



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DEPARTAMENT DE TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS

Senyals i Sistemes II

Data d'examen: 22 de Gener de 2008

Data notes provisionals: 24 de Gener de 2008

Període d'al·legacions: 25 de Gener de 2008

Data notes revisades: 29 de Gener de 2008

Professors: G. Haro, J. Hernando, J.B. Mariño, E. Monte, P. Salembier.

Codi de la prova: **230 11485 60 0 00**

Temps: 1 h 30 min

- Poseu el vostre nom, el número de DNI i el número d'identificació de la prova al full de codificació de respostes, codificant-los amb les marques a les caselles corresponents.
- Totes les marques del full de respostes s'han de fer preferiblement amb bolígraf negre.
- Les preguntes poden tenir més d'una resposta correcta (tres com a màxim). Les respostes errònies resten punts. Utilitzeu la numeració de la dreta (opció d'anul·lar respostes).
- No podeu utilitzar llibres, apunts, taules, formularis, calculadores o telèfon mòbil.

1. Dados los sistemas siguientes:

$$T1: y[n] = x[n-1]$$

$$T2: y[n] = x[2n]$$

$$T3: y[n] = x[-n]$$

$$T4: y[n] = \sum_{k=-\infty}^n x[k]$$

¿Qué afirmaciones son correctas?:

1A: $T3\{T2\{x[n]\}\} = x[-2n-1]$

1B: $T4\{T2\{x[n]\}\} = \sum_{k=-\infty}^{2n} x[k]$

1C: Los 4 sistemas son lineales.

1D: $T4\{T3\{x[n]\}\} = T3\{T4\{x[n]\}\}$

2. Sea $y[n] = x[n-2] + x[-n+2]$, donde $x[n]$ es una señal real. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas?:

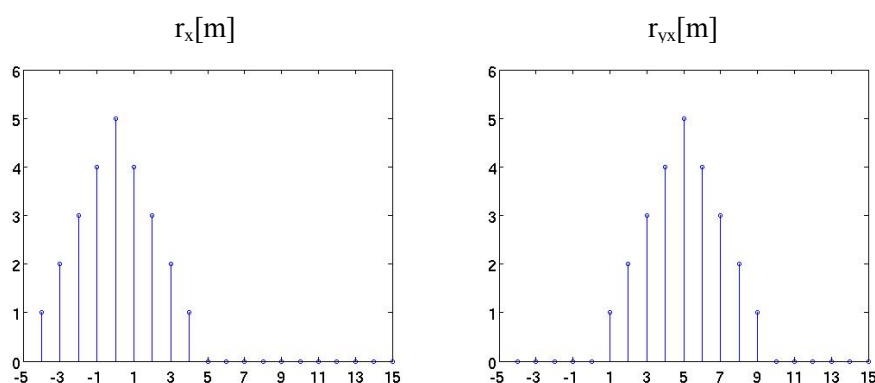
2A: $y[n]$ es par.

2B: El sistema $T\{\cdot\}$ tal que $y[n] = T\{x[n]\}$, es un sistema lineal e invariante.

2C: $Y(e^{j\omega}) = TF\{y[n]\}$ es hermítica.

2D: $Y(e^{j\omega}) = TF\{y[n]\} = Y_p(e^{j\omega}) e^{-j2\omega}$ donde $Y_p(e^{j\omega})$ es una función real y par.

3. Sea un sistema lineal e invariante tal que a una entrada $x[n]$ de energía finita responde con la salida $y[n]$. No tenemos acceso directamente a las señales sino a las correlaciones $r_x[m]$ y $r_{yx}[m]$ que se muestran en la figura.



Señale las afirmaciones correctas:

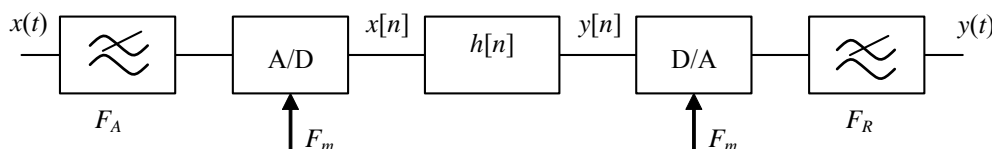
3A: La energía de $x[n]$ es 25.

3B: La respuesta impulsional del sistema puede ser $h[n] = \delta[n-5]$.

3C: $S_y(e^{j\omega}) = |X(e^{j\omega})|^2$.

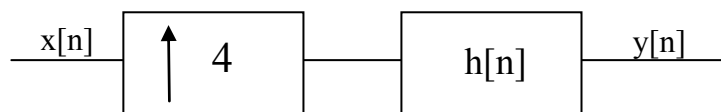
3D: Considerando también $r_{xy}[m]$: $S_{xy}(e^{j\omega}) = F\{r_{xy}[m]\} = S_x(e^{j\omega}) e^{-j5\omega}$.

