



Problemas Tema 5:

# Especificación de sistemas secuenciales síncronos

**Fernando Castro Rodríguez**

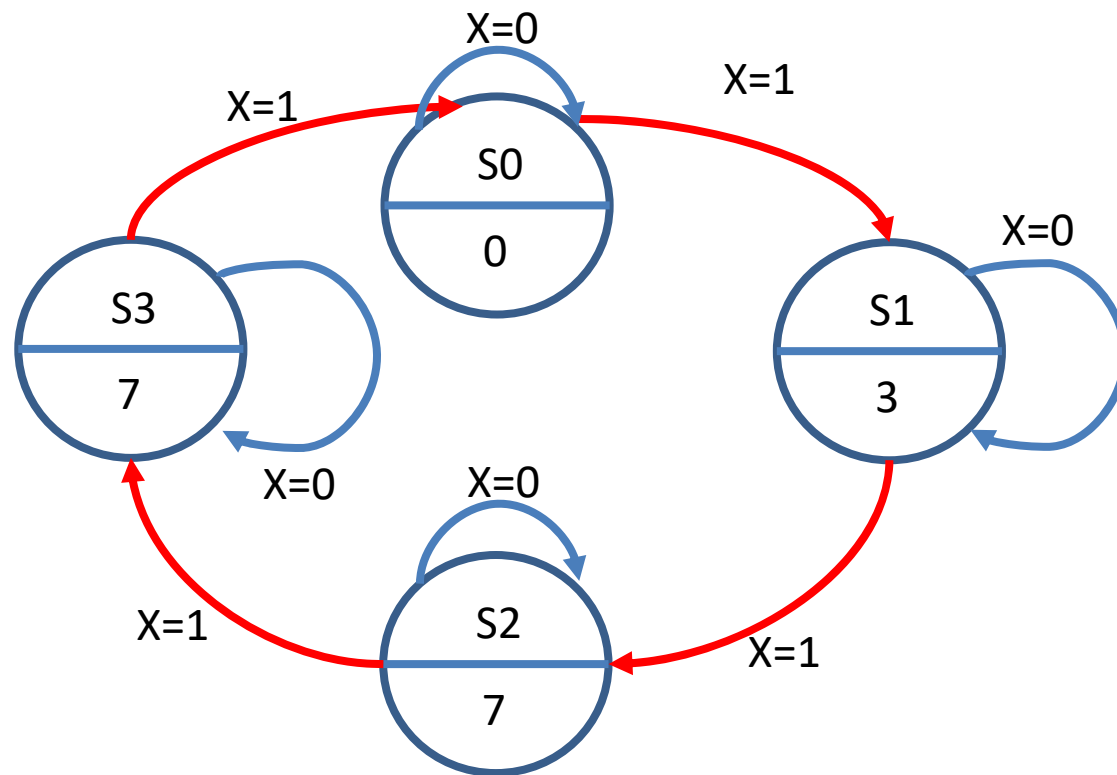
*Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática  
Universidad Complutense de Madrid*





**Ejercicio 1** Especificar como máquina de Moore un sistema secuencial cuya salida  $z$  se comporta, en función del valor de su entrada  $x$ , de la siguiente forma:

- Si  $x=1$ , entonces  $z$  sigue cíclicamente la siguiente secuencia de 4 valores: 0,3,7,7 (la salida pasa de un valor al siguiente cada vez que el sistema recibe un pulso de reloj)
- Si  $x=0$ , entonces la llegada de un pulso de reloj no altera el valor de la salida. Por tanto  $z(t+1) = z(t)$
- **Codificar las salidas en binario puro** y expresar las funciones de transición de estados y salida en forma de SDP mínimas

