

Apellidos Nombre

Examen TDS

13 enero 2014

Problema 1 (1 punto)

Tenemos un sistema con respuesta al impulso $h[n]=u[n]-u[n-N]$. Si la entrada viene dada por $x[n]=a^n u[n]$, con $|a|<1$:

- Represente gráficamente el proceso de obtención de la señal de salida como convolución de ambas señales
- Expresé en pseudocódigo cómo programaría dicha operación de convolución
- Calcule analíticamente la salida $y[n]$

Problema 2 (1 punto)

Tenemos un filtro discreto paso bajo ideal $H_{lp}(e^{j\omega})$ que toma valor unidad para $|\omega| < \omega_c$ y cero en el resto. Se pide:

- Calcule la expresión de $h_{lp}[n]$, dibújela y describa sus características como respuesta impulsiva
- Si tenemos un filtro paso alto $H_{hp}(e^{j\omega})$ con idéntica frecuencia de corte ω_c pero tomando valores en la banda de paso $e^{-j\omega M}$, exprese la respuesta impulsiva del filtro paso alto haciendo uso de la del paso bajo del apartado anterior

Problema 3 (2 puntos)

Tenemos una señal analógica $x_c(t)$ en banda base de frecuencia máxima f_N que se muestrea a la frecuencia de Nyquist $f_s=1/T$, obteniendo la señal $x[n]$. Para obtener una nueva representación discreta $x'[n]$ de $x_c(t)$ donde $T'=4T/3$ (sin pasar por el dominio analógico), se proponen cuatro alternativas:

- Interpolar por 3 y diezmar por 4 (en este orden)
- Diezmar por 4 e interpolar por 3 (en este orden)
- Interpolar por 4 y diezmar por 3 (en este orden)
- Diezmar por 3 e interpolar por 4 (en este orden)

(en todos los casos, diezmar incluye prefiltrado paso bajo, e interpolar incluye postfiltrado paso bajo)

Se pide:

- Justifique razonada y gráficamente cual de las cuatro alternativas consigue el objetivo perseguido, describiendo el resultado obtenido (sea este deseado o no) en cada uno de los cuatro casos.
- Para la solución elegida en el apartado (a), ¿es posible recuperar la señal continua original $x_c(t)$ a partir de $x'[n]$? Justifique razonada y gráficamente su respuesta.

Problema 4 (2 puntos)

Un sistema es causal y estable si tiene todos sus polos dentro de la circunferencia unidad. Para que su sistema inverso también sea causal y estable, todos los ceros deben ser también interiores a la circunferencia unidad. Dichos sistemas, con polos y ceros interiores a la circunferencia unidad, se conocen como de fase mínima.

Se puede demostrar que todo sistema $H(z)$ se puede descomponer en una componente de fase mínima $H_{\min}(z)$ y una componente paso todo (*all pass*) $H_{\text{ap}}(z)$, de forma que $H(z) = H_{\min}(z)H_{\text{ap}}(z)$, ya que el efecto sobre el módulo de la respuesta en frecuencia de un polo (o cero) en z se compensa con un cero (o polo) en $1/z^*$. Podemos aprovechar esta propiedad para compensar el efecto sobre la respuesta en amplitud de un filtro real que no sea de fase mínima, compensando (invirtiendo) únicamente la componente de fase mínima del mismo.

De este modo, si tenemos un filtro distorsionante dado por:

$$H_d(z) = (1 + 0.6z^{-1})(1 - 1.25 e^{j0.6\pi} z^{-1})(1 - 1.25 e^{-j0.6\pi} z^{-1})$$

- Determine el diagrama de polos y ceros de $H_d(z)$
- Determine el diagrama de polos y ceros de $H_{d,\min}(z)$ y $H_{d,\text{ap}}(z)$
- Calcule el filtro de compensación $H_c(z)$ de la respuesta en frecuencia de $H_d(z)$ y represente su diagrama de polos y ceros
- Proponga una estructura de cálculo para el mismo determinando el valor de los coeficientes involucrados

Problema 5 (2 puntos)

Para realizar un filtrado paso bajo de señales de voz muestreadas a 8 kHz, usaremos un filtro IIR diseñado mediante transformación bilineal usando la aproximación de Butterworth. Necesitamos que la atenuación sea al menos de 10 dB a partir de 1590 Hz, llegando la banda de paso hasta 1180 Hz. Se pide:

- Calcule la $H(z)$ del filtro
- Proponga una estructura de cálculo para el mismo

Problema 6 (2 puntos)

Para realizar estimación espectral mediante DFT sobre una señal de audio compuesta por dos tonos puros de 2850 Hz y 2875 Hz respectivamente, muestreamos dicha señal a 48 kHz:

- Determine los posibles valores del número de puntos de la DFT si deseamos disponer exactamente de una barra espectral en cada una de estas dos frecuencias
- Si para realizar la estimación espectral tomamos ventanas de datos consecutivas tipo Hanning (ancho de lóbulo principal $8\pi/M$) del mismo número de puntos M de la DFT calculado en el apartado (a), ¿podemos diferenciar claramente en el espectro esos dos tonos? Razone y esboze gráficamente su respuesta.