

Análisis y Diseño de Filtros Digitales

Estructuras para filtros digitales

Estructuras para filtros digitales

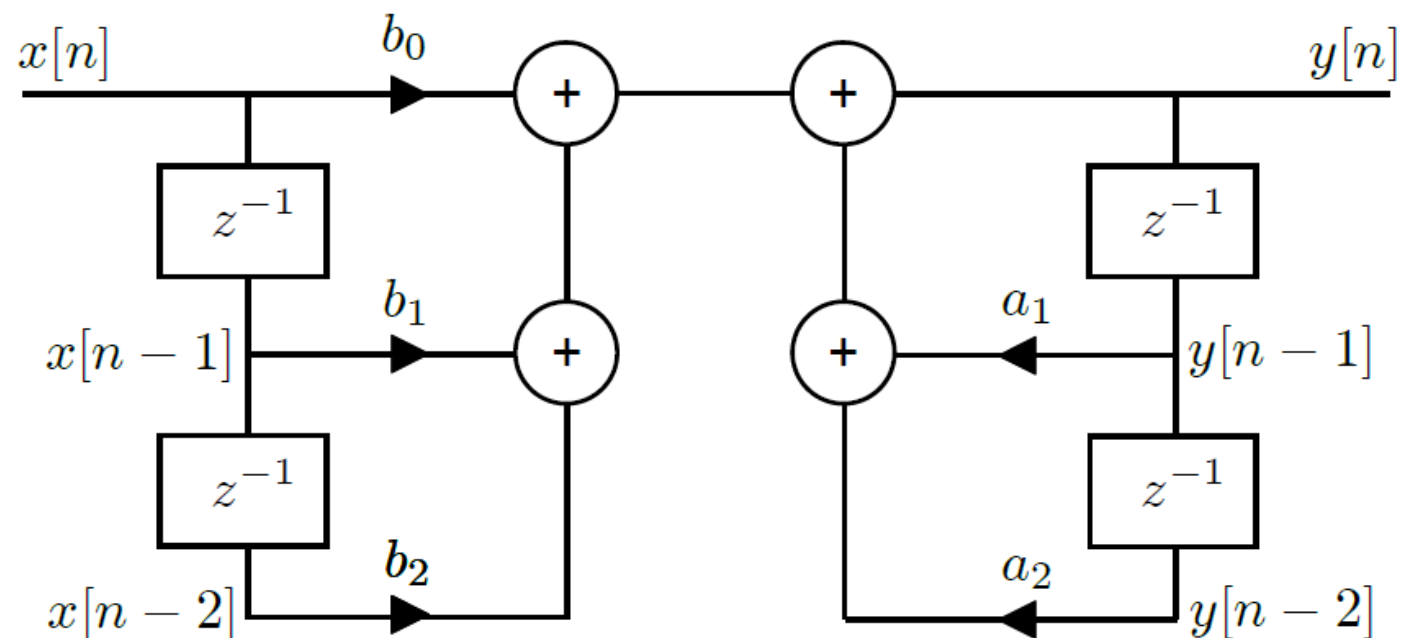
- Partiremos de un sistema especificado por medio de su ecuación en diferencias

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + b_2x[n-2] + a_1y[n-1] + a_2y[n-2]$$

- Se trata de un sistema con $N=M=2$
- La generalización es inmediata
- Las condiciones iniciales son irrelevantes para este desarrollo