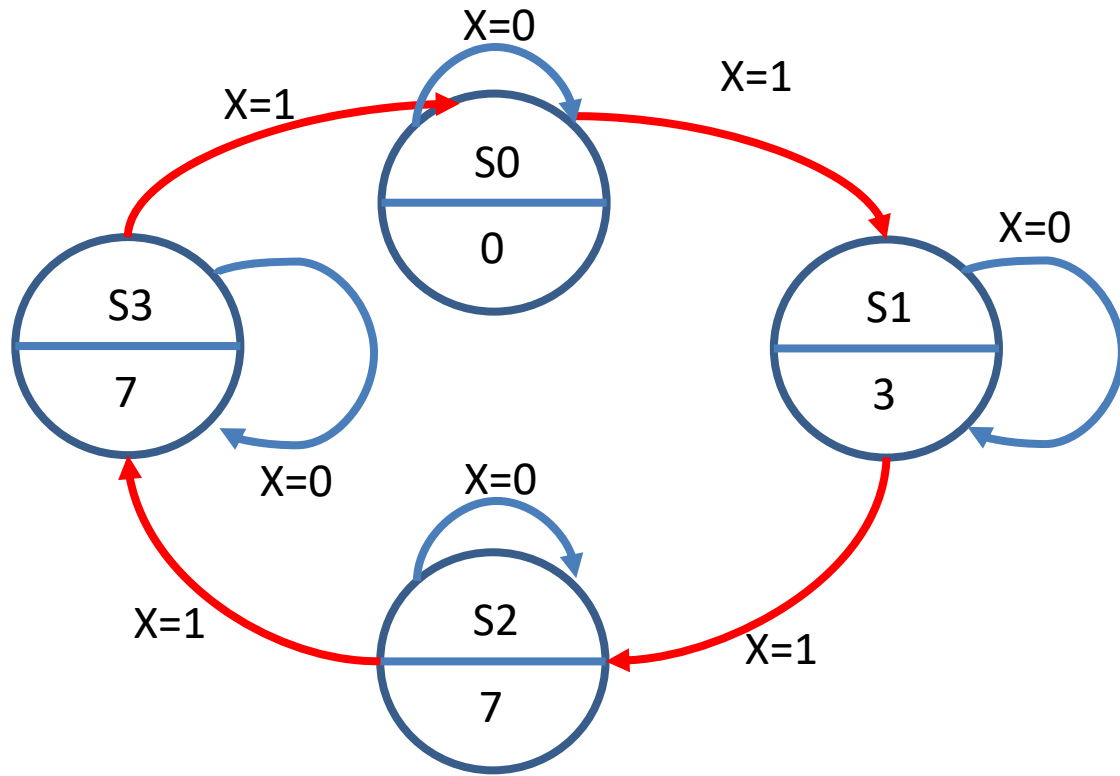


Codificación estados

	E1	E0
S0	0	0
S1	0	1
S2	1	0
S3	1	1

Codificación salidas

	Z2	Z1	Z0
0	0	0	0
3	0	1	1
7	1	1	1



x	E1	E0	E1'	E0'
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

E1	E0	Z2	Z1	Z0
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	1	1	1

E1'

x \ E1E0	00	01	11	10
0			X	X
1		X		X

E0'

