Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
DEPARTAMENT DE TEORIA DEL SENYAL I COMUNICACIONS

Senyal i Sistemes II
17 de Gener de 2007 **Final T06**
Data notes provisionals: 24 de Gener
Període d'al.legacions: 24 a 26 de Gener
Data notes revisades: 30 de Gener

Professors: J.R. Casas, J. Hernando, J.B. Mariño, E. Monte, P. Salembier.

Informacions addicionals:

- Durada de la prova: **1h 45 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 en llapis (B, HB preferiblement)
- 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.

Número d'identificació de la prova: **230 11485 54 0 00**

1. Indicar las afirmaciones correctas:

1A: Una secuencia periódica de $f = 8/36$ describe un solo ciclo en un periodo de 9 muestras

1B: Si $x[n] = A\cos(\omega_0 n+\phi)$, entonces $y[n] = (-1)^n \cdot x[n] = A\cos[(\omega_0-\pi)n+\phi]$

1C: Al muestrear un tono de 12 kHz con frecuencia de muestreo de 16 kHz y sin filtro antialiasing, resulta una señal discreta periódica de periodo 4 muestras

1D: El criterio de Nyquist establece que, para una señal paso-banda, el muestreo sin aliasing sólo es posible cuando la frecuencia de muestreo es mayor que el doble de la frecuencia máxima de la señal

2. Considere los tres sistemas definidos por la siguientes relaciones de entrada y salida:

$$S_1\{x[n]\} = x[M-n], \quad S_2\{x[n]\} = \sum_{r=-\infty}^{\infty} x[n+rP], \quad S_3\{x[n]\} = x[n-1] + x[n+1]$$

indique las afirmaciones correctas

2A: El sistema S_2 es estable y no causal

2B: $S_1\{S_2\{S_3\{x[n]\}\}\} = \sum_{r=-\infty}^{\infty} \left(x[M-n+rP-1] + x[M-n+rP+1]\right)$

2C: La concatenación en cascada de los tres sistemas siempre genera una señal periódica (independientemente del orden de los sistemas)

2D: La respuesta impulsional de S_1 es $h[n] = \delta[M-n]$

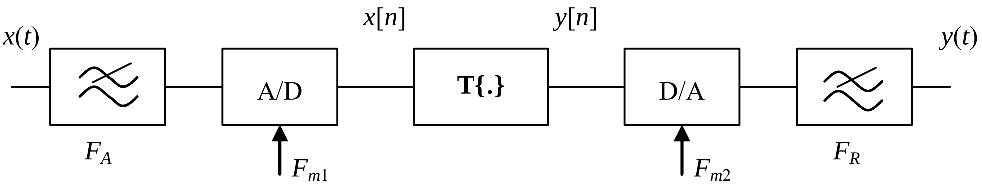

Figura 1

3. En el esquema de la Figura 1 suponemos $F_{m1} = F_{m2} = 8$ kHz, T{ } es el sistema $h[n] = \delta[n]-\delta[n-4]$, los filtros antialiasing y reconstructor son ideales con frecuencia $F_A = F_R = 3{,}9$ kHz y $x(t)$ es una señal periódica con frecuencia fundamental F_0 ($\neq 0$) y todos sus armónicos diferentes de cero. Indicar las afirmaciones correctas:

3A: La respuesta frecuencial del filtro $h[n]$ se anula para $\omega=\pi/4$ y $\omega=3\pi/4$

3B: Si $F_0 = 2$ kHz, $y(t)$ es igual a cero

3C: Si $F_0 = 3$ kHz, $y(t)$ es una señal sinusoidal

3D: Si $F_0 = 1$ kHz, $y(t)$ es una señal de energía finita

4. Considerando **ventanas de igual longitud**, señale las afirmaciones correctas:

4A: La ventana rectangular presenta mejor resolución frecuencial que la de Hamming

4B: La ventana de Hamming presenta mejor sensibilidad que la rectangular

4C: Los filtros diseñados con una ventana de Hamming presentan una banda de transición menos ancha que los diseñados con una ventana rectangular

