

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

IEE239 - PROCESAMIENTO DE SEÑALES E IMÁGENES DIGITALES

Examen 1
(Segundo semestre 2014)

Indicaciones generales:

- Duración: 3 horas.
- No está permitido el uso de **calculadoras programables** ni material adicional.
- Está permitido el uso de tablas de transformadas.
- Indicar claramente el procedimiento seguido en cada pregunta.
- La presentación, la ortografía y la gramática influirán en la calificación.
- **La evaluación es estrictamente personal.**

Puntaje total: 20 puntos

Cuestionario:

Pregunta 1 (4 puntos)

Se cuenta con el sistema descrito en la Figura 1. La respuesta en frecuencia de la señal de entrada es mostrada en la Figura 2 y la respuesta en frecuencia del filtro discreto es mostrada en la Figura 3.

- a) Describir gráficamente el espectro de frecuencia para cada punto del sistema. Mostrar claramente su procedimiento.
- b) Determinar una expresión matemática simple que relacione $X(j\Omega)$ e $Y_c(j\Omega)$. Mostrar claramente su procedimiento.
- c) Determinar una expresión matemática simple que relacione $x[n]$ e $y_c[n]$. Mostrar claramente su procedimiento.

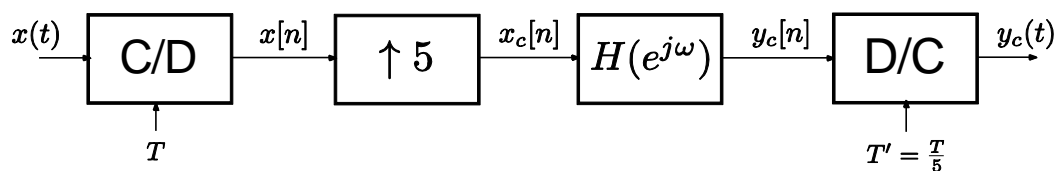


Figura 1. Sistema de procesamiento discreto de señales.

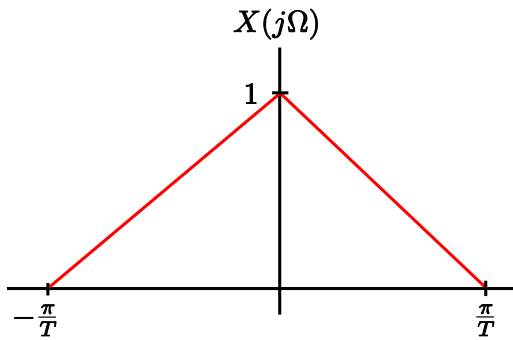


Figura 2. Señal de entrada

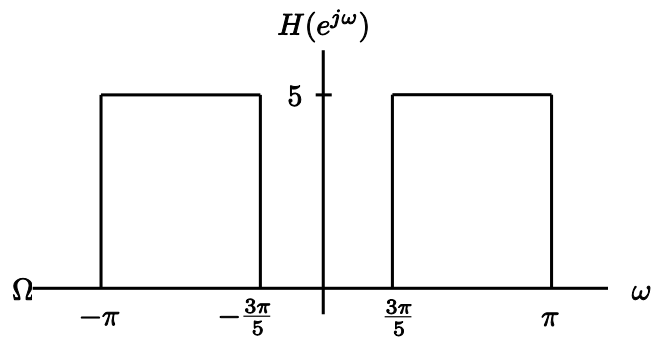


Figura 3. Filtro discreto

Pregunta 2 (4 puntos)

La distribución de polos y ceros de un sistema de interés es descrita en la Figura 4.

- Determinar la función de transferencia del sistema. Mostrar claramente su procedimiento. Expresar su respuesta usando fracciones parciales.
- Determinar las posibles regiones de convergencia del sistema y las respectivas respuestas al impulso del sistema. Mostrar claramente su procedimiento.
- Determinar la respuesta al escalón unitario del sistema asumiendo que es estable. Justificar claramente su respuesta.

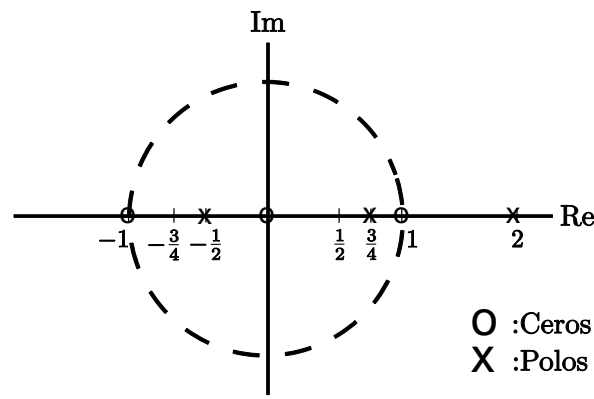


Figura 4. Diagrama de polos y ceros del sistema.

Pregunta 3 (4 puntos)

La respuesta al impulso de un sistema LTI es:

$$h[n] = \begin{cases} a^n, & 0 \leq n \leq 7 \\ 0, & \text{otros} \end{cases}$$

- Describir gráficamente una **estructura no-recursiva** del sistema.

b) Demostrar que la función de transferencia del sistema puede ser expresada como:

$$H(z) = \frac{1 - a^8 z^{-8}}{1 - a z^{-1}}, |z| > |a|.$$

- c) Describir gráficamente la estructura del sistema correspondiente a la función de transferencia de la pregunta b). Se trata de una implementación recursiva o no-recursiva?
- d) El sistema es FIR o IIR? Justificar claramente su respuesta.