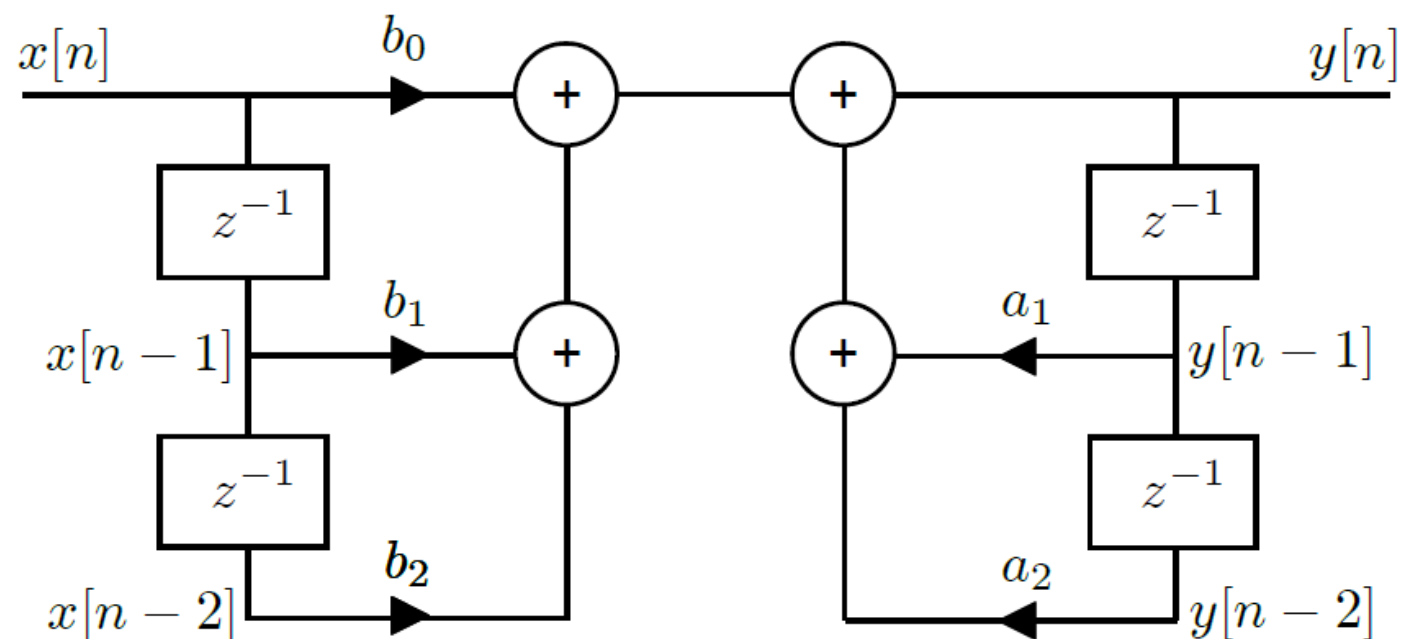
Estructuras para filtros digitales

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + b_2x[n-2] + a_1y[n-1] + a_2y[n-2]$$



Estructuras para filtros digitales

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + b_2x[n-2] + a_1y[n-1] + a_2y[n-2]$$



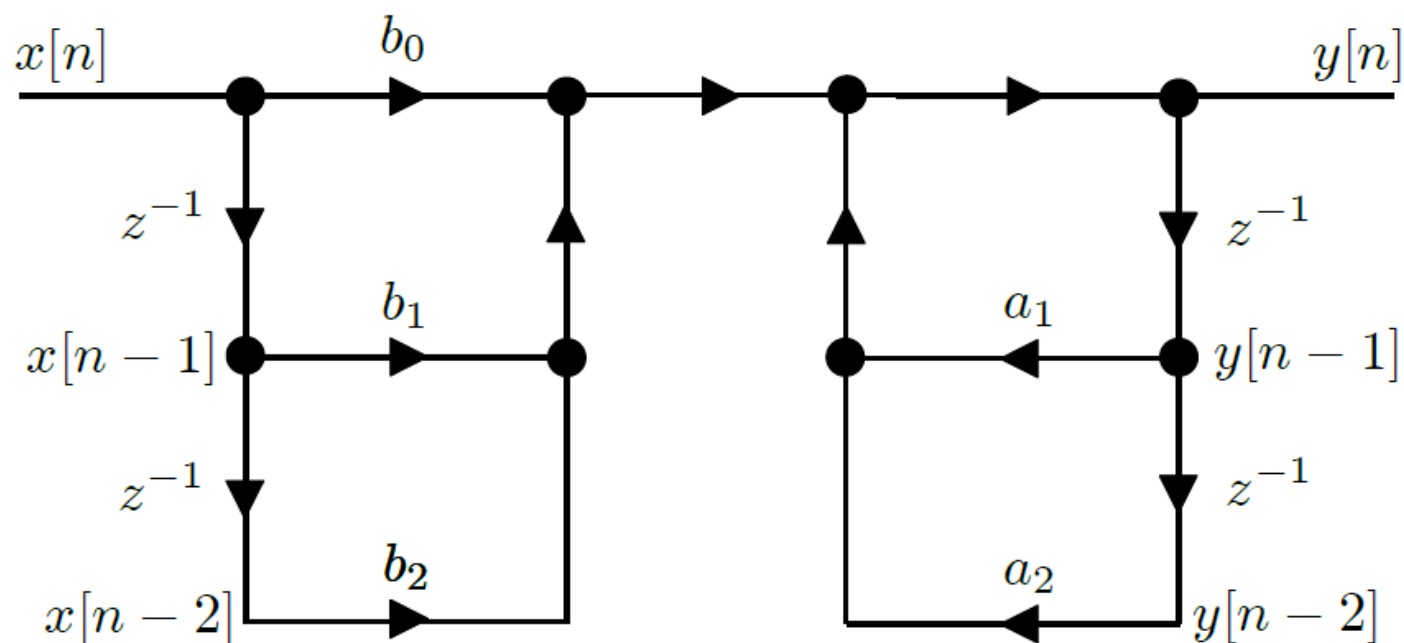
Definimos:

