....
nom i cognoms

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: 8 de Gener de 2009
Data notes provisionals: 19 de Gener de 2009
Període d'al.legacions: 22 de Gener de 2009
Data notes revisades: 27 de Gener de 2009

Professors: J. Hernando, J.B. Mariño, E. Monte, A. Oliveras, P. Salembier.

Codi de la prova: **230 11485 67 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 boligraf negre.
- Les preguntes poden tenir <u>més d'una</u> resposta correcta (tres com a màxim). Les respostes errònies <u>resten punts</u>. Utilitzeu la <u>numeració de la dreta</u> (opció d'anul·lar respostes).
- No podeu utilitzar llibres, apunts, taules, formularis, calculadores o telèfon mòbil.

---

1. En el diagrama de la Figura 1 la freqüència de mostratge és F_m=16 kHz i el filtre antialiasing té una freqüència de tall F_A = 4 kHz i el filtre reconstructor F_R = 8 kHz. F'_m serà la freqüència que correspongui en cada cas per tal de que el sistema funcioni en "temps real". Indiqueu les afirmacions correctes (suposar filtres analògics ideals):

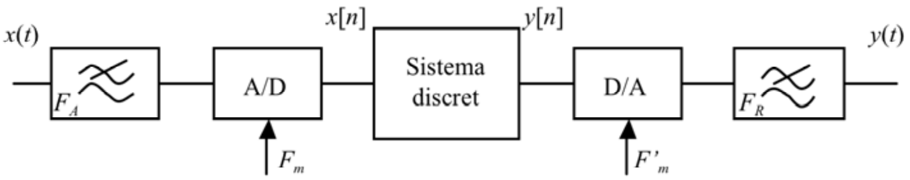


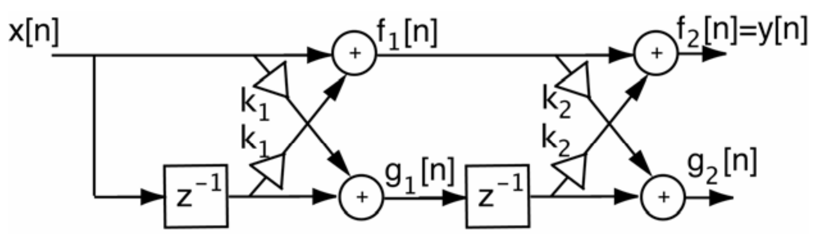
Figura 1

1A: Si x(t) és un senyal quadrat de freqüència fonamental 1 kHz, el sistema de temps discret és un promitjador de 5 mostres, llavors la sortida $y[n]$ és nul·la.

1B: Si $x[n]$ és una sinusoide de freqüència 3/32 i el sistema discret es un delmador per 2 llavors $y[n]$ és una sinusoide de freqüència 3/16.

1C: Si el sistema discret compleix la relació $y[n]$= $x[n]$ - $x[n\text{-}4]$ podem assegurar que la sortida y(t) mai tindrà component contínua amb independència de quina sigui x(t).

1D: Si x(t) és un senyal quadrat de freqüència fonamental 600Hz, el sistema de temps discret té com a resposta impulsional $h[n]=\left(\delta[n]-2\cos\left(2\pi \tfrac{3}{80}\right)\delta[n-1]+\delta[n-2]\right)*\left(\delta[n]-2\cos\left(2\pi \tfrac{3}{16}\right)\delta[n-1]+\delta[n-2]\right)$ llavors el senyal de sortida és una sinusoide de freqüència 1800 Hz.



2. Donada l'estructura de la figura on k_1 i k_2 són constants reals (suposar que les condicions inicials són nul·les), podem afirmar que:

2A: És un sistema lineal, invariant, causal i estable.

2B: La seva resposta impulsional és de duració finita.

2C: Per qualsevol valor de k_1 i k_2 el sistema és de fase mínima.

