

Filtros Digitales. Boletín 4. Estructuras  
4º Ingeniería Electrónica. Universitat de València.

1. Diseñe un filtro pasa banda, por el método del muestreo en frecuencia que amplifique por un factor 2 las señales en el intervalo entre 48 y 54 kHz. La señal se muestrea a 186 kHz. El filtro tiene 31 muestras. Dibuje la estructura de muestreo en frecuencia para éste filtro.

**Solución:**

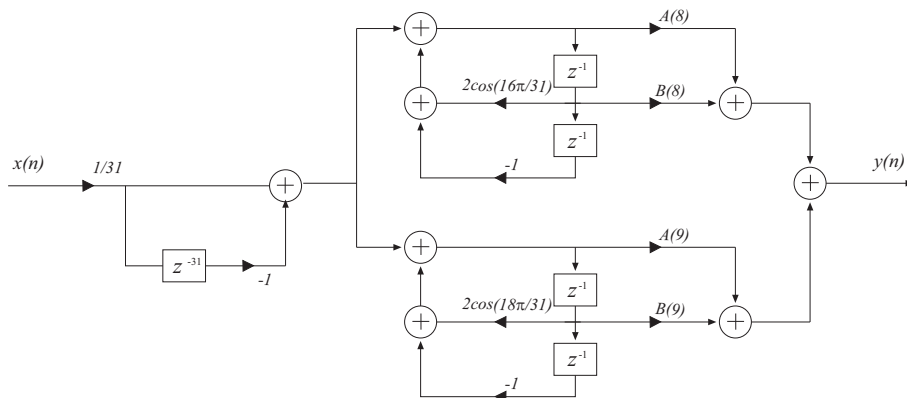


Figura 1: Realización de muestreo en frecuencia del filtro propuesto.

2. Obtenga los coeficientes de la celosía correspondiente al filtro FIR con función de transferencia  $A(z) = 1 + \frac{3}{4}z^{-1} + \frac{1}{2}z^{-2} + \frac{1}{4}z^{-3}$  y dibuje su diagrama de bloques.

**Solución:**  $K_1 = 1/2$ ,  $K_2 = 1/3$ ,  $K_3 = 1/4$ .

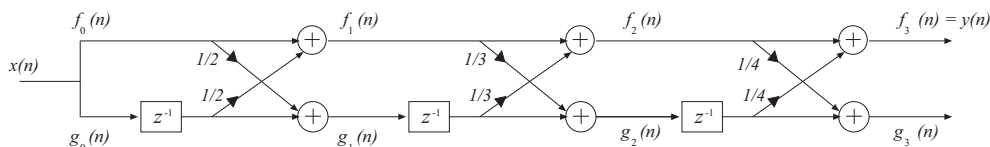


Figura 2: Realización en celosía del sistema FIR del ejercicio 2.

3. Considere un sistema IIR causal con función de transferencia

$$H(z) = \frac{1 + \frac{1}{2}z^{-1} + 2z^{-2}}{1 + \frac{53}{36}z^{-1} + \frac{13}{12}z^{-2} + \frac{1}{3}z^{-3}}$$

- a) Determine la estructura equivalente en celosía escalonada.
- b) Compruebe si el sistema es estable.

**Solución:**

- a) Figura. 3
- b) Sí es estable.

4. Determine una realización en cascada del sistema expresado por

$$H(z) = \frac{1 - z^{-1} + 2z^{-2} - 2z^{-3}}{1 - z^{-1} + \frac{13}{16}z^{-2} - \frac{1}{2}z^{-3} + \frac{5}{32}z^{-4}}$$

**Solución:** Ver Figura 4

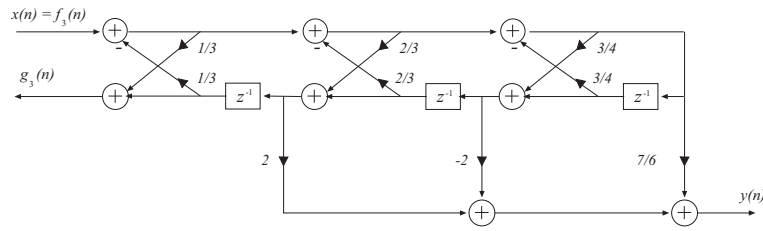


Figura 3: Realización en celosía escalonada.