4D: Los filtros diseñados con una ventana rectangular presentan un rizado en bandas de paso y atenuadas de menor amplitud que los diseñados con una ventana Hamming

5. Una señal periódica $x[n]$ de periodo fundamental $x_o[n]=\begin{cases} x[n] & 0\le n<P \\ 0 & \text{otro } n \end{cases}$ se enventana con una ventana $v[n]$ de L muestras: $x_L[n]=x[n]v[n]$. Si $V(e^{j\omega})$ y $X_L(e^{j\omega})$ son, respectivamente, las transformadas de Fourier de $v[n]$ y $x_L[n]$, y $X_o(e^{j\omega})$ y $X_o[k]$ son la transformada de Fourier y la DFT de P muestras de $x_o[n]$, indique las expresiones correctas:

5A: $X(e^{j\omega})=\dfrac{2\pi}{P}\sum_{k=0}^{P-1}X_o[k]\delta(\omega-\dfrac{2\pi}{P}k)$

5B: $x[n]=\dfrac{1}{P}\sum_{k=0}^{P-1}X_o[k]e^{j\frac{2\pi}{P}kn}$

5C: $X_L(e^{j\omega})=\dfrac{2\pi}{P}\sum_{r=-\infty}^{\infty}\sum_{k=0}^{P-1}X_o[k]\delta(\omega-\dfrac{2\pi}{P}k-2\pi r)$

5D: $X_L(e^{j\omega})=\dfrac{1}{P}\sum_{k=0}^{P-1}X_o[k]V(e^{j(\omega-\frac{2\pi}{P}k)})$

6. Una señal que contiene dos tonos de frecuencias $f_0=¼$ y f_1 y amplitudes respectivas $A_0=2$ y A_1, se enventana con una ventana rectangular de $L=30$ muestras. Seleccione las respuestas correctas:

6A: Si $f_1=3/10$ y $A_1=1/9$, al calcular el módulo de la transformada de Fourier podremos distinguir con claridad dos tonos

6B: Si $f_1=7/20$ y $A_1=2$, al calcular el módulo de la transformada de Fourier mediremos que el tono a f_1 tendrá una amplitud de 30 aproximadamente

6C: La posición del máximo del primer lóbulo secundario de la ventana rectangular ocurre en $\omega_s=4\pi/L$

6D: La amplitud del máximo del primer lóbulo secundario de la ventana rectangular es de aproximadamente $A_s=2L/3\pi$

7. Un filtro paso banda ideal de respuesta frecuencial $H_{id}(e^{j\omega})=\begin{cases} 1 & \omega_c-\dfrac{B_\omega}{2}\le|\omega|\le\omega_c+\dfrac{B_\omega}{2} \\ 0 & \text{resto } \omega \end{cases}$ se aproxima mediante enventanado de su respuesta impulsional, $h_{id}[n]$, 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 $h_{id}[n]=\dfrac{2}{\pi n}\sin\left(\dfrac{B_\omega n}{2}\right)\cos(\omega_c n)$

7B: El filtro de respuesta impulsional $h[n]=h_{id}[n]v_L[n]$ es de fase lineal

7C: El filtro de respuesta impulsional $h[n]=h_{id}[n-(L-1)/2]v_L[n]$ es causal y de fase lineal

7D: El filtro de respuesta impulsional $h[n]=h_{id}[n]v_L[n]$ presenta bandas de transición más estrechas que $h[n]=h_{id}[n]v_{2L}[n]$, con $v_{2L}[n]=v_L[n]+v_L[n-L]$

8. Indicar las afirmaciones correctas sobre la contribución de un polo, $z=pe^{j\omega_0}$ $(0\le p<1)$, de la función de transferencia de un sistema al módulo de la respuesta frecuencial, $M(\omega)$, en ω_0:

8A: La contribución del polo a $M(\omega)$ en $\omega=\omega_0$ es proporcional $(1-p)^{-1}$

