

Técnicas y Dispositivos Digitales II

Síntesis

Circuitos Secuenciales

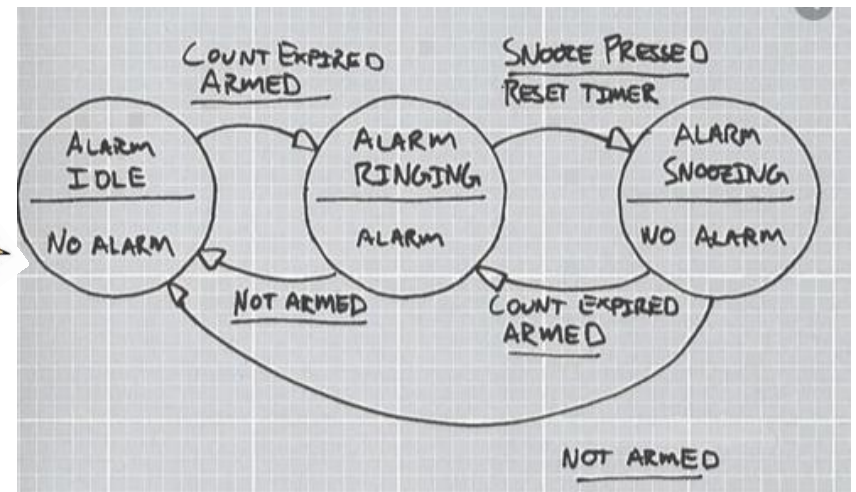
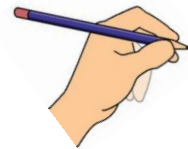
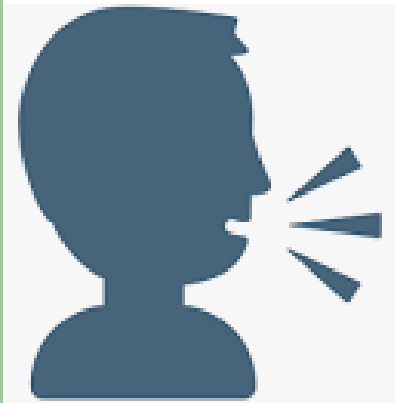
Circuitos de Memoria

Finita y no Finita

Autómatas



Obtención del Diagrama de Estados

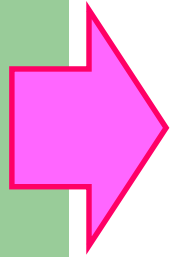


Obtención del Diagrama de Estados

- Identificar el número de estados, las salidas y las entradas al sistema.
- Establecer la transición entre estados en función de las Entradas.
- Indicar los valores de las salidas del sistema.

Obtención del Diagrama de Estados

- Identificar el número de estados, las salidas y las entradas al sistema.
- Establecer la transición entre estados en función de las Entradas.
- Indicar los valores de las salidas del sistema.

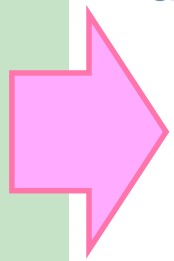


Un mismo enunciado puede dar lugar a diversos Diagramas de Estados iniciales, todos ellos válidos.

Obtención del Diagrama de Estados

- Identificar el número de estados, las salidas y las entradas al sistema.
- Establecer las relaciones entre las Entradas y los Estados.
- Indicar la función de transición del estado y de la/las entrada/s.

El mejor Diagrama de Estados será aquel que tenga un menor número de estados!



Un mismo enunciado puede dar lugar a diversos Diagramas de Estados iniciales, todos ellos válidos.

Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.

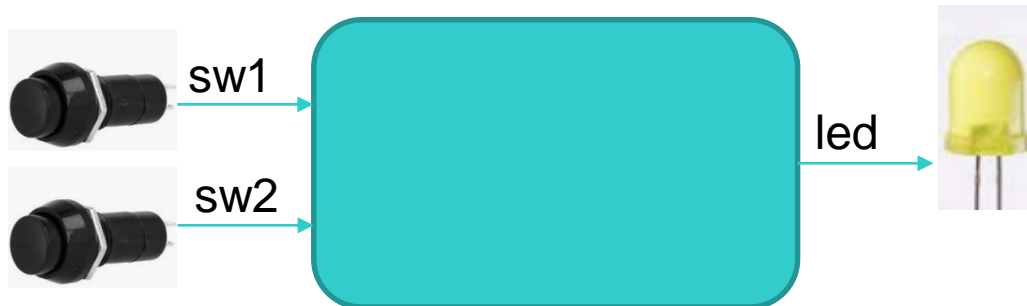
Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.

Mealy → circuito más compacto, puede tener glitches
Moore → salidas sólo se modifiquen al cambiar de estado

Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.



Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.
- 3) Identificar los estados y asignar a cada uno un nombre, donde cada estado represente una condición estable diferente del circuito.



Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.
- 3) Identificar los estados y asignar a cada uno un nombre,

donde
diferencia

No intentar minimizar el número de estados, luego aplicar técnicas de simplificación del número de estados.

Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.
- 3) Identificar los estados y asignar a cada uno un nombre, donde cada estado represente una condición estable diferente del circuito.
- 4) Seleccione un estado inicial y para cada una de las posibles combinaciones de entrada, establezca la salida y el siguiente estado.

Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.
- 3) Identificar los estados y asignar a cada uno un nombre, donde cada estado represente una condición estable

- 4) La transición entre estados se producirá coincidiendo con el flanco activo del pulso de reloj, CLK.

el siguiente estado.

salida y

Obtención del Diagrama de Estados

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.
- 3) Identificar los estados y asignar a cada uno un nombre, donde cada estado represente una condición estable diferente del circuito.
- 4) Seleccione un estado inicial y para cada una de las posibles combinaciones de entrada, establezca la salida y el siguiente estado.
- 5) Repita el proceso para todos los estados.

Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

- Ejemplo de memoria no finita, sin secuencia de reset (la detección de secuencia exitosa implica el regreso al estado inicial).

Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
→ Elegimos Mealy

Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.

Entrada: x
→

Salida: z
→

Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

- 1) Elegir una realización de máquina modelo Mealy o Moore.
- 2) Identificar las entradas y las salidas y asignarles un nombre.
- 3) Identificar los estados y asignar a cada uno un nombre, donde cada estado represente una condición estable diferente del circuito.



No Rx



Rx 0

Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

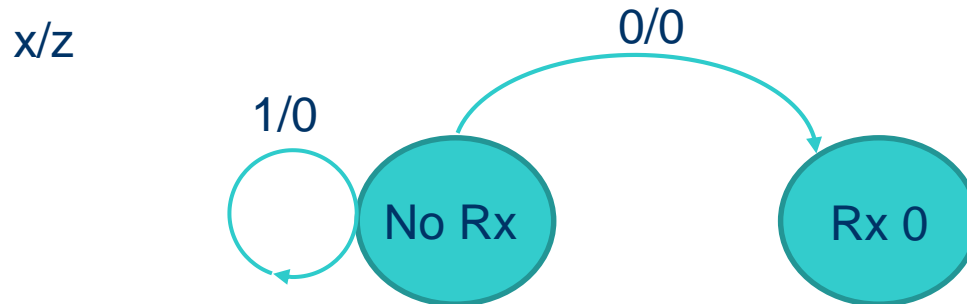
- 4) Seleccione un estado inicial y para cada una de las posibles combinaciones de entrada, establezca la salida y el siguiente estado.

x/z



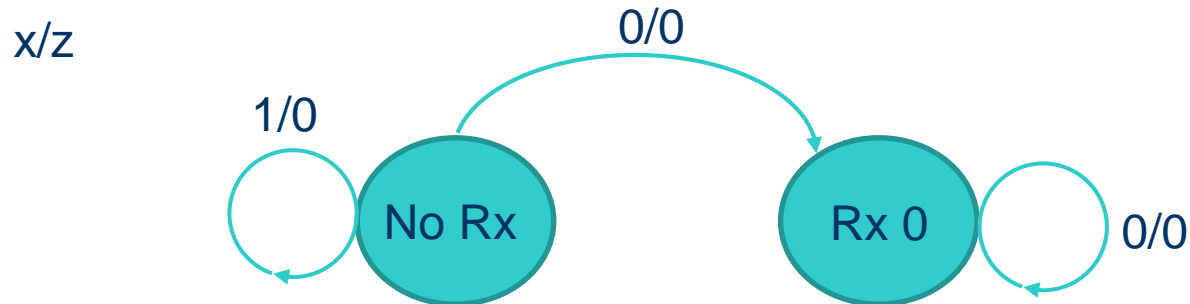
Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

- 4) Seleccione un estado inicial y para cada una de las posibles combinaciones de entrada, establezca la salida y el siguiente estado.



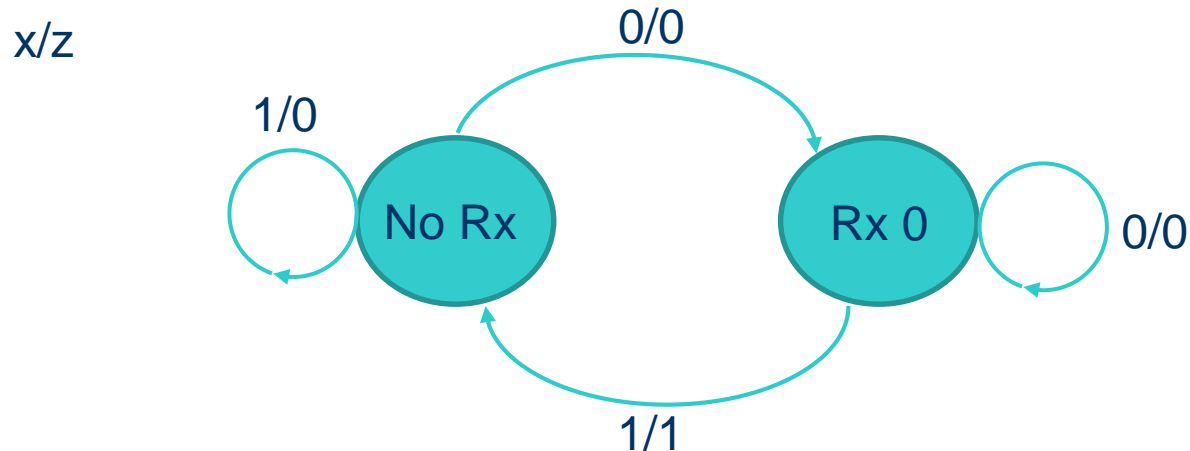
Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