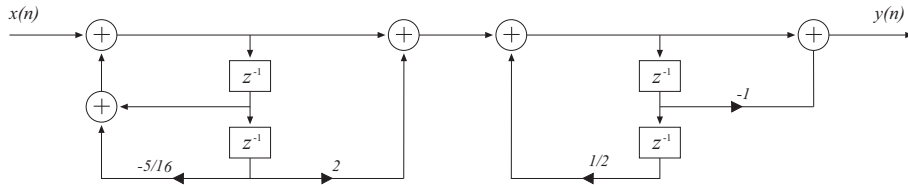


Figura 4: Realización de cascada del sistema del ejercicio 4.

5. Determine y dibuje la realización en paralelo para el sistema siguiente

$$H(z) = \frac{1 - \frac{7}{20}z^{-1} - \frac{9}{16}z^{-2} - \frac{63}{320}z^{-3} - \frac{81}{128}z^{-4}}{1 - \frac{7}{4}z^{-1} + \frac{3}{2}z^{-2} - \frac{9}{16}z^{-3}} \quad (1)$$

**Solución:**

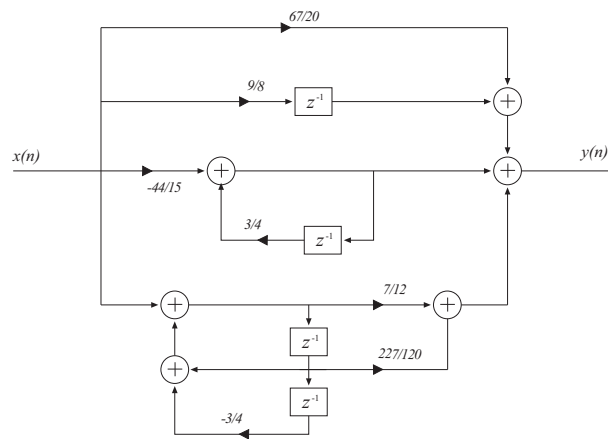


Figura 5: Realización paralelo obtenida.

6. Considere el sistema mostrado en la Figura 6. Determine su estructura traspuesta.

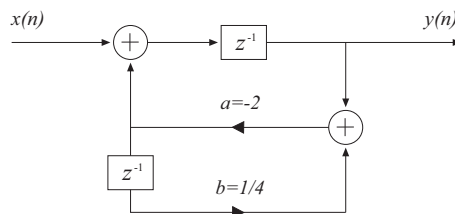


Figura 6: Diagrama de bloques del sistema propuesto.

**Solución:** Ver Figura 7

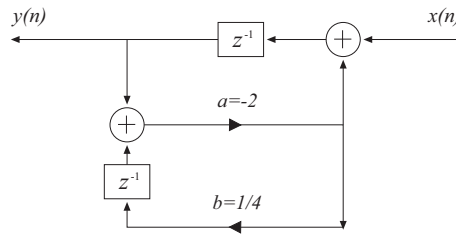


Figura 7: Estructura traspuesta resultante.

7. Obtener la realización en cascada del sistema

$$y(n) = x(n) - x(n - 1) + 0,9y(n - 1) - 0,8y(n - 2) + 0,729y(n - 3)$$

8. Determine la función de transferencia del diagrama de bloques de la Figura 8 e indique de qué tipo de filtro se trata.  $p(n)$ ,  $q(n)$  y  $r(n)$  son las señales en los nodos intermedios considerados. **Solución:**  $H(z) =$

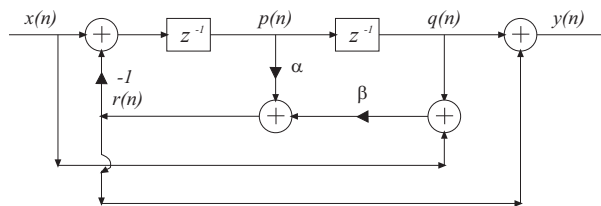


Figura 8: Diagrama de bloques del sistema del ejercicio 8.

$$\frac{\beta + \alpha z^{-1} + z^{-2}}{1 + \alpha z^{-1} + \beta z^{-2}}. \text{ Se trata de un filtro pasa todo.}$$

9. Justifique si es posible utilizar una representación en celosía para un filtro FIR de fase lineal.

10. Considere el diagrama de bloques de la Figura 9.

- a) Determine su función de transferencia  $H(z)$ .
- b) ¿Se trata de una estructura canónica ?
- c) ¿Qué valor debe tener  $K$  para que la ganancia sea la unidad para  $\omega = 0$  ?
- d) ¿Qué valor debe tener  $K$  para que la ganancia sea la unidad para  $\omega = \pi$  ?

