IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales
Laboratorio 01 - Guía

Lunes, 5 de setiembre del 2016

Horario: 07M1.
Duración: 2 horas 30 minutos.
Está terminantemente prohibido el uso de material adicional.
La evaluación es **estrictamente** personal.
Está terminantemente prohibido copiar código externo (ejemplos de clase, material en línea, etc.).

---

1) *(3 puntos)* Dado el diagrama de bloques de la Figura 1,

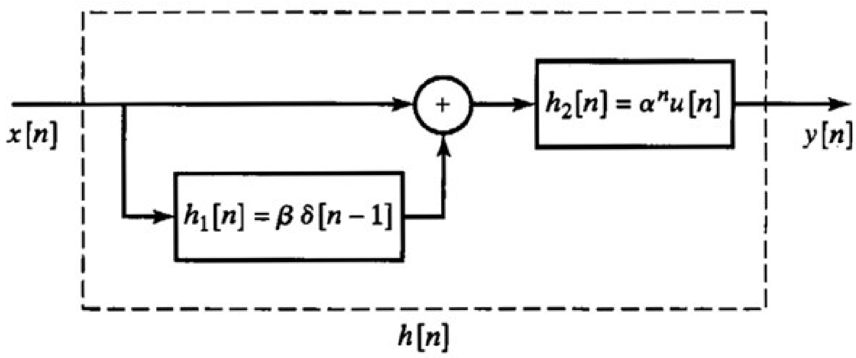

Figura 1

a. Encontrar teóricamente la respuesta al impulso $h[n]$ de todo el sistema e incluirla en los comentarios. Posteriormente, graficarla usando la función **impz()** considerando las primeras 200 muestras de la señal y tomando $\alpha = 1/2$ y $\beta = 3/2$. ¿Es el sistema BIBO estable? Justificar claramente su respuesta.

b. A partir de lo obtenido en la **parte a**, aplicar la definición de la transformada Z para calcular la función de transferencia $H(z)$ de manera teórica, considerando $\alpha = 1/2$ y $\beta = 3/2$. Incluir la respuesta en los comentarios. Usar el comando **zplane()** para graficar el diagrama de polos y ceros. Además, señalar las posibles regiones de convergencia.

c. Especificar la ecuación de diferencias correspondiente al sistema mostrado. Incluir el procedimiento en los comentarios. En base a esto, ¿el sistema es causal?

2) *(4 puntos)* Dado el sistema descrito en 2, para $\alpha = -0{,}8, \beta = -1{,}5, \gamma = -0{,}9$:

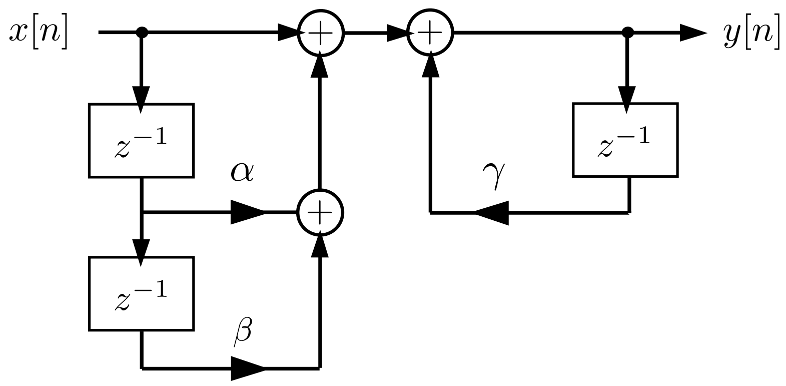

Figura 2

a. Hallar la ecuación de diferencias que caracteriza al sistema y su correspondiente función de transferencia $H(z)$. Incluir su respuesta en los comentarios.

b. Asumiendo sistema inicialmente en reposo, determinar las primeras 250 muestras de la respuesta al impulso ($n \in \{0; 249\}$) del sistema $h[n]$. Usar **impz()**. Luego, generar una rutina que determine si se trata de un sistema BIBO estable a partir del siguiente procedimiento:

   I. Determinar las primeras $\{100, 250, 500, 1000\}$ muestras de $h[n]$.
   II. Calcular $\sum_{n=-\infty}^{\infty} |h[n]|$ para cada duración y analizar si se converge a un valor finito. Usar **sum()**.
   III. Finalmente, analizar si los elementos de $h[n]$ convergen a 0 (serie decreciente) verificando si la secuencia de 1000 elementos obtiene valores menor a 10^{-6}.