- 4) Seleccione un estado inicial y para cada una de las posibles combinaciones de entrada, establezca la salida y el siguiente estado.



Reconocedor de Secuencia para la secuencia 01

- 4) Seleccione un estado inicial y para cada una de las posibles combinaciones de entrada, establezca la salida y el siguiente estado.



Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS

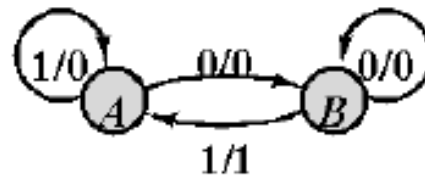
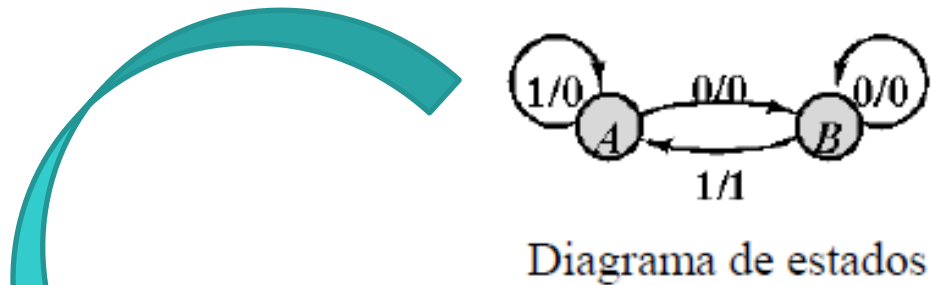


Diagrama de estados

Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS



	<i>x</i>	
	0	1
<i>A</i>	B/0	A/0
<i>B</i>	B/0	A/1

(a) State table

Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS

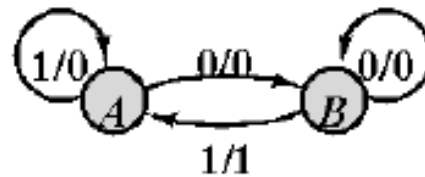
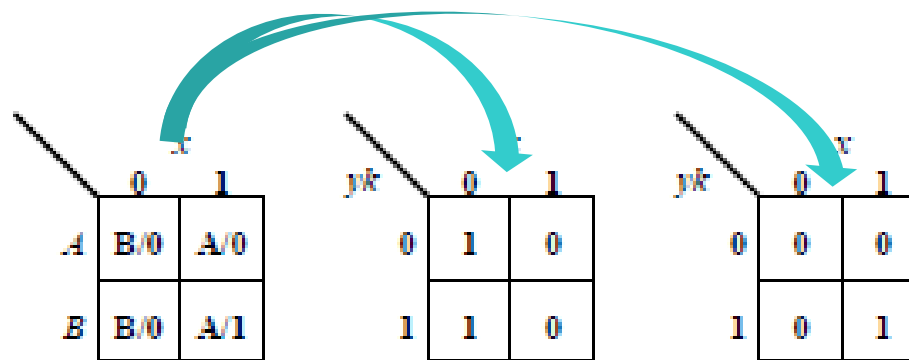