2D: La relació entre l'entrada x[n] i la sortida y[n], la podem determinar per les següents equacions:

$$f_1[n]=x[n]+k_1\, x[n-1]$$
$$g_1[n]=x[n-1]+k_1\, x[n]$$
$$y[n]=k_2\, g_1[n-1]+ f_1[n]$$

3. Si x[n] es un proceso estacionario con correlación $r_X[m]$, h[n] la respuesta impulsional de una el sistema lineal, invariante y estable, e y[n] la respuesta del sistema al proceso x[n], se puede afirmar que:

3A: y[n] y x[n] son incorrelados si la respuesta frecuencial del sistema presenta un cero en ω=0.

3B: La potencia del proceso de salida es $P_y = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} S_x(e^{j\omega})\left|H(e^{j\omega})\right|^2 d\omega$, donde $S_x(e^{j\omega})$ es la densidad espectral de potencia de x[n] y $H(e^{j\omega})$ la respuesta frecuencial del filtro.

3C: Si x[n] es un proceso blanco de media nula y el sistema es un filtro paso bajo ideal con frecuencia de corte ¼ y ganancia unidad, la potencia de y[n] es la mitad de la potencia de x[n].

3D: Si x[n] es un proceso blanco, y[n] también lo es.

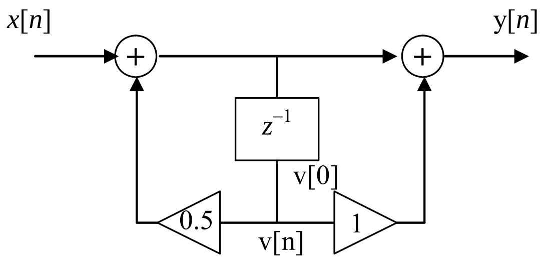
4. En esta pregunta, queremos diseñar un filtro interpolador para una relación de interpolación N=2. Señale las afirmaciones correctas:

4A: Podemos enventanar la respuesta de un filtro paso bajo ideal con frecuencia de corte de ½ con una ventana rectangular.

4B: Si utilizamos un diseño por enventanado con una ventana rectangular de longitud 20, la anchura de la banda de transición del filtro resultante es de Δf=0,1.

4C: Si utilizamos un diseño mediante transformada bilineal, la respuesta impulsional del filtro será de longitud finita.

4D: Si utilizamos un diseño mediante transformada bilineal, la pulsación de corte del prototipo analógico tiene que ser igual a Ω=1.



5. En la figura se muestra un sistema discreto con la condición inicial v[0]. Señale las afirmaciones correctas:

5A: Las ecuaciones de análisis del sistema en términos de la transformada z son las siguientes:

$$Y(z) = 1.5\ V(z) + X(z) + v[0]$$

$$V(z) = 0.5\ z^{-1}\ V(z) + z^{-1}\ X(z)$$

5B: Con v[0] = 0, la ROC de H(z) es |z| > 0.5 y la respuesta del sistema al impulso unidad es

$$T\left\{\delta[n]\right\} = h[n] = -2\ \delta[n] + 3\ (0.5)^n\ u[n]$$

5C: Con v[0] = -2, la respuesta del sistema al impulso unidad es T{δ[n]} = -2 δ[n].

5D: Con v[0] = 0, $T\{0.2^n\} = -4\ 0.2^n$.

6. Entre los siguientes, indique los pares de transformadas correctos:

6A: $TZ\left\{n\ u[n] = \sum_{i=1}^{\infty} u[n-i]\right\} = \frac{z^{-1}}{(1-z^{-1})^2} \qquad |z| > 1$

6B: $TZ\left\{0.5^{|n|}\right\} = \frac{1}{1-0.5z^{-1}} \qquad 0.5 < |z| < 2$

6C: $TZ\left\{a^{-2n}u[-n]\right\} = \frac{1}{1-a^2 z} \qquad |z| < 1/a^2$

6D: $TZ\left\{\sum_{i=0}^{\infty} \delta[n+iP]\right\} = \frac{1}{1-z^{-P}} \qquad |z| > 1$