Las variables  $W_1$ ,  $W_2$  y  $W_3$  son las señales presentes en cada nodo.

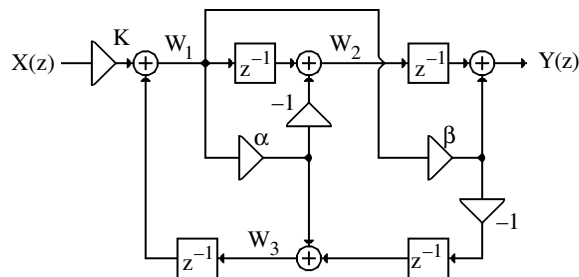


Figura 9: Diagrama de bloques del sistema del ejercicio 10.

11. La función de transferencia de un filtro FIR viene dada por  $H(z) = (1 + 0,5z^{-1})^5$ . Dibuje una estructura con las características que se indican a continuación y determine la carga computacional de cada una de ellas. ¿Se trata de estructuras canónicas?

- a) Dos formas directas diferentes.
- b) Cascada de 5 secciones de primer orden.
- c) Cascada de 1 sección de primer orden y dos de segundo orden.
- d) Cascada de una sección de primer orden y una sección de cuarto orden.
- e) Descomposición polifase de 3 ramas.

12. Dibuje 2 formas directas canónica para un sistema digital que tiene por función de transferencia:

$$H(z) = \frac{3 + 4z^{-2} - 2z^{-5}}{1 + 3z^{-1} + 5z^{-2} + 4z^{-4}}$$

13. La función de transferencia de un sistema digital es  $H(z) = \frac{(3z)(5z - 2)}{(z + 0,5)(4z + 1)}$ . En la Figura 10 se muestra una representación no completa de dicho sistema. Determino los valores de los parámetros  $A$  y  $B$ .  
**Solución:**  $A = 13'5, B = -0'25$

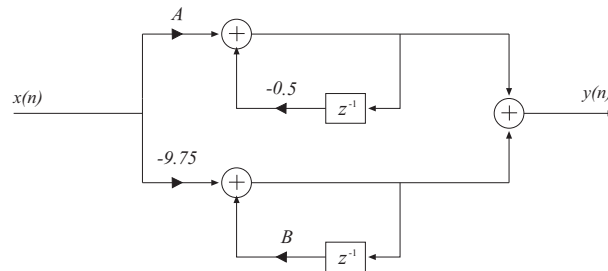


Figura 10: Diagrama de bloques del sistema del ejercicio 13.

14. Considere un filtro con una respuesta en módulo como la mostrada en la Figura. 11. Justifique que si se diseña un filtro FIR de tipo I con estas características, el número de operaciones producto necesarias para su implementación directa es  $\frac{N}{4} + 1$ , siendo  $N$  el orden del filtro.

**Ayuda:** Diseñe un filtro ideal pasa baja de estas características.

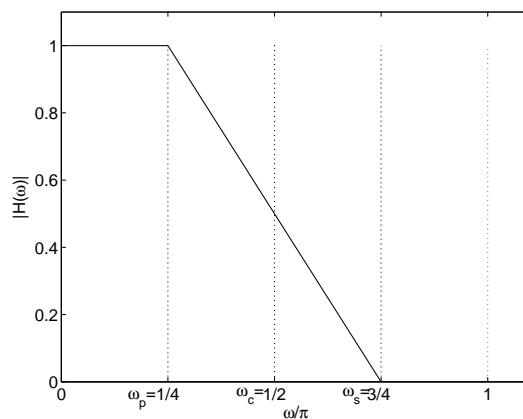


Figura 11: Módulo de la respuesta en frecuencia del filtro del ejercicio 14.

15. Justifique que la conexión en cascada de dos filtros FIR de rizado constante en la banda pasante  $\delta_{p1}, \delta_{p2}$ , y rizado en banda atenuada  $\delta_{s1}, \delta_{s2}$  tiene un rizado total en banda pasante igual a la suma de los rizados y atenuación, menor o igual al de mayor atenuación.