# Teoría de Sistemas y Señales

**Problemas Propuestos – Serie 9**

**<u>Descripción:</u>** Análisis Frecuencial de Señales en Tiempo Discreto usando DFT

**1.** Considere la señal en tiempo continuo

$$x_a(t) = e^{-A|t|} \qquad\qquad A > 0$$

cuyo espectro está dado por

$$X_a(F) = \frac{2A}{A^2 + (2pF)^2}$$

Determine el espectro de la señal muestreada $x(n) = x_a(nT)$, con una frecuencia $F_s = \frac{1}{T}$.

**2.** La señal $x(n)$ tiene un espectro como el representado en la Figura 1. Determine y grafique los espectros de las siguientes señales

**a.** $x_1(n) = x(n)\cos\left(\frac{p}{3}n\right)$

**b.** $x_2(n) = 2nx(n)$

**c.** $x_3(n) = x(n-2)$

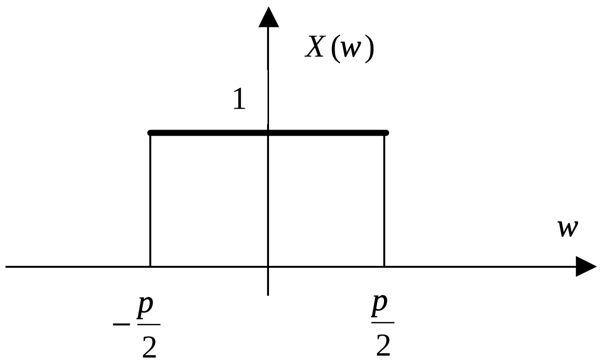


Figura 1: Espectro de la señal $x(n)$

**3.** Una señal de longitud finita $L$ está dada por

$$x(n) = \begin{cases} 1 & 0 \le n \le L-1 \\ 0 & \text{c.o.c.} \end{cases}$$

Determine la DFT con $N$ puntos de la señal, para $N \ge L$.

**4.** La señal exponencial

$$x_a(t) = \begin{cases} e^{-t} & t \ge 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

es muestreada con una frecuencia $F_s = 20$ muestras por segundo, y un bloque de 100 muestras es usado para estimar su espectro. Determine las características espectrales de la señal $x_a(t)$ computando la DFT de la secuencia de duración finita. Compare el espectro de la señal en tiempo discreto truncada con el espectro de la señal analógica.

**5.** Considere la secuencia periódica

$$x_p(n) = \cos\left(\frac{2p}{10} n\right) \qquad -\infty < n < \infty$$

con frecuencia $f = \frac{1}{10}$, y período fundamental $\mathrm{N} = 10$. Determine la DFT con 10 puntos de la secuencia $x(n) = x_p(n)$, para $0 \le n \le N-1$.

**6.** Compute la DFT con $N$ puntos de las siguientes señales.

**a.** $x(n) = d(n)$

**b.** $x(n) = d(n - n_0)$, con $0 \le n_0 \le N$

**c.** $x(n) = a^n$, con $0 \le n \le N-1$

**d.** $x(n) = \begin{cases} 1 & 0 \le n \le N/2 - 1 \\ 0 & N/2 \le n \le N-1 \end{cases}$, con $N$ par

**e.** $x(n) = \cos\left(\frac{2p}{N} k_0 n\right)$, con $0 \le n \le N-1$

**f.** $x(n) = sin\left(\frac{2p}{N} k_0 n\right)$, con $0 \le n \le N-1$

**7.** Considere el sistema de procesamiento de señal mostrado en Figura 2, donde

$$h(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^n m(n)$$

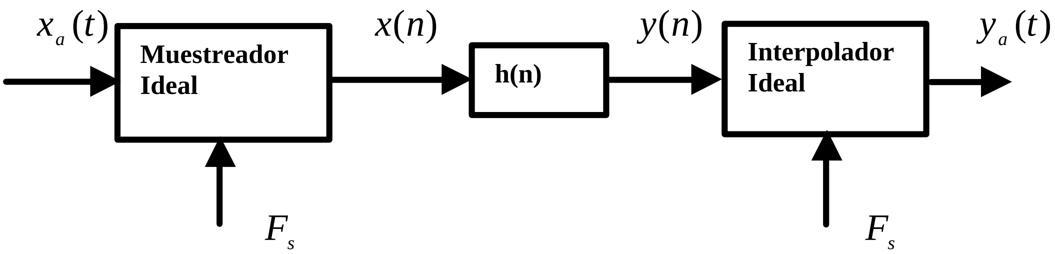


Figura 2: Sistema de procesamiento de señal

**a.** Calcule y grafique el espectro de las señales $x(n), y(n)$ e $y_a(t)$, si la señal analógica de entrada tiene un espectro como el representado en Figura 3, y es muestreada con una frecuencia $F_s = 2000$ Hz.

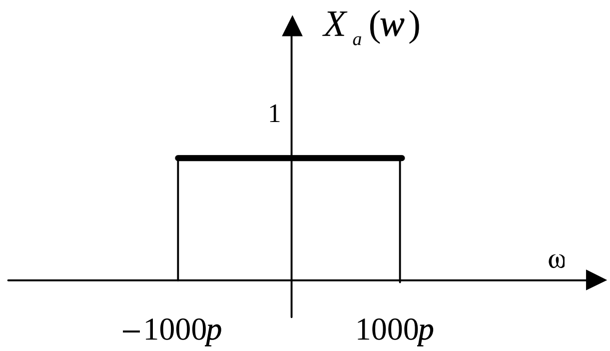


Figura 3: Espectro de la señal $x_a(t)$

**8.** Sea $x_a(t)$ una señal analógica con ancho de banda $B = 3$ KHz. Se quiere usar una DFT con $N = 2^m$ puntos, para computar el espectro de la señal con una resolución menor o igual que 50 Hz.

Determine:

**a.** La mínima frecuencia de muestreo.

**b.** El mínimo número de muestras requeridas

**c.** La mínima longitud de señal analógica que debe almacenarse.