Diagrama de estados



(a) State table

(b) Transition table and output map

Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS

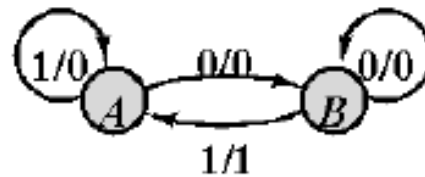


Diagrama de estados

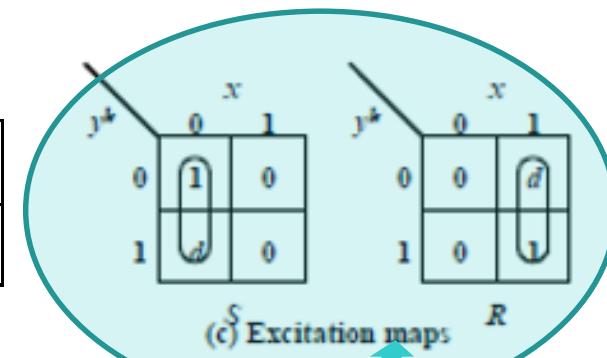
$$Y_{n+1} = \text{not}(x_n)$$

		x	
		0	1
	A	B/0	A/0
	B	B/0	A/1

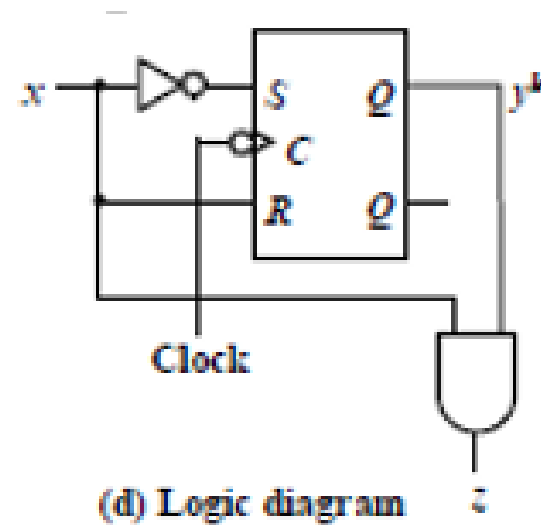
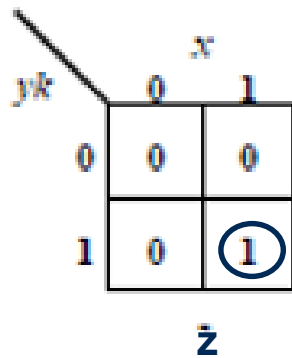
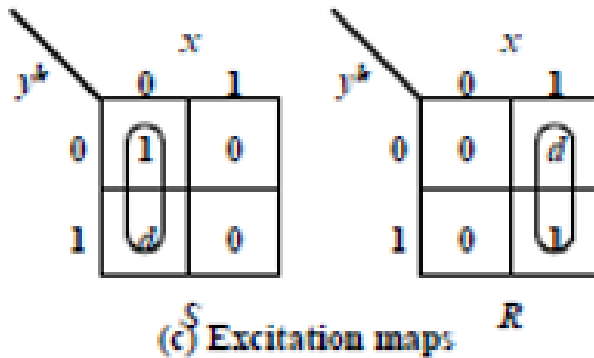
(a) State table

		x	
		0	1
y^k	0	1	0
	1	1	0

(b) Transition table and output z map



Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS

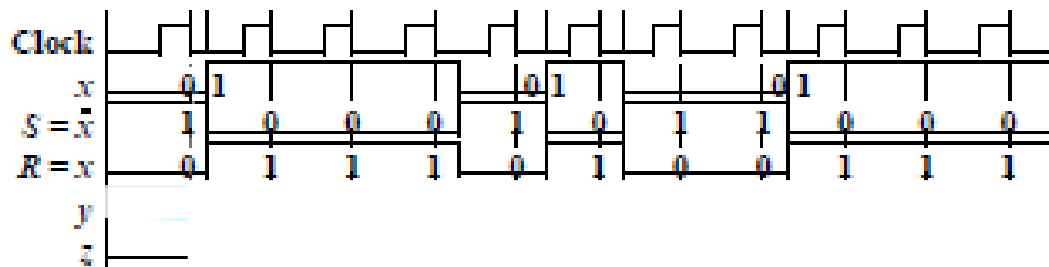
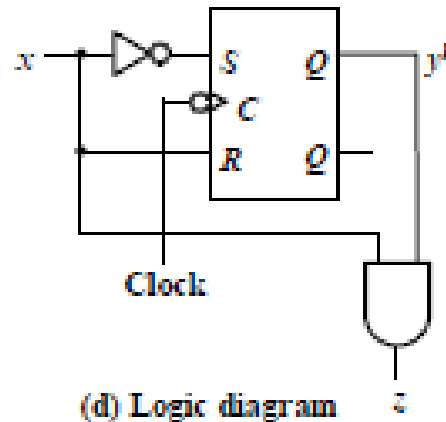
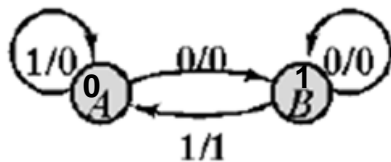


