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 $|a|<1$:

a) Represente gráficamente el proceso de obtención de la señal de salida como convolución de ambas señales
b) Exprese en seudocódigo cómo programaría dicha operación de convolución
c) 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:

a) Calcule la expresión de $h_{lp}[n]$, dibújela y describa sus características como respuesta impulsiva
b) Si tenemos un filtro paso alto $H_{hp}(e^{j\omega})$ con idéntica frecuencia de corte $\omega_c$ 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:

1. Interpolar por 3 y diezmar por 4 (en este orden)
2. Diezmar por 4 e interpolar por 3 (en este orden)
3. Interpolar por 4 y diezmar por 3 (en este orden)
4. 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:

**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*) $H_{ap}(z)$, de forma que $H(z) = H_{min}(z)H_{ap}(z)$, 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:

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

(a) Determine el diagrama de polos y ceros de $H_d(z)$
(b) Determine el diagrama de polos y ceros de $H_{d\_min}(z)$ y $H_{d\_ap}(z)$
(c) 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
(d) 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:

a) Calcule la H(z) del filtro
b) 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:

a) Determine los posibles valores del número de puntos de la DFT si deseamos