Problema PTC0003-45

Un sistema de modulación digital utiliza un aleatorizador (scrambler) de polinomio característico ($1 + x^{-6} + x^{-7}$). La señal digital de entrada del aleatorizador es la secuencia 1010 0010 0001 1010.

a) Dibujar el esquema del aleatorizador y determinar su salida.
b) Dibujar el esquema del desaleatorizador y demostrar que es capaz de recuperar la señal digital original.

Nota: Supónganse a cero todos los registros iniciales de los dispositivos.

Solución PTC0003-45

Apartado a)

Siendo D_e la señal digital con los datos de entrada al aleatorizador, y D_s la señal digital de salida de dicho dispositivo, dado el polinomio característico que aparece en el enunciado, la relación entre ambas variables es

$$D_e = D_s\left(1 + x^{-6} + x^{-7}\right)$$

o lo que es lo mismo

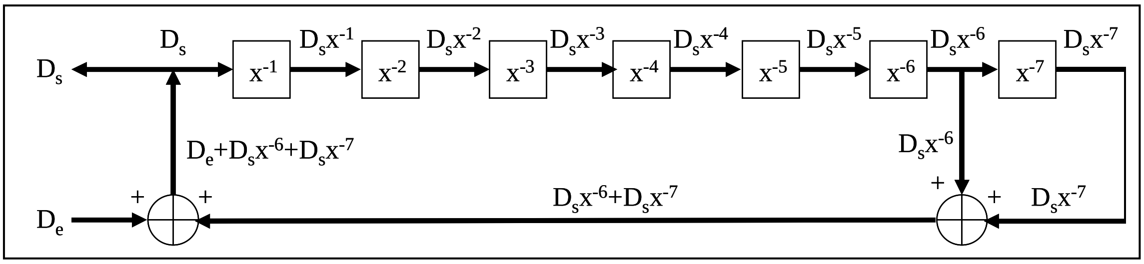
$$D_e = D_s + D_s x^{-6} + D_s x^{-7}$$

$$D_s = D_e - D_s x^{-6} - D_s x^{-7}$$

Teniendo en cuenta que cada uno de los términos de esa ecuación son números binarios, y que dentro del conjunto de los número binarios la suma y la resta son iguales, podemos escribir

$$D_s = D_e + D_s x^{-6} + D_s x^{-7}$$

lo que se corresponde con un registro de desplazamiento realimentado de acuerdo con el siguiente esquema:



Según el enunciado del problema, inicialmente todos los biestables del registro están a cero, por lo que

$$D_s x^{-1} = D_s x^{-2} = D_s x^{-3} = D_s x^{-4} = D_s x^{-5} = D_s x^{-6} = D_s x^{-7} = 0$$

Con estos datos podemos construir una tabla como la siguiente, con la evolución del aleatorizador en cada ciclo del reloj:

T	D_e	$D_s\,x^{-1}$	$D_s\,x^{-2}$	$D_s\,x^{-3}$	$D_s\,x^{-4}$	$D_s\,x^{-5}$	$D_s\,x^{-6}$	$D_s\,x^{-7}$	D_s
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0	0	1
3	0	1	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	1	0	0	0
6	1	0	0	0	1	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	1	1
8	0	1	0	0	0	0	1	0	1
9	0	1	1	0	0	0	0	1	1
10	0	1	1	1	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	1	0	0	0	1
12	1	1	0	1	1	1	0	0	1
13	0	1	1	0	1	1	1	0	1
14	1	1	1	1	0	1	1	1	1
15	0	1	1	1	1	0	1	1	0

Vemos pues que la salida es: 1010 0001 1101 1110

Apartado b)

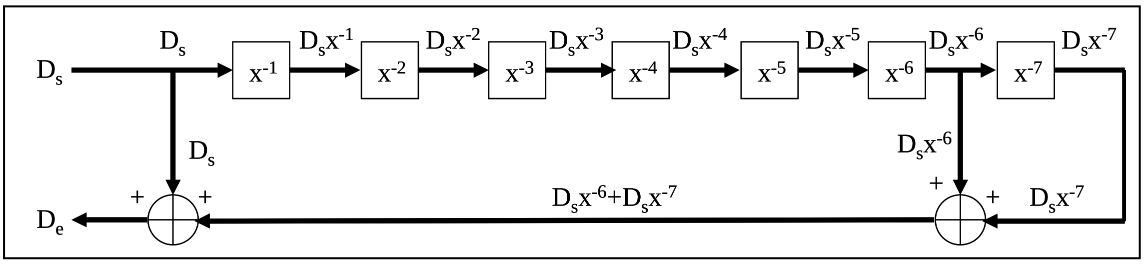
Para el caso del desaleatorizador nos fijamos de nuevo en la ecuación que se deriva del polinomio característico, es decir

$$D_e = D_s\left(1 + x^{-6} + x^{-7}\right)$$

o lo que es lo mismo

$$D_e = D_s + D_s x^{-6} + D_s x^{-7}$$

lo que se corresponde con un registro de desplazamiento realimentado de acuerdo con el siguiente esquema:



Según el enunciado del problema, inicialmente todos los biestables del registro están a cero, por lo que

$$D_s x^{-1} = D_s x^{-2} = D_s x^{-3} = D_s x^{-4} = D_s x^{-5} = D_s x^{-6} = D_s x^{-7} = 0$$

Con estos datos podemos construir una tabla como la siguiente, con la evolución del dealeatorizador en cada ciclo del reloj:

T	D_s	$D_s\ x^{-1}$	$D_s\ x^{-2}$	$D_s\ x^{-3}$	$D_s\ x^{-4}$	$D_s\ x^{-5}$	$D_s\ x^{-6}$	$D_s\ x^{-7}$	D_e
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	0	0	0	0	1
3	0	1	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	1	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	1	0	1	0	1
7	1	0	0	0	0	1	0	1	0
8	1	1	0	0	0	0	1	0	0
9	1	1	1	0	0	0	0	1	0
10	0	1	1	1	0	0	0	0	0
11	1	0	1	1	1	0	0	0	1
12	1	1	0	1	1	1	0	0	1
13	1	1	1	0	1	1	1	0	0
14	1	1	1	1	0	1	1	1	1
15	0	1	1	1	1	0	1	1	0

Vemos pues que la salida del desaleatorizador es: 1010 0010 0001 1010, que coincide con la entrada al aleatorizador, con lo que se demuestra su capacidad para recuperar la señal original.