$$R=x$$

$$S=\bar{x}$$

$$z=x.y$$

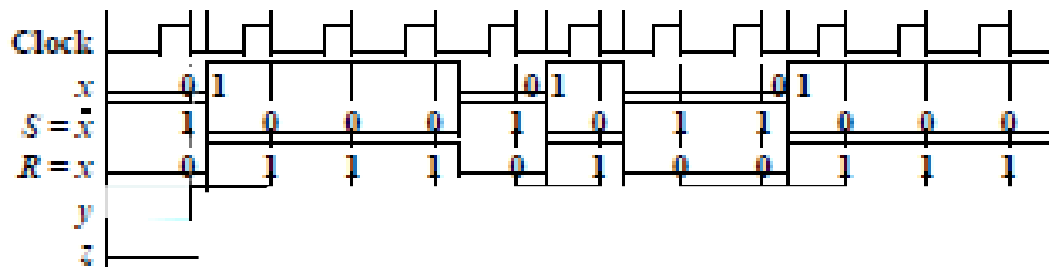
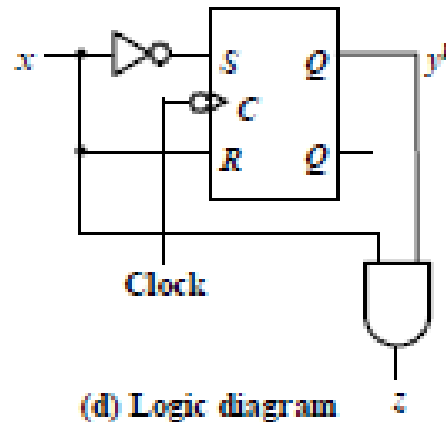
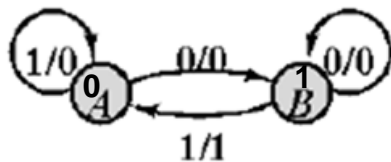
Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS



(e) Timing diagram

Diagrama
temporal

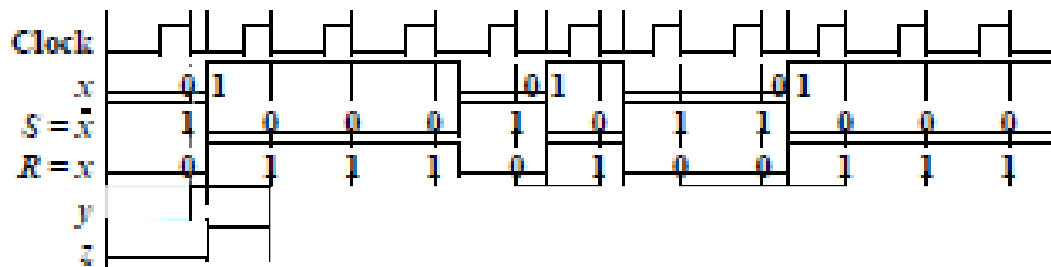
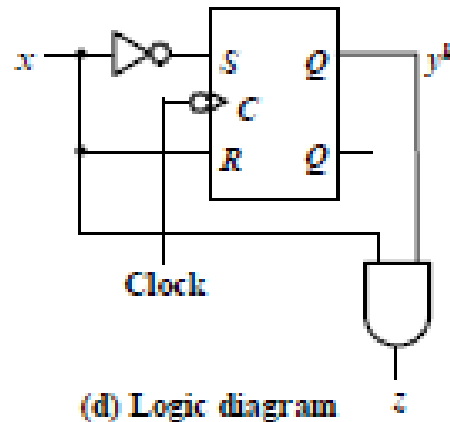
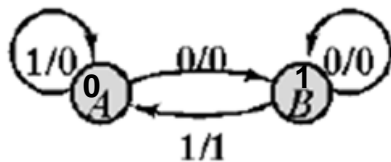
Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS



(e) Timing diagram

Diagrama temporal

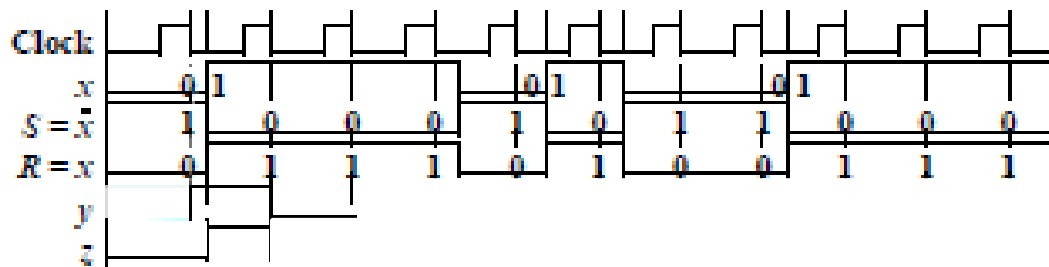
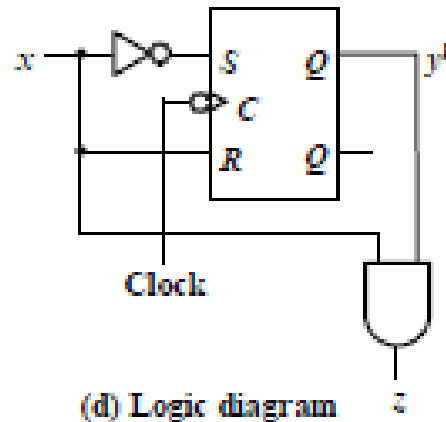
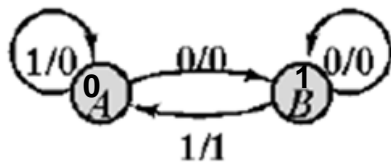
Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS



(e) Timing diagram

Diagrama
temporal

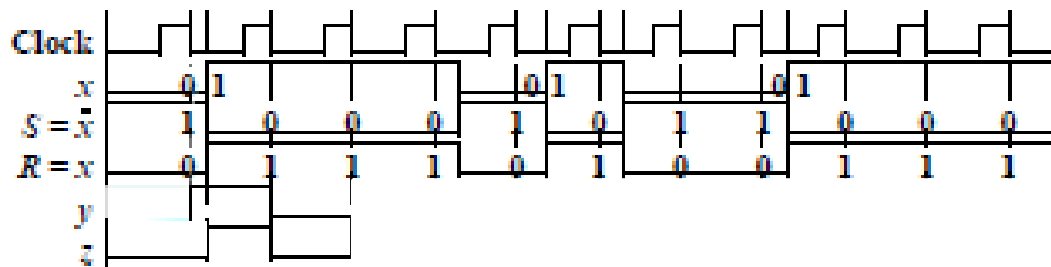
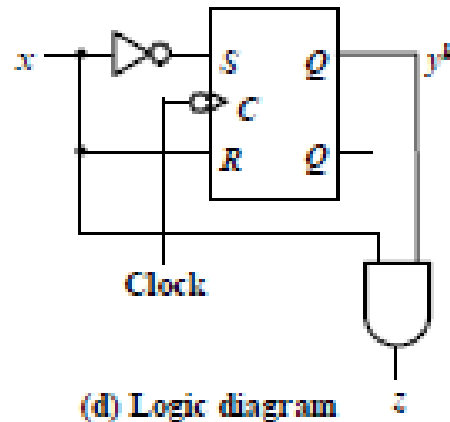
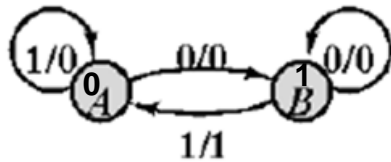
Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS



(e) Timing diagram

Diagrama
temporal

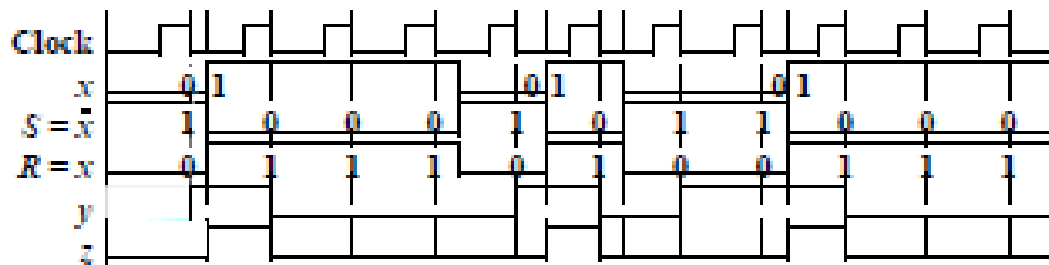
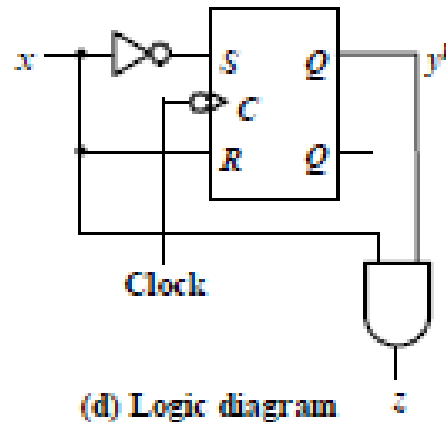
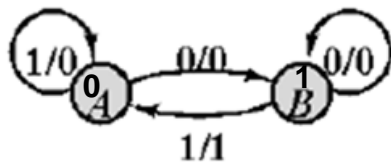
© 2015 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved. Pearson Education, Inc., 501 Boylston Street, Boston, MA 02116



(e) Timing diagram

Diagrama temporal


Síntesis del Reconocedor de “01” con Flip-flops RS



(e) Timing diagram

Diagrama temporal

¿Si usamos Flip-Flops T?