- Nodo: suma todas las entradas
- Rama: aplica un factor constante o desplazamiento



Estructuras para filtros digitales

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + b_2x[n-2] + a_1y[n-1] + a_2y[n-2]$$

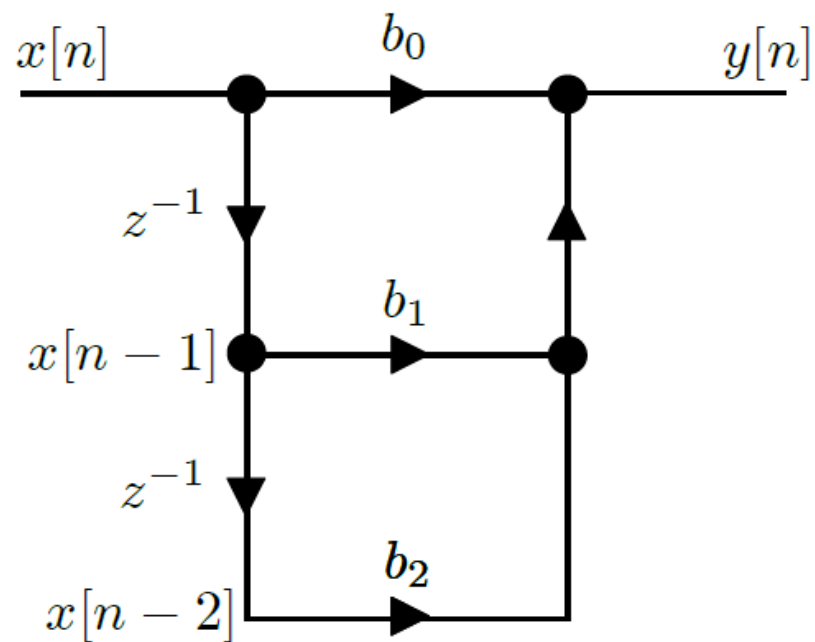


- Forma Directa I

¿Y si se tratara de un filtro FIR?

