

SEÑALES Y SISTEMAS

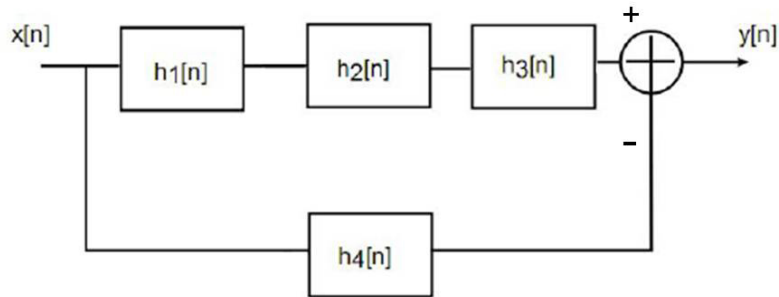
Segundo Parcial (Mod.2)

Grado en Ingeniería Multimedia.

Fecha: 21 de diciembre de 2018

Duración: 1:00 h

Problema 1 (5 PUNTOS) Dado el sistema LTI de la figura



siendo

$$h_1[n] = \delta[n - 1] - \delta[n - 2]$$

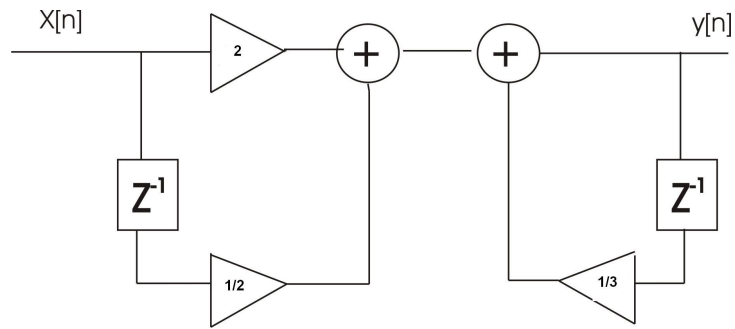
$$h_2[n] = n u[n]$$

$$h_3[n] = 2 \left(\frac{1}{2}\right)^n (u[n] - u[n - 3])$$

$$h_4[n] = 3\delta[n - 3] + 2u[n - 4]$$

- a) (4 P) Calcula la respuesta impulsiva total del sistema $h_T[n]$ (se aconseja seguir el orden según la numeración de las $h_i[n]$).
- b) (1 P) Indica si $h_2[n]$ es estable y causal.

Problema 2 (5 PUNTOS) Dado el sistema LTI representado en el siguiente diagrama de bloques



a) (0,5 P) Calcula la expresión de la ecuación en diferencias.

b) (0,5 P) Calcula $H(e^{j\omega})$.

c) (2,5 P) Calcula la respuesta $y_1[n]$ del sistema a la entrada

$$x_1[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n]$$

d) (1,5 P) Calcula la respuesta $y_2[n]$ del sistema a la entrada

$$x_2[n] = e^{j(\frac{\pi n}{2} + 0,567)}$$

SEÑALES Y SISTEMAS
Examen segundo parcial (Mod.2)
Grado en Ingeniería Multimedia.

Fecha: 21 de Diciembre de 2018

Duración: 1:00 h

SOLUCIÓN

Problema 1 (5 PUNTOS)

a) Hay que reducir el sistema mediante los siguientes pasos:

$$h_{eq12}[n] = h_1[n] * h_2[n] = (\delta[n-1] - \delta[n-2]) * (n u[n]) = (n-1) u[n-1] - (n-2) u[n-2] = u[n-2].$$

donde el resultado final se puede obtener mediante una tabla o gráfica.