	x	
	0	1
y^k		
0	1	0
1	1	0

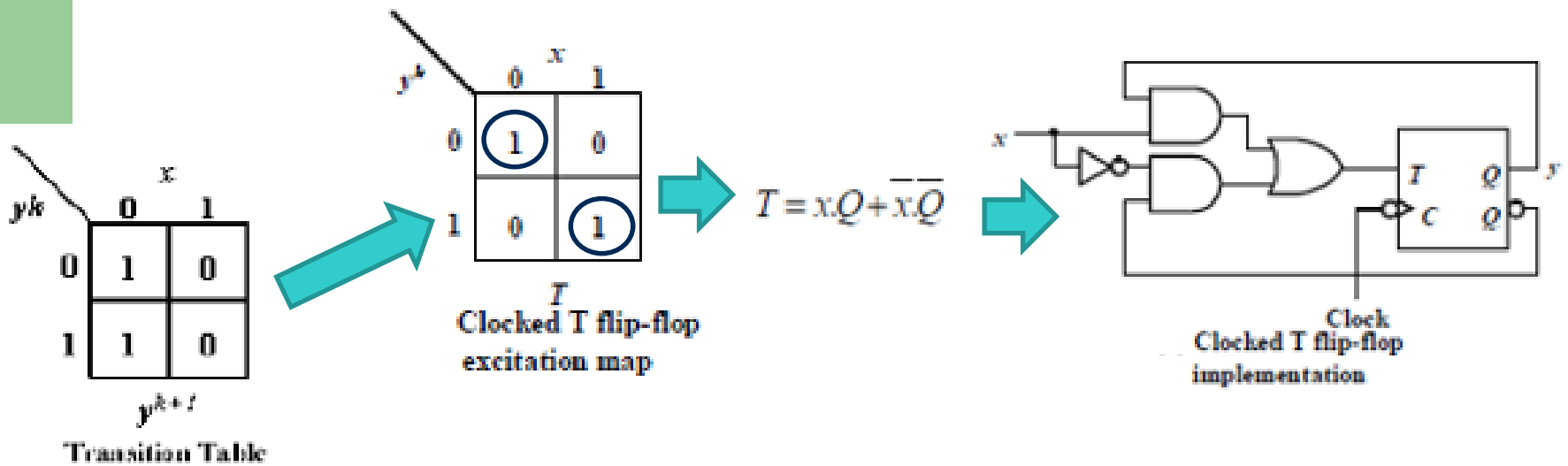
y^{k+1}

Transition Table

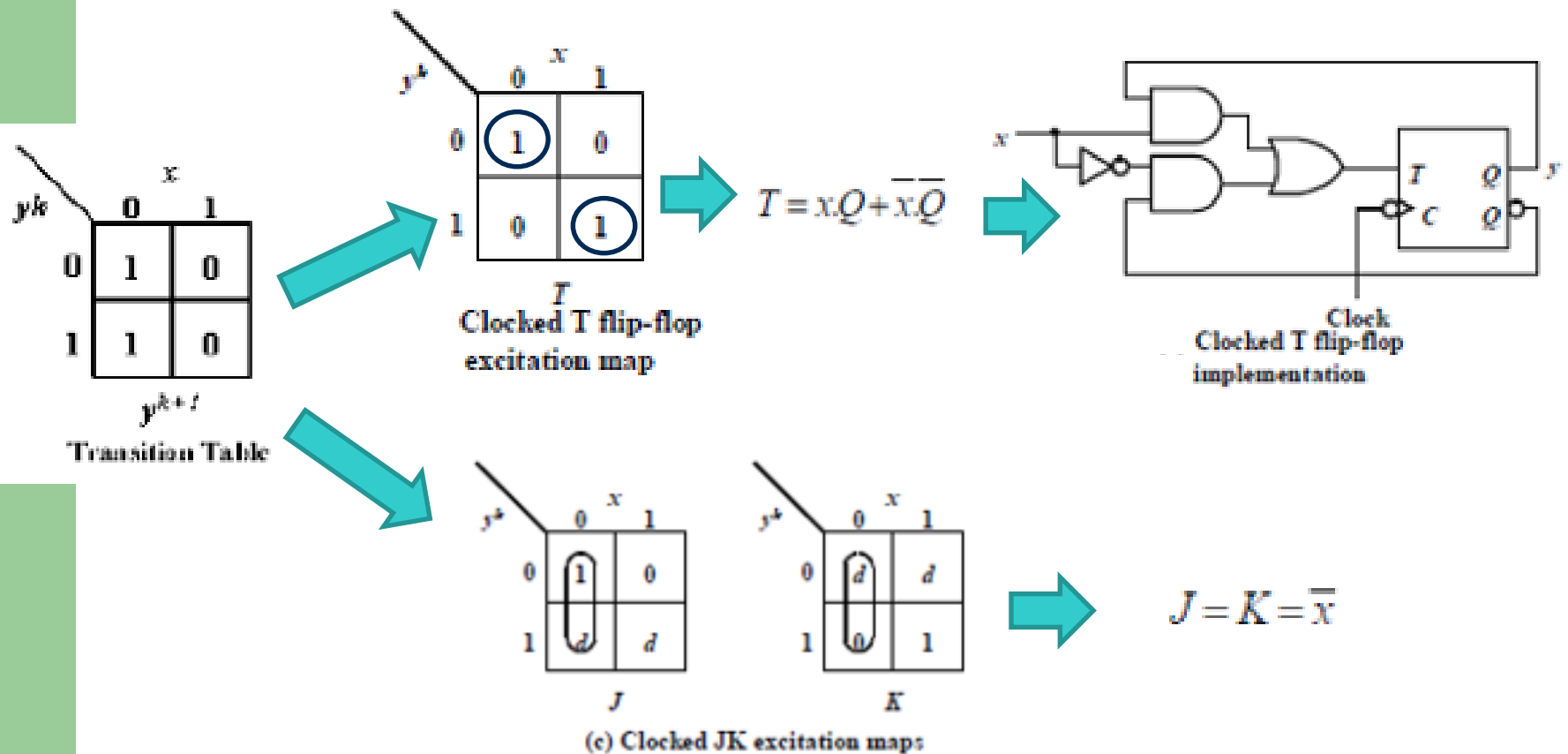
	x		
	0	1	x'
y^k			
0	1	0	
1	0	1	

T
Clocked T flip-flop
excitation map

¿Si usamos Flip-Flops JK?