x \ E1E0	00	01	11	10
0		X	X	
1	X			X

Z2

E1 \ E0	00	01
0		
1	X	X

Z1

E1 \ E0	00	01
0		X
1	X	X

Z0

E1 \ E0	00	01
0		X
1	X	X

$$E1' = \bar{x}E1 + E1E0 + xE1E0$$

$$E0' = xE0 + \bar{x}E0 = x \oplus E0$$

$$Z2 = E1$$

$$Z1 = E1 + E0$$

$$Z0 = E1 + E0$$

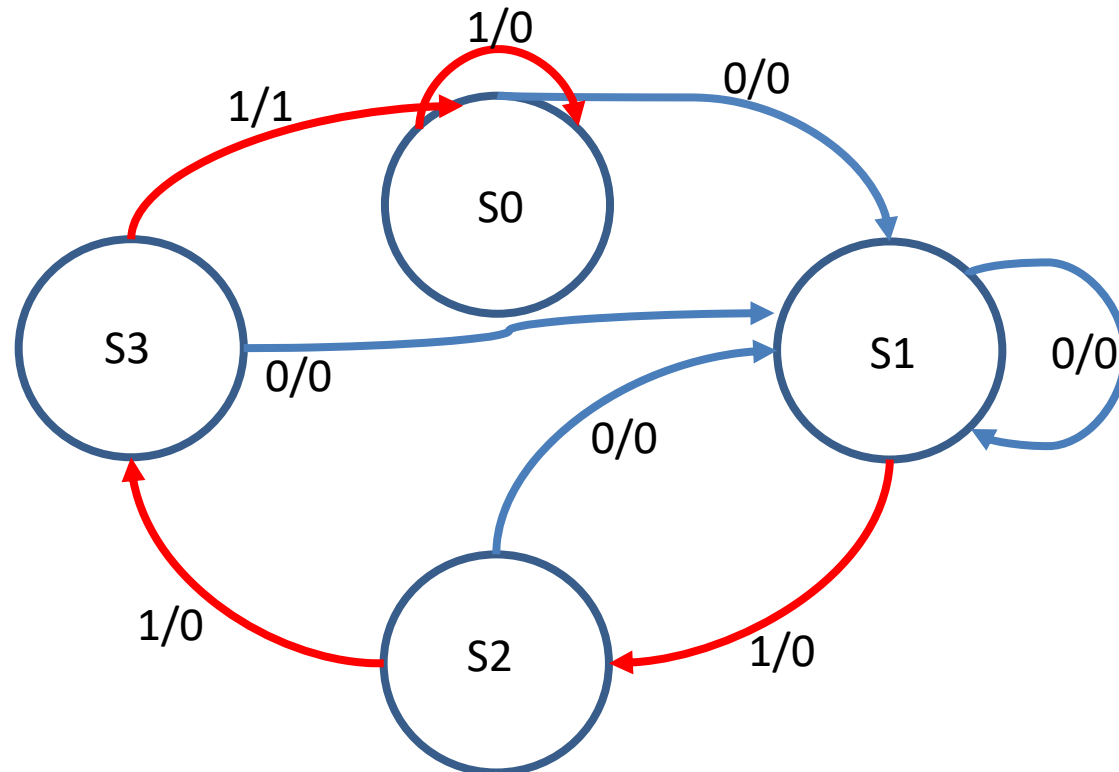


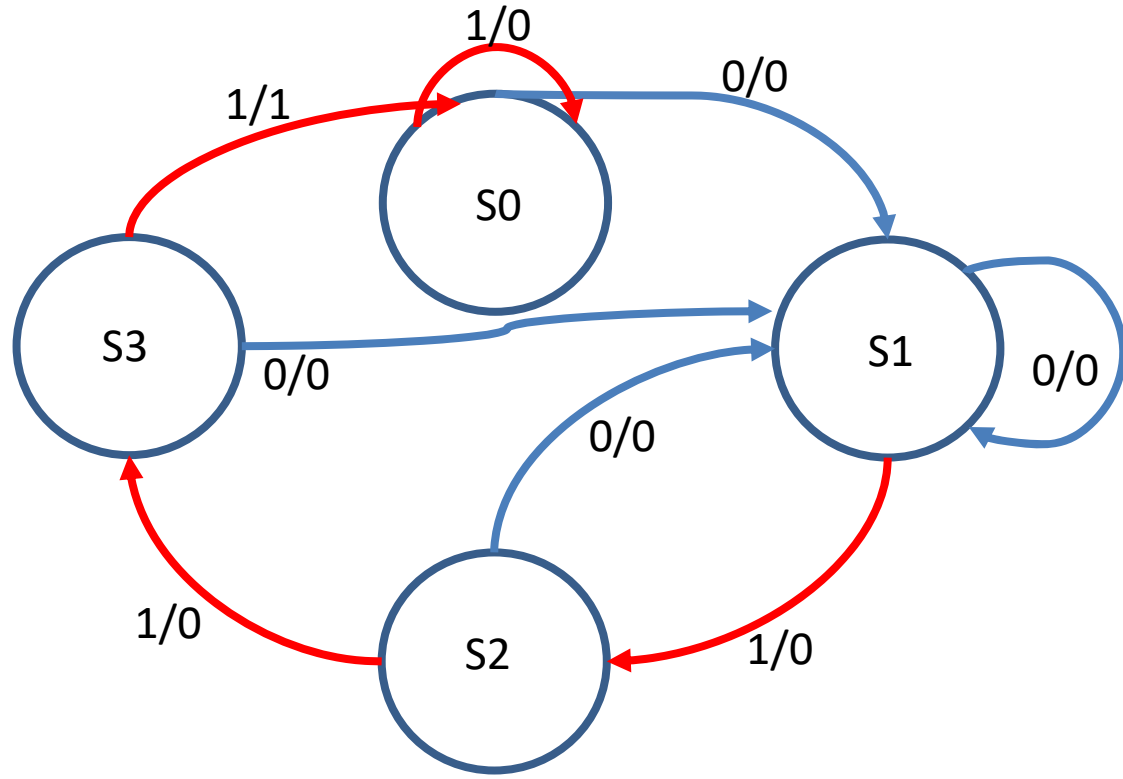
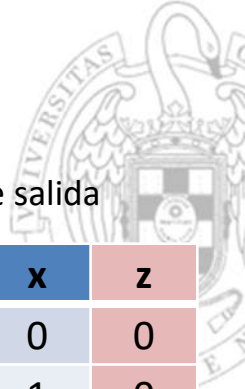
**Ejercicio 2** Sea un sistema secuencial con entrada binaria  $x$ , salida binaria  $z$  y el siguiente comportamiento temporal:

$$z(t) = \begin{cases} 1 & \text{si } x(t-3, t-2, t-1, t) = \text{"0111"} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Especificar el sistema como máquina de Mealy, y expresar funciones de transición de estados y salida en forma de SDP mínimas

- S0 → ningún elemento del patrón
- S1 → subpatrón 0
- S2 → subpatrón 01
- S3 → subpatrón 011





Codif. estados

	E1	E0
S0	0	0
S1	0	1
S2	1	0
S3	1	1

Función transición estados

E1	E0	x	E1'	E0'
0	0	0	0	1
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	1	0	0

Función de salida

E1	E0	x	z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

E1'

E0x \ E1	00	01	11	10
0			X	
1		X		

$$E1' = E1\bar{E0}x + \bar{E1}E0x = x(E1 \oplus E0)$$

E0'