8B: El ancho de banda a 3dB de la resonancia en $M(\omega)$ en $\omega=\omega_0$ debida a la presencia del polo será mayor para $p\approx 1$ que para $p<<1$

8C: Si el sistema presenta un cero en $z=ce^{j\omega_0}$ con $0\le c<<p$, el comportamiento de la respuesta frecuencial en el entorno de ω_0 estará dominada por la contribución del cero

8D: Si el sistema presenta un cero de multiplicidad impar en $z=e^{j\omega_0}$, se generará un salto de fase π en la respuesta frecuencial para $\omega=\omega_0$ aunque $p\approx 1$

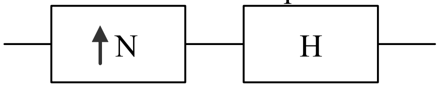

Figura 2

9. En el diagrama de la Figura 1 se muestra un sistema discreto T{} que trabaja en un entorno analógico **en tiempo real**, donde los filtros antialiasing y reconstructor son ideales y cumplen la condición de Nyquist. La frecuencia de muestreo del conversor A/D es 8 kHz, el sistema es el que se muestra en la Figura 2 y la frecuencia F_{m2} es la **adecuada**. H es un filtro interpolador paso bajo de ganancia N en la banda de paso y con frecuencias límite de la banda de paso y atenuada $f_p = 0.15$ y $f_a = 0.20$, respectivamente. Si consideramos interpolación correcta cuando la señal deseada queda incluida en la banda de paso **y** las réplicas a eliminar incluidas en la banda eliminada, indicar las respuestas correctas entre las siguientes:

9A: Si $N = 2$, el sistema reproduce en la salida $y(t)$ correctamente cualquier señal sinusoidal $x(t)$ cuya frecuencia no exceda 2.4 kHz

9B: Si $N = 3$, el sistema reproduce en la salida $y(t)$ correctamente cualquier señal sinusoidal $x(t)$ cuya frecuencia no exceda 3.2 kHz

9C: Si $N = 2$, el sistema reproduce en la salida $y(t)$ correctamente cualquier señal sinusoidal $x(t)$ cuya frecuencia no exceda 3.6 kHz

9D: Si $N = 3$, el sistema reproduce en la salida $y(t)$ correctamente cualquier señal sinusoidal $x(t)$ cuya frecuencia no exceda 3.6 kHz

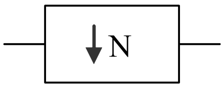

Figura 3

10. En el diagrama de la Figura 1 se muestra un sistema discreto T{} que trabaja en un entorno analógico **en tiempo real**, donde los filtros antialiasing y reconstructor son ideales y cumplen la condición de Nyquist. Si la frecuencia de muestreo del conversor A/D es 8 kHz, el sistema es el diezmador que se muestra en la Figura 3 y la frecuencia F_{m2} es la **adecuada**, indicar las respuestas correctas entre las siguientes:

10A: Si $N = 2$ y $x(t)$ es una sinusoide de frecuencia 1 kHz, $y(t)$ es una sinusoide de frecuencia 3 kHz

10B: Si $N = 2$ y $x(t)$ es una sinusoide de frecuencia 3 kHz, $y(t)$ es una combinación de dos sinusoides de frecuencias 1 y 3 kHz

10C: Si $N = 2$ y $x(t)$ es una sinusoide de frecuencia 3 kHz, $y(t)$ es una sinusoide de frecuencia 1 kHz

10D: Si $N = 3$ y $x(t)$ es una sinusoide de frecuencia 3 kHz, $y(t)$ es una sinusoide de frecuencia 1/3 kHz

SOLUCIONS
Pregunta 1: BC
Pregunta 2: BC
Pregunta 3: BC
Pregunta 4: AB
Pregunta 5: BD
Pregunta 6: BD
Pregunta 7: AC
Pregunta 8: AD
Pregunta 9: AB
Pregunta 10: CD