4. Considerando el esquema de la siguiente figura con $F_m = 9$ kHz



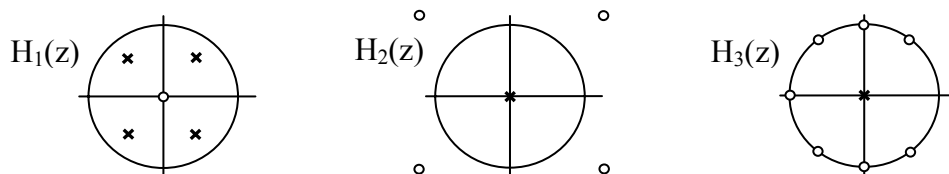
y suponiendo los filtros antialiasing y reconstructor filtros paso bajo ideales con frecuencias de corte $F_A = 4.5$ kHz y $F_R = 5.5$ kHz, indicar las afirmaciones correctas:

- 4A:** Si $h[n] = \delta[n]$ y $x(t)$ está compuesta por tonos a las frecuencias 2 kHz y 4 kHz, la salida está compuesta por tres tonos.
- 4B:** Si $h[n] = \delta[n] - 2 \cos(2\pi 4/9) \delta[n-1] + \delta[n-2]$ y la entrada $x(t)$ es un tono a 4 kHz, la salida $y(t)$ es nula.
- 4C:** Si $h[n] = \delta[n]$ y $x(t)$ es una onda cuadrada a 1 kHz (armónicos impares), la salida tiene tres componentes sinusoidales.
- 4D:** Si $h[n] = \delta[n]$ y $F_A = F_R = 4.5$ kHz, entonces $y(t) = x(t)$ para cualquier señal $x(t)$.
5. Señale las afirmaciones correctas:
- 5A:** $TF(n\delta[n-m]) = m e^{-j\omega m}$.
- 5B:** $TF(a^n u[n]) = TF(-a^n u[-n-1])$ para todo "a".
- 5C:** Sea $X[k]$ la DFT de una secuencia $x[n]$ cualquiera: se cumple que $x[0] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k]$.
- 5D:** Sea $X(e^{j\omega}) = \sin(L\omega/2) / \sin(\omega/2)$, con L impar. Se cumple que $X(e^{j\omega}) \odot X(e^{j\omega}) = X(e^{j\omega})$, donde \odot significa convolución periódica.
6. Una secuencia $x[n]$, que se ha obtenido al muestrear una señal paso bajo, tiene un ancho de banda $B_f = 0.4$. Esta secuencia es interpolada por 4 según el esquema de la figura para obtener la secuencia $y[n]$.



Indique las afirmaciones correctas:

- 6A:** Se obtiene una interpolación correcta si el filtro interpolador es un filtro paso bajo ideal con frecuencia de corte $f_c = 0.2$.
- 6B:** Si $x[n]$ es un proceso blanco y $h[n]$ es el interpolador ideal paso bajo, $y[n]$ también es blanco.
- 6C:** Si el filtro interpolador es un filtro paso bajo ideal con frecuencia de corte $0.1 < f_c < 0.15$, se obtiene una interpolación correcta.
- 6D:** El ancho de banda de $y[n]$ es también $B_f = 0.4$.
7. En la figura següent es mostren els diagrames de pols i zeros de tres sistemes lineals invariants, causals i estables:



on los zeros de $H_2(z)$ son los inversos de los polos de $H_1(z)$. Indicar quines afirmacions són certes:

- 7A:** El sistema amb funció de transferència $H(z) = H_1(z)/H_2(z)$ és inestable.
- 7B:** El sistema amb funció de transferència $H(z) = H_3(z)H_2(z)/H_1(z)$ és un sistema fase lineal.
- 7C:** El sistema amb funció de transferència $H(z) = H_2(z)z^{-4}H_2(1/z)$ és un sistema passa-tot.
- 7D:** El sistema amb funció de transferència $H(z) = H_1(z)z^{-4}H_2(1/z)$ és un sistema de fase mínima.
8. ¿Cuál o cuáles de las siguientes parejas de secuencia y ROC de la transformada z son correctas?

- 8A:** $x[n] = u[n+1]$ ROC: $|z| > 1$
- 8B:** $x[n] = 0.6^n u[n] + 0.5^n u[-n-1]$ ROC: $0.5 < |z| < 0.6$
- 8C:** $x[n] = \delta[n+1] + \delta[n-1]$ ROC: $0 < |z| < \infty$
- 8D:** $x[n] = a^n u[n] * a^n u[-n-1]$ con $a \neq 0$ ROC: \emptyset

9. Para diseñar un filtro interpolador paso bajo para una relación de interpolación $N=3$, se hace uso del enventanado de la respuesta impulsional del interpolador ideal mediante la ventana de Kaiser. El objetivo es interpolar una señal paso bajo con ancho de banda $B\omega$. La pulsación de corte ω_c del interpolador ideal y la anchura de su banda de transición $\Delta\omega$ han de ser:

9A: $\omega_c = \pi/3$ y $\Delta\omega = 2\pi/3 - 2 B\omega/3$

9B: $\omega_c = \pi/3$ y $\Delta\omega = \pi/3 - B\omega/3$

9C: $\omega_c = B\omega$ y $\Delta\omega = \pi/3 - 2 B\omega$

9D: $\omega_c = B\omega/3$ y $\Delta\omega = 2\pi/3 - B\omega/3$

10. Sigui $y[n] = x[n]*h[n]$, on $x[n]$ és un procés amb densitat espectral $S_x(e^{j\omega}) = \sigma_x^2$ i $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1]$. Podem afirmar:

10A: La mitjana del procés $y[n]$ és nul·la.

10B: La potencia del procés $y[n]$ és $P_y = 2\sigma_x^2$

10C: La correlació del procés $y[n]$ és $r_y[m] = \delta[m+1] + 2\delta[m] + \delta[m-1]$.

10D: $r_x[m] = \sigma_x^2 \delta[m]$.