Estructuras para filtros digitales

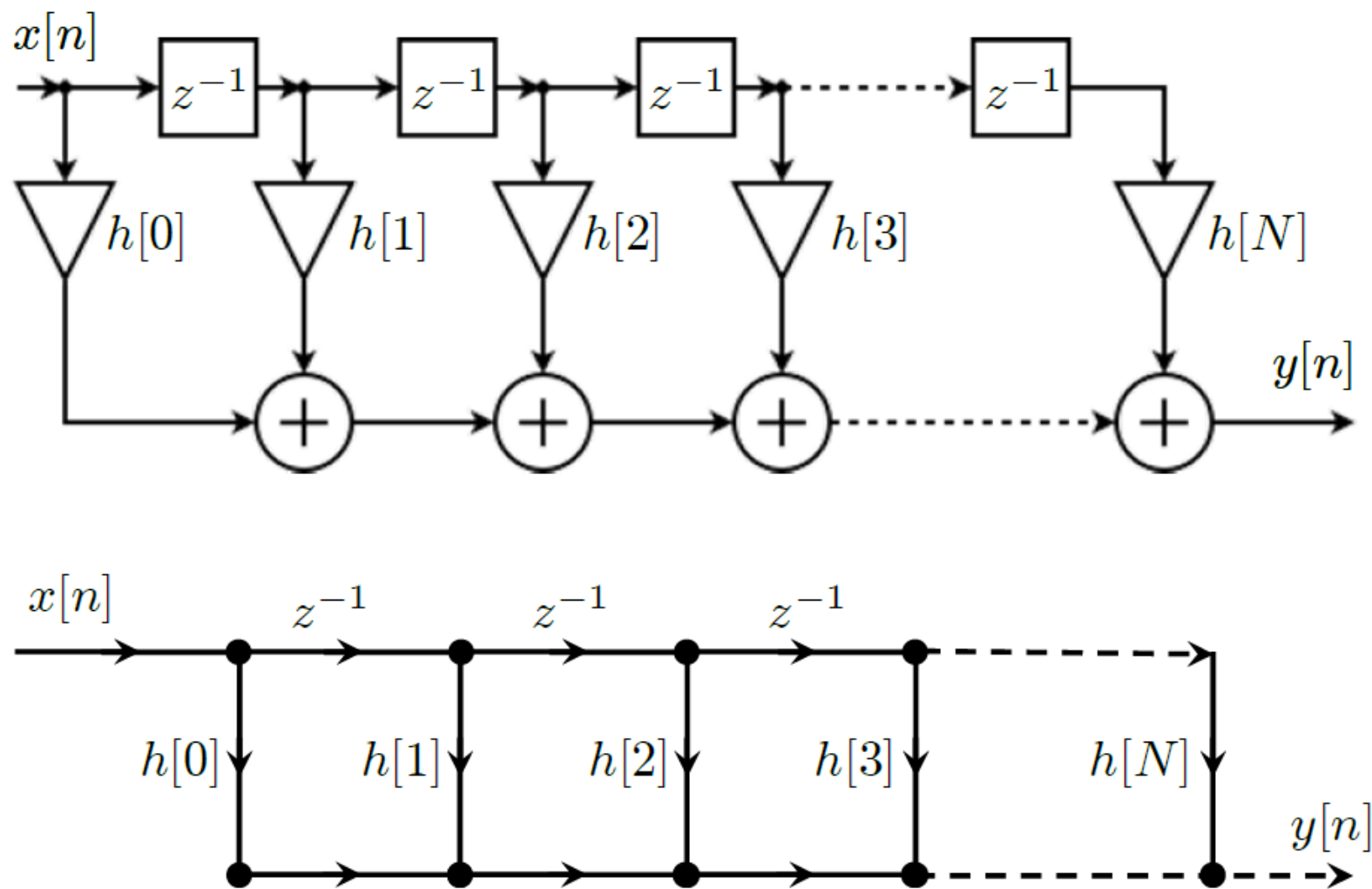
$$y[n] = \sum_{k=0}^2 b_k x[n - k]$$



- Forma Directa I

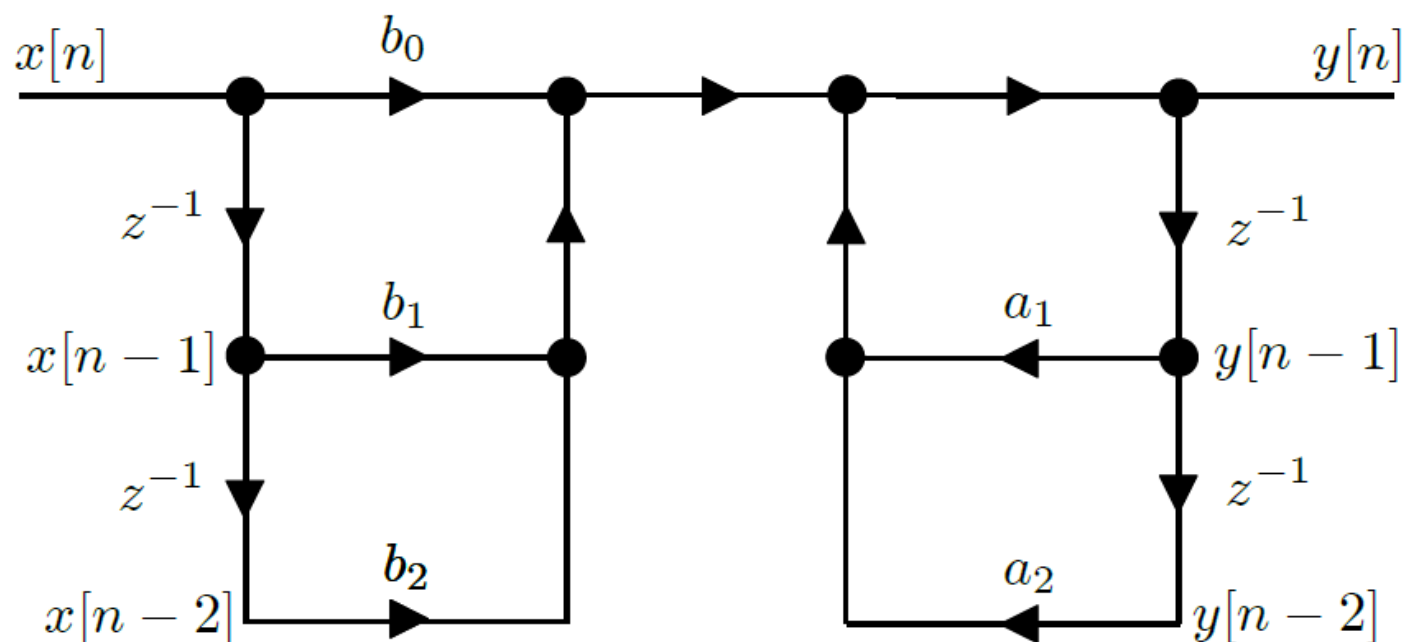
Estructuras para filtros digitales