E0x \ E1	00	01	11	10
0	X			X
1	X	X		X

$$E0' = \bar{x} + E1\bar{E0}$$

z

E0x \ E1	00	01	11	10
0				
1			X	

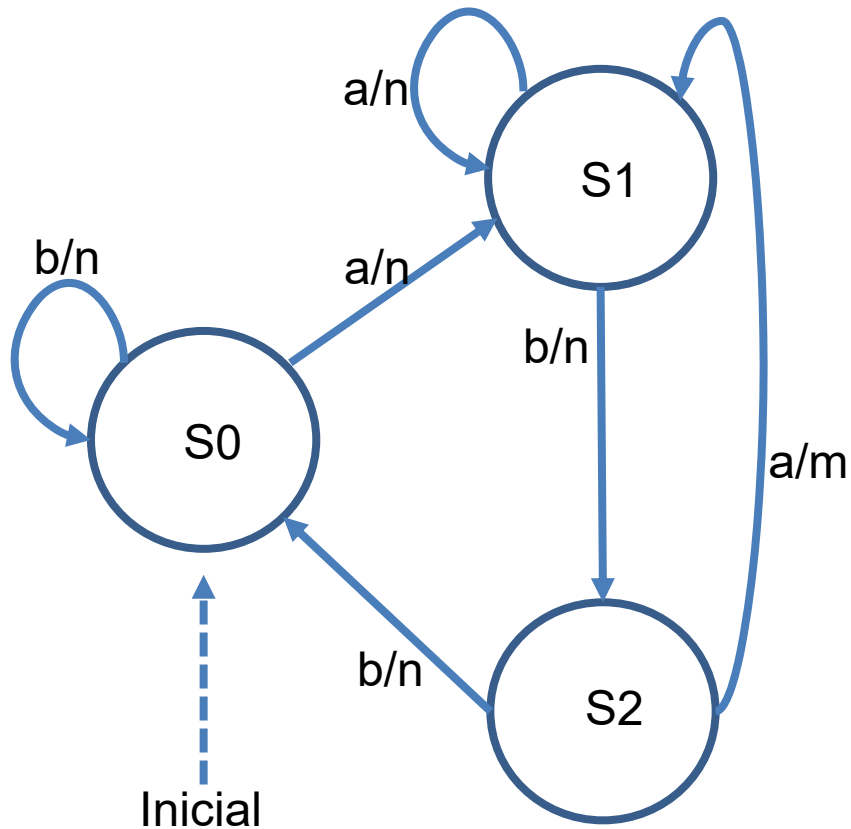
$$Z = E1E0x$$



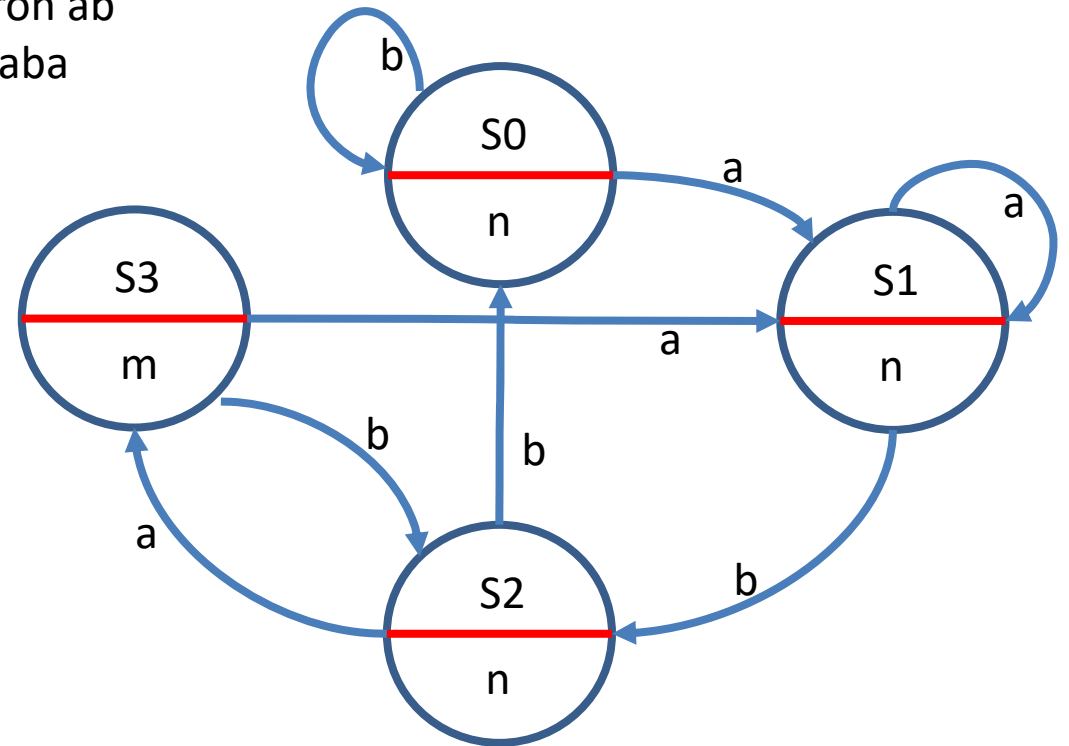
**Ejercicio 3** Considere el diagrama de estados del sistema secuencial especificado como máquina de Mealy de la figura

- a) Obtener el diagrama de estados equivalente como máquina de Moore
- b) Completar el cronograma

