a que pueden estar ambas componentes de la señal bitonal.
- Suponga que ambas componentes se encuentran por debajo de la separación mínima calculada en f), explique qué estrategia podría adoptar para poder diferenciar ambas componentes.

3- Genere una señal amplitud unitaria y frecuencia  $N/4 \cdot \Delta f + f_r$ , siendo  $f_r$  una frecuencia aleatoria uniformemente distribuida entre  $\pm 2$  Hz. Realice 200 experimentos para estudiar los siguiente incisos:

- Calcule el error producido al medir la amplitud exclusivamente en la componente correspondiente a  $N/4 \cdot \Delta f$  para todas las frecuencias analizadas. ¿Cuál es la ventana más conveniente y por qué?
- Repita a) pero mida la energía comprendida entre  $N/4 \cdot \Delta f \pm 2$  Hz. Compare los resultados de ambas estrategias. ¿Cuál es el más conveniente? Discuta ventajas y desventajas de ambos métodos.



**Referencias:**

$f_s$ : frecuencia de muestreo

$N$ : cantidad de muestras

$\Delta f$ : Resolución espectral.