- Representación habitual de filtros FIR



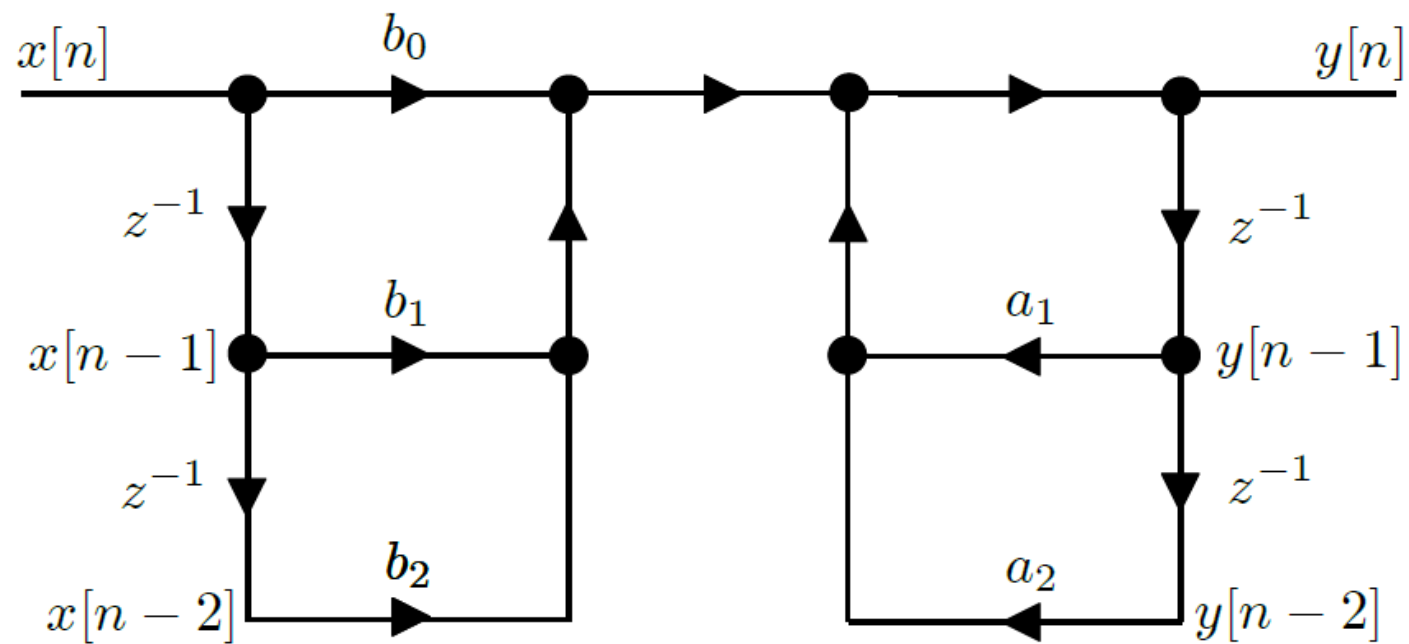
Estructuras para filtros digitales

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + b_2x[n-2] + a_1y[n-1] + a_2y[n-2]$$