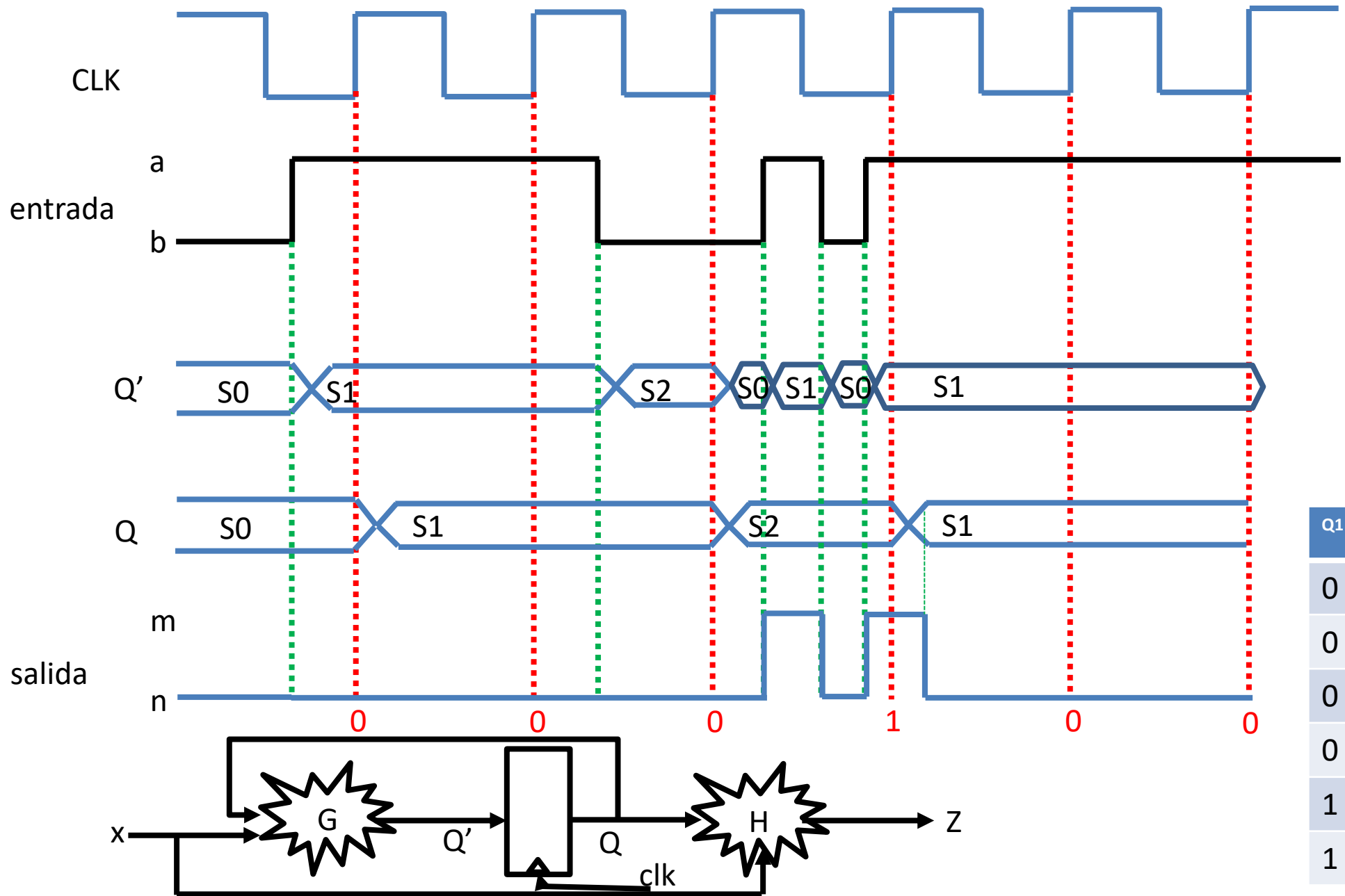
Lo primero es determinar que hace este sistema → Reconocedor del patrón “aba” con solapamiento



Como máquina de Moore:  
S0 → ningún elemento del patrón  
S1 → subpatrón a  
S2 → subpatrón ab  
S3 → patrón aba