Teniendo en cuenta que $h_3[h] = 2\delta[n] + \delta[n-1] + \frac{1}{2}\delta[n-2]$, y sumando los elementos correspondientes a mismos instantes de tiempo se obtiene que

$$h_{eq123}[n] = (h_3[n] * h_{eq12}[n]) = 2u[n-2] + u[n-3] + \frac{1}{2}u[n-4] = 2\delta[n-2] + 3\delta[n-3] + \frac{7}{2}\delta[n-4].$$

Finalmente la $h_T[n]$ es la diferencia entre $h_{eq123}[n]$ y $h_4[n]$:

$$h_T[n] = h_{eq123}[n] - h_4[n] = 2\delta[n-2] + 3\delta[n-3] + \frac{7}{2}\delta[n-4] - 3\delta[n-3] - 2\delta[n-4] = 2\delta[n-2] + \frac{3}{2}\delta[n-4].$$

b) $h_1[n]$ es causal ya que es cero por $n < 0$, y no es estable ya que

$$\sum_{n=0}^{\infty} |h_1[n]| = \infty.$$

Problema 2 (5 PUNTOS)

a) Desde el diagrama de bloques se puede deducir la ecuación en diferencias

$$y[n] = 2x[n] + \frac{1}{2}x[n-1] + \frac{1}{3}y[n-1].$$

b) Para obtener $H(e^{j\omega})$ hay que calcular la transformada de Fourier en tiempo discreto de la expresión

$$H(e^{j\omega}) = 2X(e^{j\omega}) + \frac{1}{2}X(e^{j\omega})e^{-j\omega} + \frac{1}{3}(e^{-j\omega})Y(e^{j\omega})$$

Por lo tanto

$$H(e^{j\omega}) = \frac{Y(e^{j\omega})}{X(e^{j\omega})} = \frac{2 + \frac{1}{2}e^{-j\omega}}{1 - \frac{1}{3}e^{-j\omega}}$$

c) La respuesta del sistema a la entrada $x[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n]$ es la convolución entre la entrada y la respuesta impulsiva o en frecuencia

$$Y(e^{j\omega}) = H(e^{j\omega})X(e^{j\omega})$$

Donde

$$X(e^{j\omega}) = \frac{1}{1 - \frac{1}{2}e^{-j\omega}}$$

Entonces se obtiene que

$$Y(e^{j\omega}) = \frac{2 + \frac{1}{2}e^{-j\omega}}{1 - \frac{1}{3}e^{-j\omega}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{1}{2}e^{-j\omega}}$$

Para invertir la salida hay que aplicar el método de descomposición en fracciones simples,

$$Y(e^{j\omega}) = \frac{A}{1 - \frac{1}{2}e^{-j\omega}} + \frac{B}{1 - \frac{1}{3}e^{-j\omega}}$$

Con

$$A = \lim_{e^{j\omega} \rightarrow \frac{1}{2}} Y(e^{j\omega}) \cdot (1 - \frac{1}{2}e^{-j\omega}) = 9$$

$$B = \lim_{e^{j\omega} \rightarrow \frac{1}{3}} Y(e^{j\omega}) \cdot (1 - \frac{1}{3}e^{-j\omega}) = -7$$

Luego finalmente, la DTFT inversa de $Y(e^{j\omega})$ es:

$$y[n] = 9 \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n] - 7 \left(\frac{1}{3}\right)^n u[n]$$

- d) Las sinusoides son autofunciones de los sistemas LTI. Por ello se cumple en estos sistemas que ante una excitación de la forma

$$x[n] = A e^{j(\omega_d n + \phi_0)}$$

la respuesta será

$$y[n] = A' e^{j(\omega_d n + \phi'_0)}$$

donde

$$A' = A \cdot |H(e^{j\omega_d})|$$

$$\phi'_0 = \phi_0 + \Phi_H(e^{j\omega_d})$$

En este caso

$$A' = 1 \cdot |H(e^{j\frac{\pi}{2}})| = 1 \cdot \left| \frac{2 + \frac{1}{2}e^{-j\frac{\pi}{2}}}{1 - \frac{1}{3}e^{-j\frac{\pi}{2}}} \right| = \left| \frac{2 - \frac{1}{2}j}{1 + j\frac{1}{3}} \right| = \left| \frac{33 - j21}{20} \right| = 1,95$$

$$\phi'_0 = \phi_0 + \Phi_H(e^{j\frac{\pi}{2}}) = 0,567 + \arctan\left(\frac{-21}{33}\right) = 0$$

Y por lo tanto, la respuesta del sistema a la señal $x[n]$ será

$$y[n] = A' e^{j(\omega_d n + \phi'_0)} = 1,95 e^{j\frac{\pi}{2}n}$$