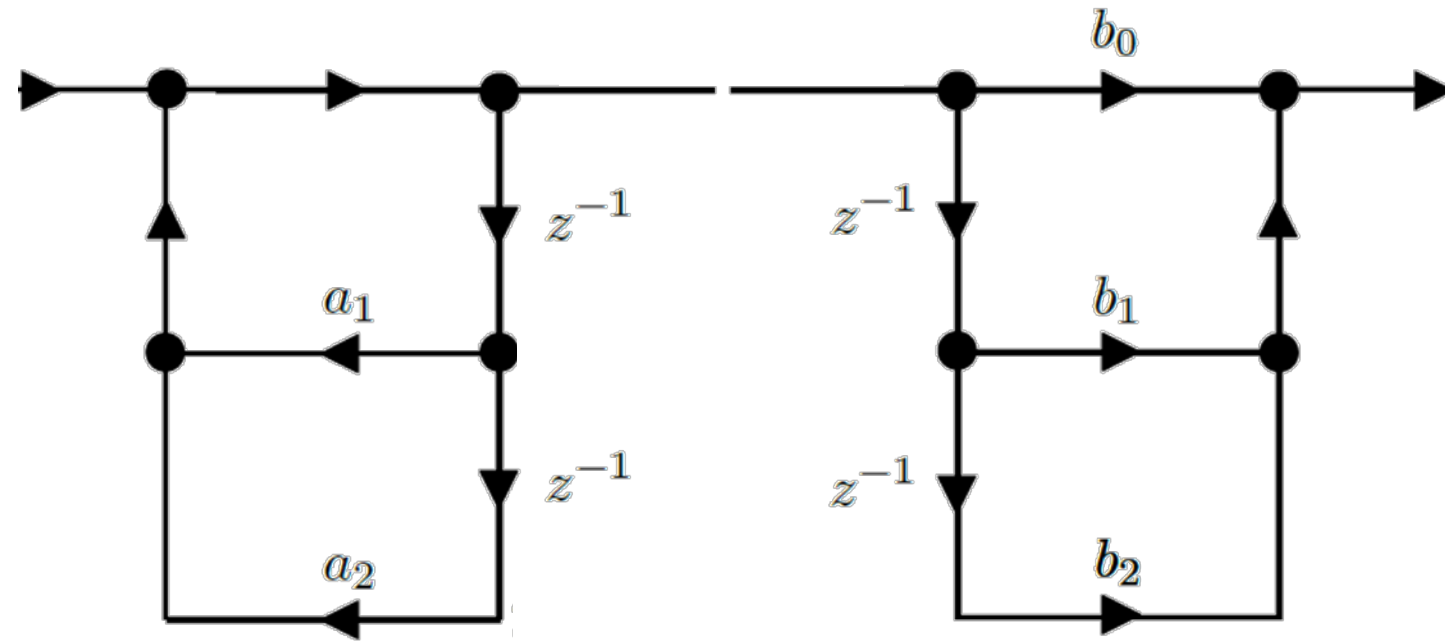


- Forma Directa I
- Se puede aprovechar la conmutatividad de la convolución...