Pregunta 4 (4 puntos)

Diseñar un filtro digital a partir del método de **invarianza del impulso** que cumpla con las siguientes condiciones:

- Amplitud en la banda de paso mayor o igual a -0.91 dB con $\omega_p = 0.25\pi$.
- Amplitud en la banda de rechazo menor o igual a -26 dB con $\omega_s = 0.87\pi$.
- Comportamiento monótono en la banda de paso y banda de rechazo.

** Asumir que no se presentan problemas de aliasing al aplicar el método de diseño.*

- Esbozar el comportamiento en frecuencia del filtro deseado. Señalar claramente sus características principales. Según la ubicación de las bandas, qué tipo de filtro es?
- Diseñar un filtro analógico $H_a(s)$ que cumpla con las condiciones del diseño. Expresar su función de transferencia como una suma de fracciones parciales.
- Describir gráficamente la ubicación de los polos y ceros de $H_a(s)$.
- Hallar la función de transferencia del filtro discreto $H(z)$. Expresarla como una suma de fracciones parciales.

Pregunta 5 (4 puntos)

Las señales $x_1[n]$ e $y_1[n]$ son la entrada y salida, respectivamente, de un sistema discreto LTI. $x_1[n]$ es descrita gráficamente en la Figura 5 e $y_1[n]$ es descrita gráficamente en la Figura 6.

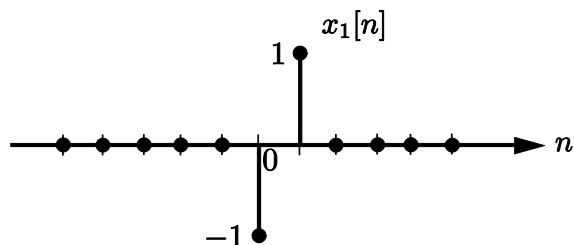


Figura 5. Señal de entrada $x_1[n]$

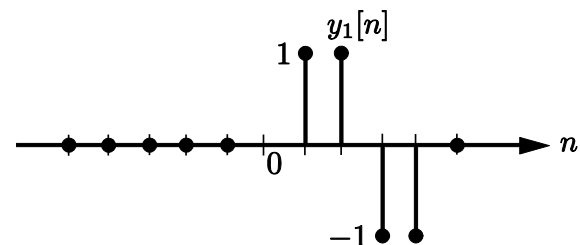


Figura 6. Respuesta a la entrada $x_1[n]$

- Determinar la respuesta del sistema a las señales de entrada descritas en la Figura 7. Justificar claramente su procedimiento.

- b) Asumiendo que el sistema también es causal, determinar su respuesta al impulso.
- c) Determinar la autocorrelación de la respuesta a la entrada $x_4[n]$ **a partir de la transformada Z**. Mostrar claramente su procedimiento.

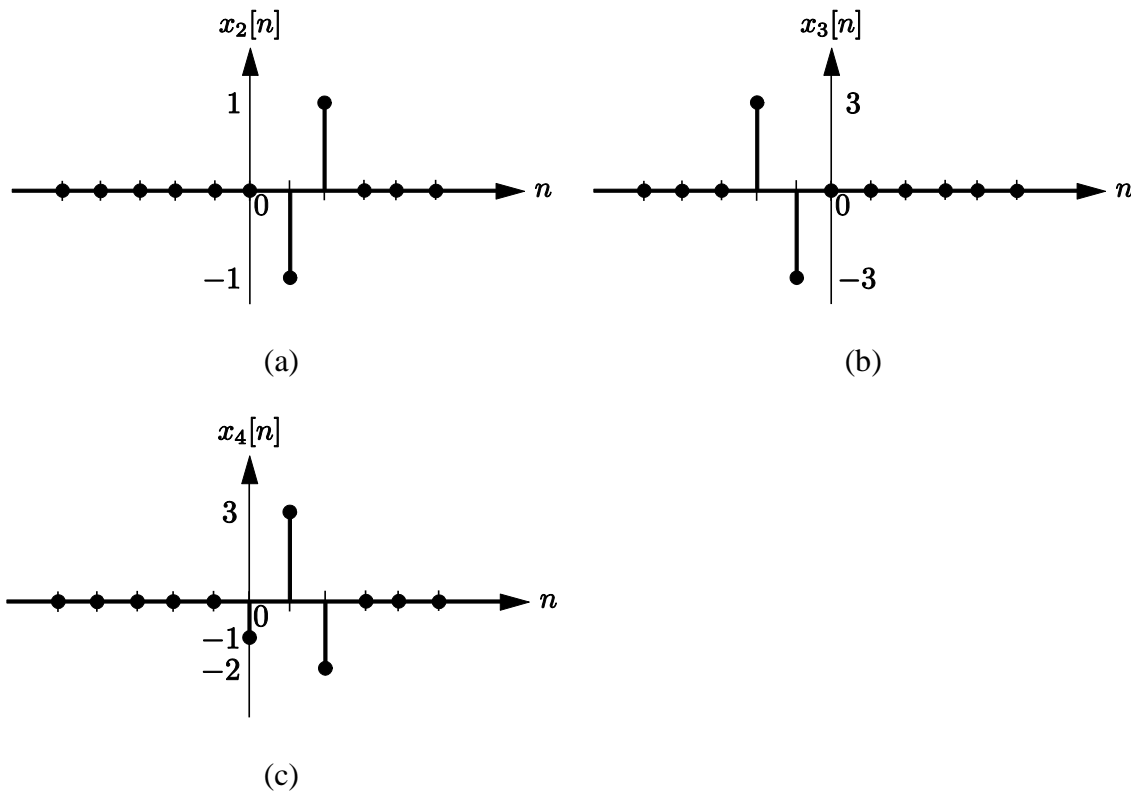


Figura 7. Señales discretas de entrada. (a) $x_2[n]$, (b) $x_3[n]$, (c) $x_4[n]$.

El profesor del curso.

San Miguel, 16 de octubre del 2014.