MEALY



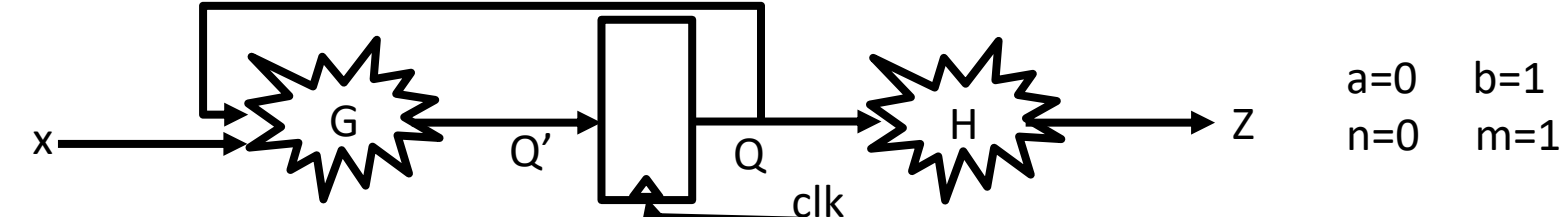
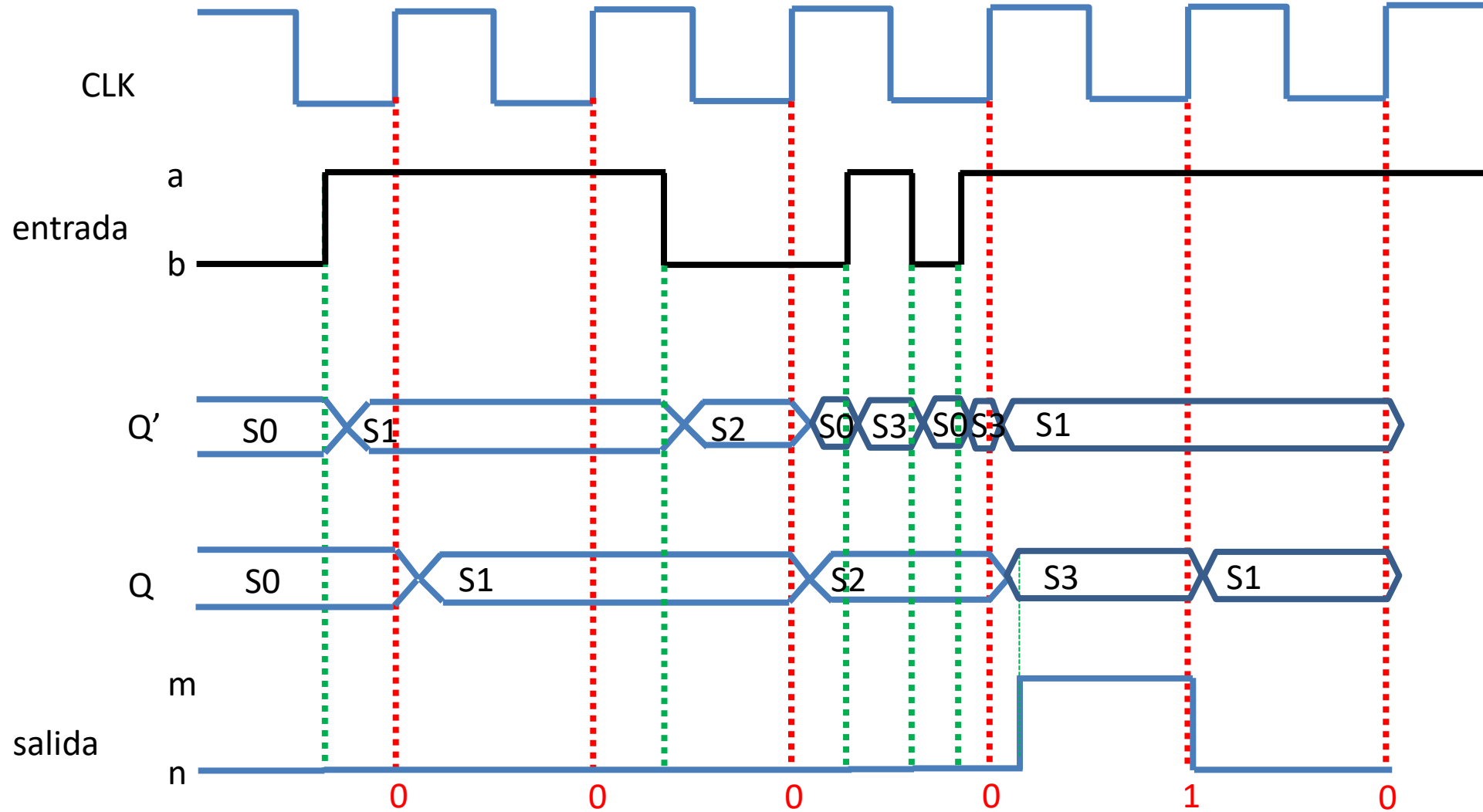
Codif. estados

	Q1	Q0
S0	0	0
S1	0	1
S2	1	0
S3	1	1

Sólo en Moore

a=0 b=1  
n=0 m=1

Q1	Q0	x	Q1'	Q0'	z
0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	0	0



Q1	Q0	z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Q1	Q0	x	Q1'	Q0'
0	0	0	0	1
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0





**Ejercicio 4** Sea un sistema secuencial con una entrada  $x \in \{a,b\}$ , una salida  $z \in \{s,n\}$ , y el siguiente comportamiento temporal:

$$z(t) = \begin{cases} s & \text{si } x(t-3, t-2, t-1) = \text{"aba"} \text{ o } \text{"abb"} \\ n & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

- a) Completar el cronograma
- b) Expresar las funciones de transición de estados y salida en forma de SDP mínimas

Como máquina de Moore:

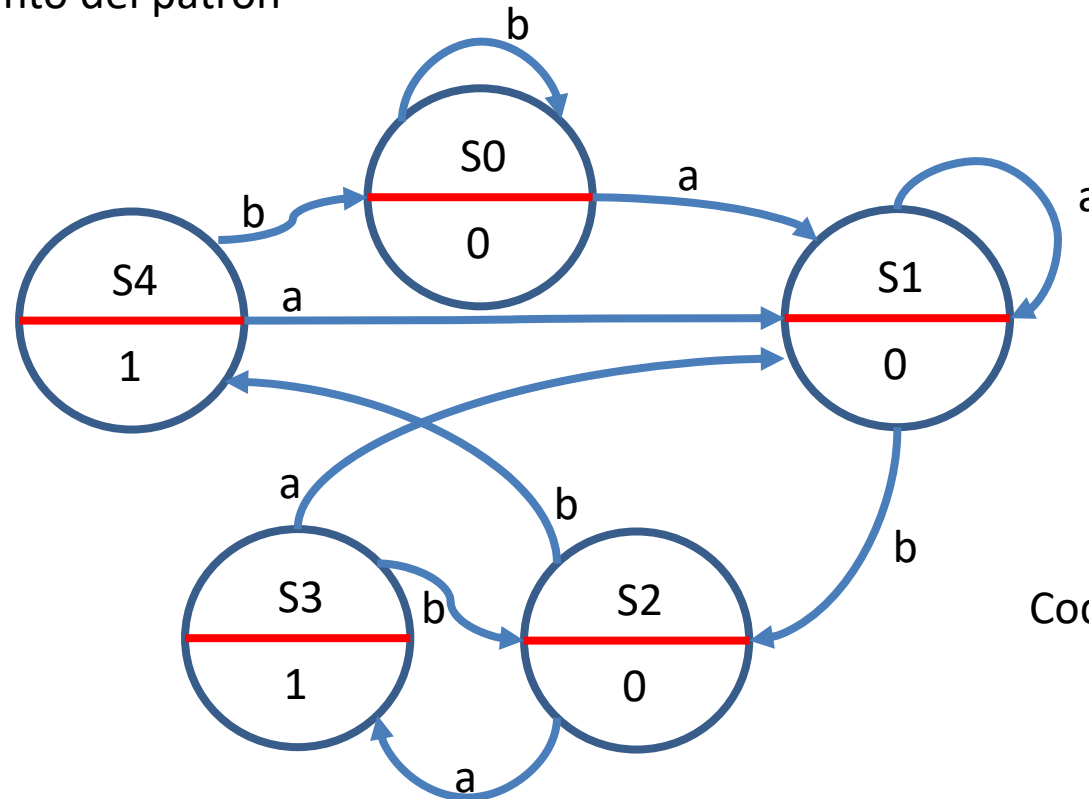
S0 → ningún elemento del patrón

S1 → subpatrón a

S2 → subpatrón ab

S3 → patrón aba

S4 → patrón abb



Codificación estados

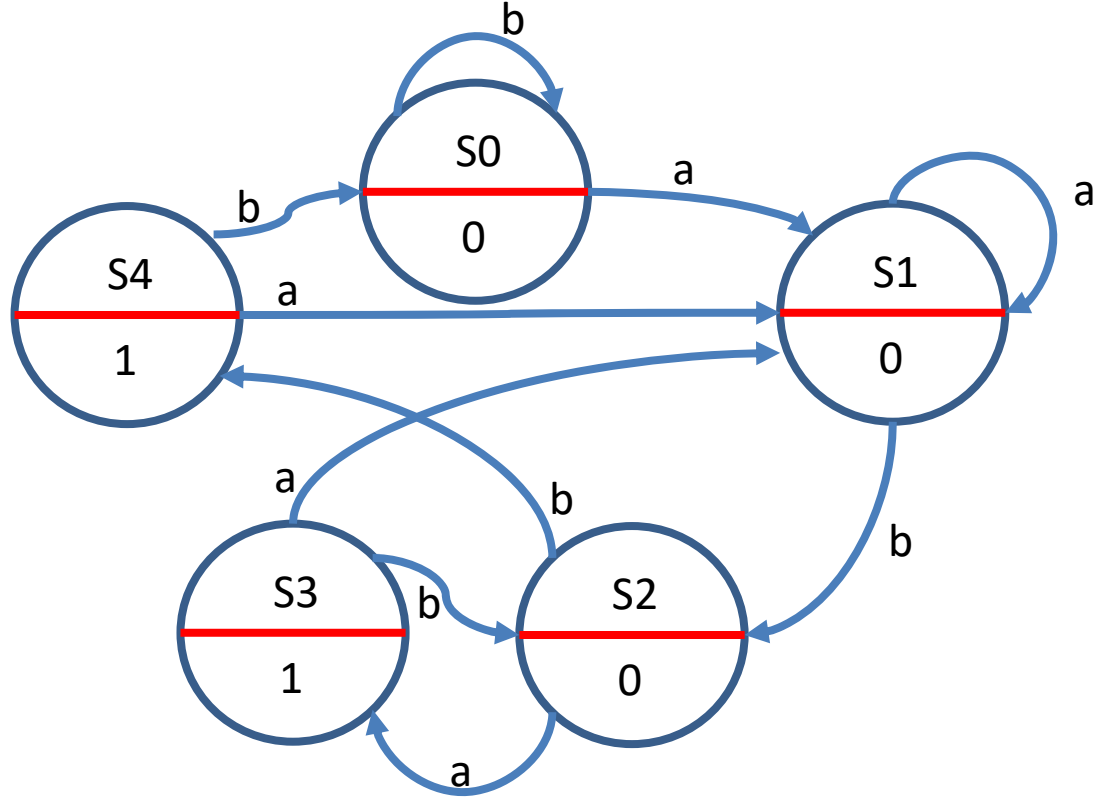
	E2	E1	E0
S0	0	0	0
S1	0	0	1
S2	0	1	0
S3	0	1	1
S4	1	0	0

Codificación salidas

s	1
n	0

Codificación entradas

a	0
b	1



	E2	E1	E0
S0	0	0	0
S1	0	0	1
S2	0	1	0
S3	0	1	1
S4	1	0	0

a	0
b	1

s	1
n	0

Función transición estados

E2	E1	E0	x	E2'	E1'	E0'
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	-	-	-
1	0	1	1	-	-	-
1	1	0	0	-	-	-
1	1	0	1	-	-	-
1	1	1	0	-	-	-
1	1	1	1	-	-	-

Función de salida

E2	E1	E0	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	-
1	1	0	-
1	1	1	-





E2'

E2 \ E1		E0 x			
		00	01	11	10
00					
01		X			
11	--	--	--	--	
10			--	--	

$E2' = E1\bar{E}0x$

E1'

E2 \ E1		E0 x			
		00	01	11	10
00			X		
01	X		X		
11	--	--	--	--	
10			--	--	

$E1' = E0x + E1\bar{E}0\bar{x}$

E0'