Estructuras para filtros digitales

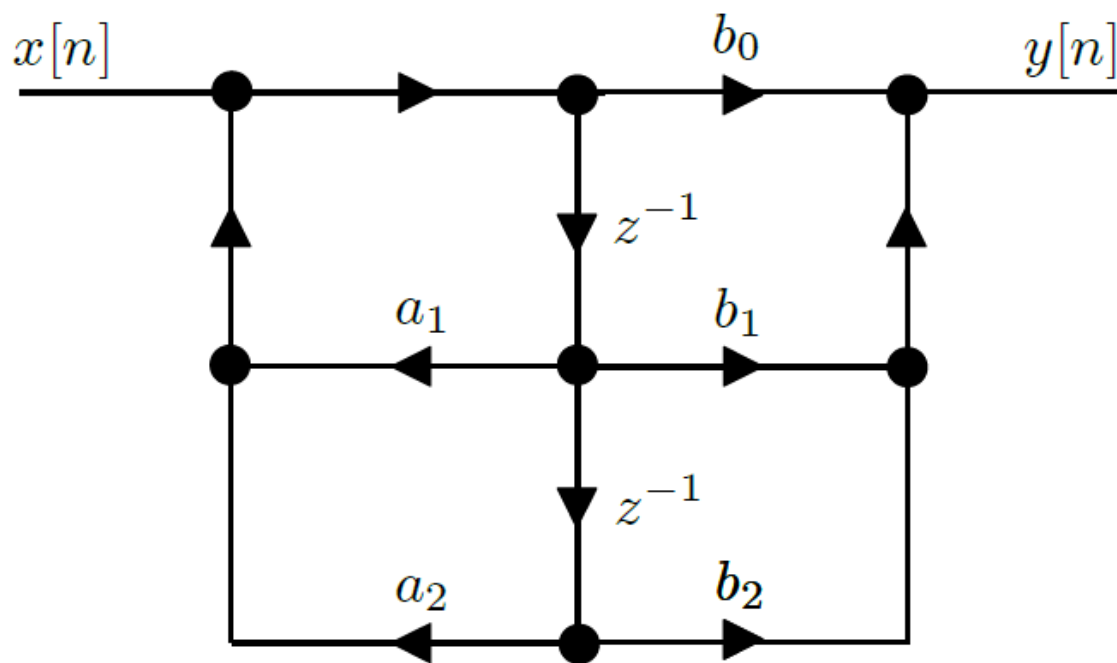


Estructuras para filtros digitales



Estructuras para filtros digitales

$$y[n] = b_0x[n] + b_1x[n-1] + b_2x[n-2] + a_1y[n-1] + a_2y[n-2]$$

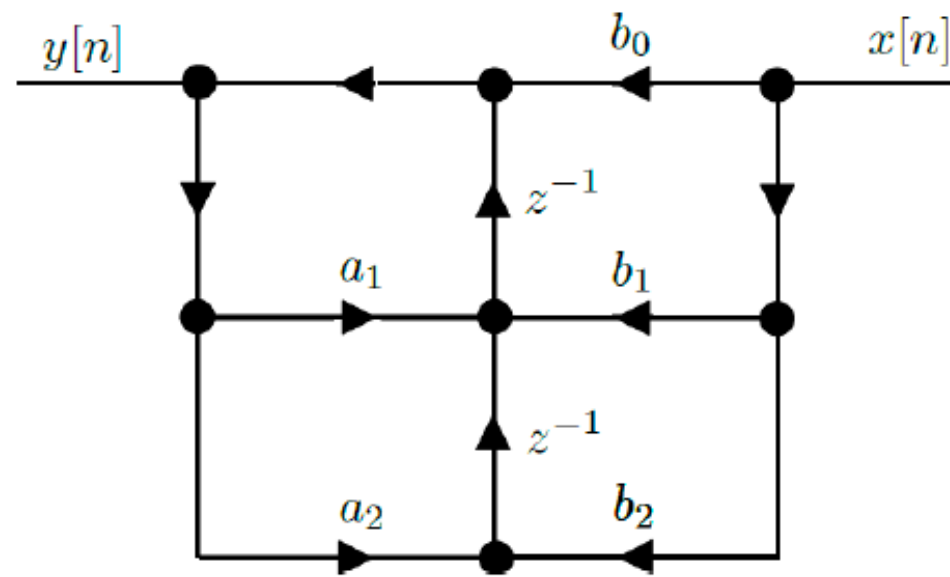
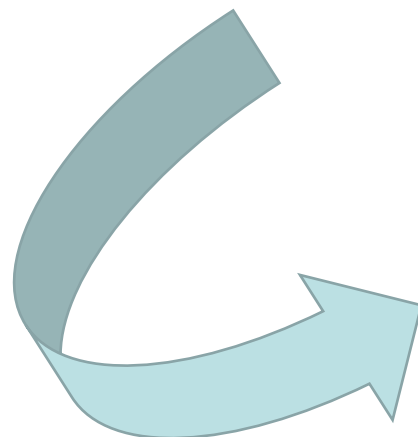
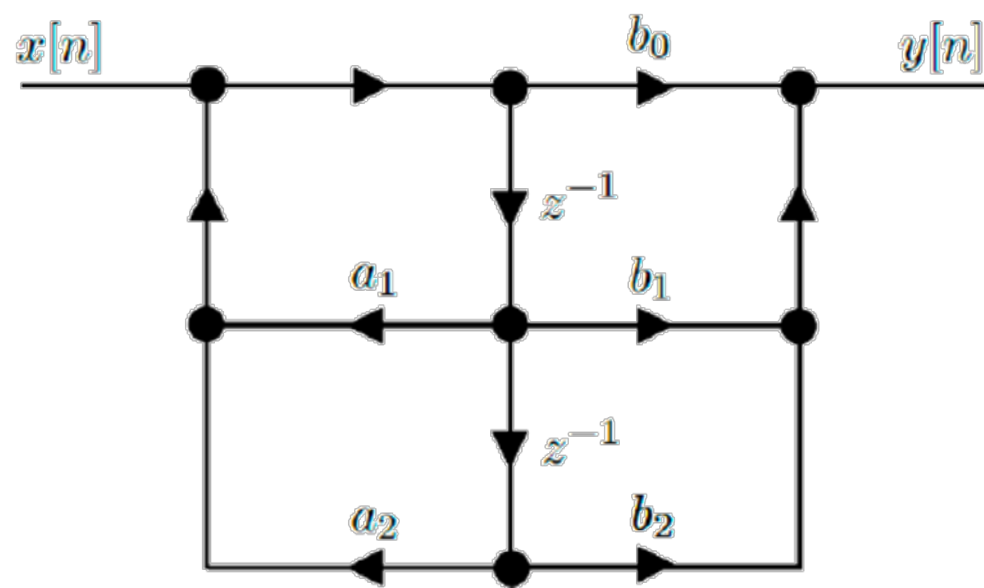