7. Sea un filtro paso banda ideal de respuesta frecuencial $H_I(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1 & \omega_c - \frac{B_\omega}{2} \le |\omega| \le \omega_c + \frac{B_\omega}{2} \\ 0 & \text{Cualquier otro valor de } \omega \text{ entre } -\pi \text{ y } \pi \end{cases}$,

donde ω_c es la pulsación central de la banda de paso, y B_ω su ancho de banda. Este filtro ideal, se aproxima mediante enventanado de su respuesta impulsional, $h_I[n]$, con una ventana rectangular de L muestras $v_L[n] = \begin{cases} 1 & 0 \le n < L \\ 0 & \text{resto } n \end{cases}$ (L impar). Indique las respuestas correctas:

7A: La respuesta impulsional del filtro paso banda ideal es $h_I[n] = \dfrac{\sin\left(\frac{B_\omega n}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\pi n}{2}\right)} \cos\left(\omega_c n\right)$.

7B: El filtro de respuesta impulsional $h[n] = h_I[n] v_L[n]$ tiene ganancia L a $\omega = \omega_c$.

7C: El filtro de respuesta impulsional $h[n] = h_I[n-(L-1)/2] v_L[n]$ tiene una fase lineal con retardo $(L-1)/2$ muestras.

7D: El uso de una ventana de triangular de longitud doble de la rectangular dará lugar a la misma anchura de la banda de transición.

8. Considere un sistema de multiplexado/demultiplexado de 3 canales por división en frecuencia mediante interpolación y diezmado de señales digitales. Las señales originales analógicas son paso bajo y se desplazan en la señal multiplexada a 0 kHz, 3 kHz y 6 kHz, respectivamente. Determine las afirmaciones correctas:

8A: Si las señales a multiplexar se han muestreado a 6 kHz, la frecuencia de muestreo para la conversión D/A que permite obtener la señal analógica con los canales multiplexados es 18 kHz.

8B: Si las señales analógicas demultiplexadas se han obtenido con una frecuencia de muestreo para la conversión D/A de 18 kHz, la señal a demultiplexar se ha muestreado a 6 kHz.

8C: El filtro ideal para el diseño de los filtros por enventanado tiene una frecuencia de corte de $f_c = 0.25$.

8D: Si se considera una buena interpolación aquella en que los alias de la señal a interpolar quedan por debajo de ésta al menos en 30 dB y la frecuencia máxima de las señales a multiplexar es 0.1, la atenuación del filtro del canal paso-bajo deberá ser superior a este valor por encima de $f = 0.3$.

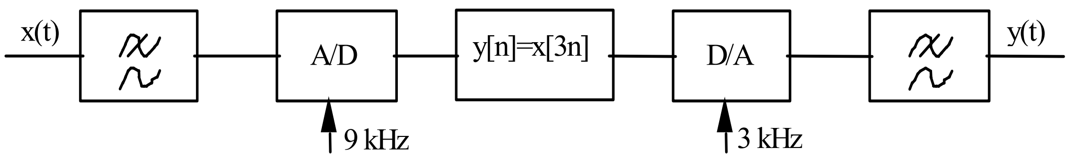
9. Sea $x[n] = A \sin(2\pi f_0 n)$. Indique las respuestas correctas

9A: $y[n] = x[n]u[n]$ tiene una potencia $P_y = \dfrac{A^2}{2}$.

9B: $r_{xx}[n] = \dfrac{A^2}{2} \sin\left(2\pi f_0 n\right)$.

9C: La secuencia resultante de la DFT_2 $\{x[n]\}$ es $X[k] = \{ \underline{A \sin(2\pi f_0)}, -A \sin(2\pi f_0) \}$.

9D: Si enventanamos $x[n]$ con $v[n] = \{1,1,\underline{1},1,1\}$ la transformada de Fourier de $x[n]v[n]$ tendrá simetría impar y será imaginaria.



10. En el sistema de la figura x(t) es una sinusoide de frecuencia F y los filtros anti-aliasing y reconstructor son filtros ideales con frecuencias de corte 4.5 kHz y 1.5 kHz, respectivamente:

10A: Si F= 1 kHz, y(t) es una sinouside de 1 kHz.
10B: Si F= 2 kHz, y(t) es una sinouside de 1 kHz.
10C: Si F= 3 kHz, y(t) es una sinouside de 1 kHz.
10D: Si F= 4 kHz, y(t) es una sinouside de 1 kHz.