   A partir de lo observado, ¿se podría concluir que se trata de un sistema BIBO estable? Justificar claramente su respuesta.

c. Generar la función $u[n]$ para $n \in \{-199; 200\}$ y la respuesta del sistema a dicha entrada. Usar **filter()**. Describir gráficamente ambas secuencias y demostrar que para la señal de entrada acotada se obtiene una señal de salida acotada.

d. Reemplazar el sistema anterior por el siguiente expresado en su forma recursiva:

$$y[n] = y[n-1] + \frac{1}{10}(x[n] - x[n-10]).$$

   Hallar la expresión no recursiva que caracteriza al sistema y su función de transferencia $H_2(z)$. Incluir su respuesta en los comentarios. Se trata de un sistema FIR o IIR? Justificar claramente su respuesta.

e. Hallar y describir gráficamente las primeras 100 muestras de la respuesta al impulso del sistema. De lo observado, ¿se trata de un Sistema BIBO estable? Justificar claramente su respuesta.

f. Hallar el diagrama de polos y ceros del sistema. Usar **zplane()**. A partir de la ubicación de sus polos y asumiendo sistema causal, ¿es BIBO estable? Justificar claramente su respuesta.

g. Hallar la respuesta a $u[n]$ (secuencia creada anteriormente) a partir de la sumatoria de convolución. Usar **conv(..., 'full')**. ¿A qué se deben las dos pendientes al inicio y al final de la señal resultante? De lo observado, ¿se trata de un sistema BIBO estable? Justificar claramente su respuesta.

3) *(3 puntos)* El sistema discreto LTI H está formado por la interconexión de tres sistemas discretos LTI H_1, H_2, y H_3 como se muestra en la Figura 3

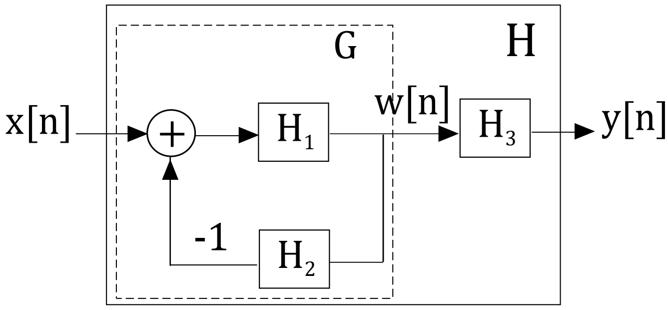

Figura 3

Las funciones de transferencia $H_1(z)$, $H_2(z)$, y $H_3(z)$ están dadas por

$$H_1(z) = \frac{1}{1 - \frac{1}{\sqrt{2}} z^{-1}} \tag{1}$$

$$H_2(z) = \frac{1}{1 + \frac{1}{\sqrt{2}} z^{-1}} \tag{2}$$

$$H_3(z) = \frac{1}{1 - 3z^{-1}} \tag{3}$$

a. Determinar la función de transferencia del sub-bloque G. Calcular sus ceros y polos utilizando la función **zplane()**. Asumiendo BIBO estabilidad ¿Es G causal, anticausal, bilateral? Justificar. Calcular la respuesta al impulso con la función **impz()**. Si la secuencia de entrada es $x[n] = (0{,}6)^n u[n]$ con $n \in \{0; 39\}$, graficar la secuencia $w[n]$ utilizando la función **filter()**.

b. Determinar la función de transferencia $H(z)$. Calcular sus ceros y polos utilizando la función **zplane()**. Asumiendo BIBO estabilidad ¿Es el sistema H causal, anticausal, bilateral? Justificar. Calcular la respuesta al impulso con la función **impz()**. Calcular y graficar la secuencia de salida $y[n]$ utilizando la función **filter()**. ¿Qué se puede comentar respecto de los resultados obtenidos a la salida del sistema y respecto a la BIBO estabilidad?

c. Repetir los cálculos analíticamente de las respuestas al impulso para el sub-bloque G y para H_3 asumiendo BIBO estabilidad. Incluir los resultados en los comentarios. Graficar las mencionadas respuestas para $n \in \{-20; 19\}$. Calcular $w[n]$ utilizando la función **conv()** y la bandera **same** habilitada (para mantener la longitud de la secuencia original $x[n]$). Graficar $w[n]$ con $n \in \{-20; 19\}$. Calcular y graficar $y[n]$ a partir de $w[n]$ y $h_3[n]$ utilizando la función **conv()** y la bandera **same**. Gaficar $y[n]$ con $n \in \{-20; 19\}$. Comentar acerca de la BIBO estabilidad observada en la salida.