- Forma Directa II
 - Estructura más económica
 - Mínimo número de retardos

Estructuras para filtros digitales

- Formas traspuestas
 - Se obtienen a partir de las directas
 - Procedimiento:
 1. Se mantiene la misma estructura de nodos y ramas (sin dirección)
 2. Se cambia el sentido de todas las ramas manteniendo la operación que realizan sobre los datos
 3. Se intercambian entrada y salida
- Aplicando este procedimiento a la Forma Directa I se obtiene la Forma Traspuesta I
- Aplicando este procedimiento a la Forma Directa II se obtiene la Forma Traspuesta II

Estructuras para filtros digitales

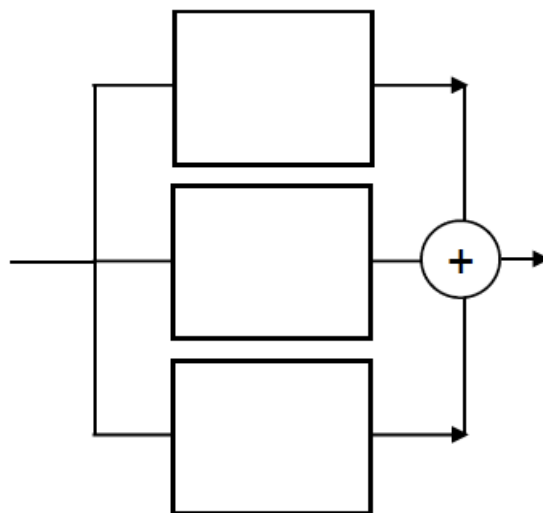


Estructuras para filtros digitales

- Formas en paralelo
 - Un determinada función de sistema puede descomponerse:

$$H(z) = \frac{N(z)}{D(z)} = \sum_{k=0}^N a_k z^{-k} + \sum_{k=1}^M \frac{A_k}{(1 - c_k z^{-1})} + \sum_{k=1}^L \frac{B_k(1 - e_k z^{-1})}{(1 - d_k z^{-1})(1 - d_k^* z^{-1})}$$

- Es una suma de diferentes términos
- Corresponde a sistemas más sencillos en paralelo
- Cada uno de estos sistemas puede expresarse según las formas anteriores



Estructuras para filtros digitales

- Formas en cascada
 - Un determinada función de sistema puede factorizarse:

$$H(z) = \frac{N(z)}{D(z)} = H_1(z) \cdot H_2(z) \cdot H_3(z) \dots H_p(z)$$

- En el dominio real es una convolución de diferentes términos
- Corresponde a sistemas más sencillos en cascada
- Cada uno de estos sistemas puede expresarse según las formas anteriores