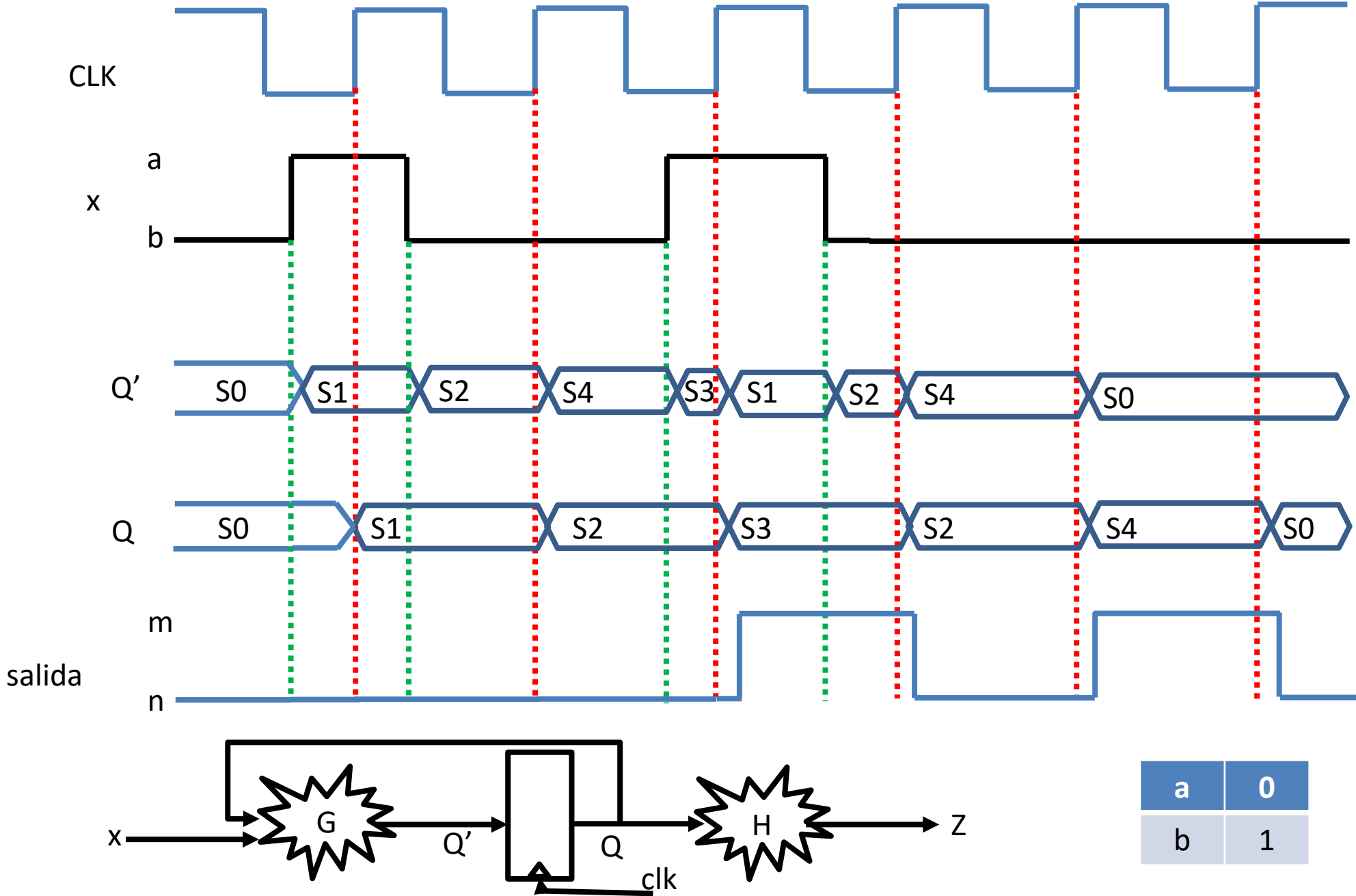
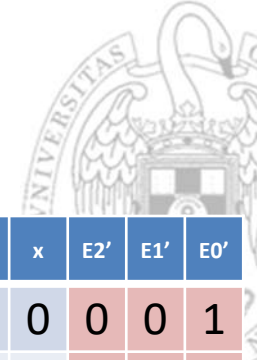
E2 \ E1		E0 x			
		00	01	11	10
00	X			X	
01	X			X	
11	--	--	--	--	
10	X		--	--	

$E0' = \bar{x}$

Z

E2 \ E1E0		00	01	11	10
		0		X	
1	X	--	--	--	

$Z = E2 + E1E0$



E2	E1	E0	x	E2'	E1'	E0'
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0

E2	E1	E0	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1

a	0
b	1



# Acerca de *Creative Commons*

- Licencia CC ([Creative Commons](#))



- Ofrece algunos derechos a terceras personas bajo ciertas condiciones. Este documento tiene establecidas las siguientes:



**Reconocimiento** (*Attribution*):

En cualquier explotación de la obra autorizada por la licencia hará falta reconocer la autoría.



**No comercial** (*Non commercial*):

La explotación de la obra queda limitada a usos no comerciales.



**Compartir igual** (*Share alike*):

La explotación autorizada incluye la creación de obras derivadas siempre que mantengan la misma licencia al ser divulgadas.

Más información: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>