¿Si usamos Flip-Flops JK?



Ejemplo. Circuito de memoria “no” finita

- Se debe detectar una secuencia de estados determinada para producir la salida correcta en el instante t y luego no emitir ninguna otra salida sin importar las siguientes entradas con excepción de las entradas de Reset, Clear o Restauración.

Ejemplo. Circuito de memoria “no” finita

- Se debe detectar una secuencia de estados determinada para producir la salida correcta en el instante t y luego no emitir ninguna otra salida sin importar las siguientes entradas con excepción de las entradas de Reset, Clear o Restauración.
- Debe recordar una secuencia particular que puede haber ocurrido en algún tiempo remoto en el pasado.

Ejemplo. Circuito de memoria “no” finita

- Se debe detectar una secuencia de estados determinada para producir la salida correcta en el instante t y luego no emitir ninguna otra salida sin importar las siguientes entradas con excepción de las entradas de Reset, Clear o Restauración.
- Debe recordar una secuencia particular que puede haber ocurrido en algún tiempo remoto en el pasado.
- Poseen un estado de “Restauración” o “Reset”, al cual puede volver el circuito en una sola operación.

Ejemplo: Circuito de memoria no-finita

- Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”
- Se Resetea con “11”

Ejemplo: Circuito de memoria no-finita

- Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”
- Se Resetea con “11”

Paso 1: Maquina de Mealy

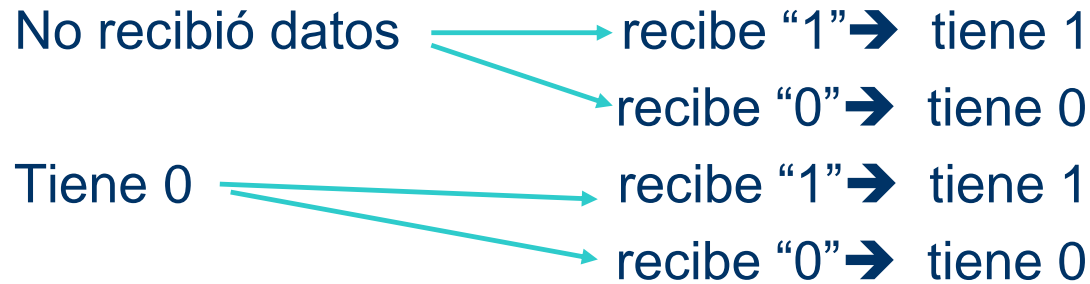
Ejemplo: Circuito de memoria no-finita

- Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”
- Se Resetea con “11”

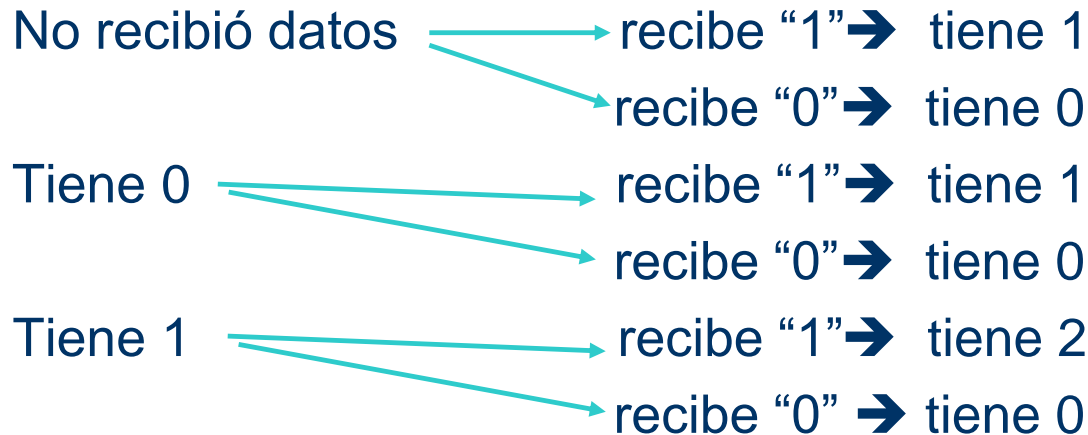
Paso 1: Maquina de Mealy

Paso 2: 1 entrada (x recibe secuencia y resetea) y 1 salida (z).

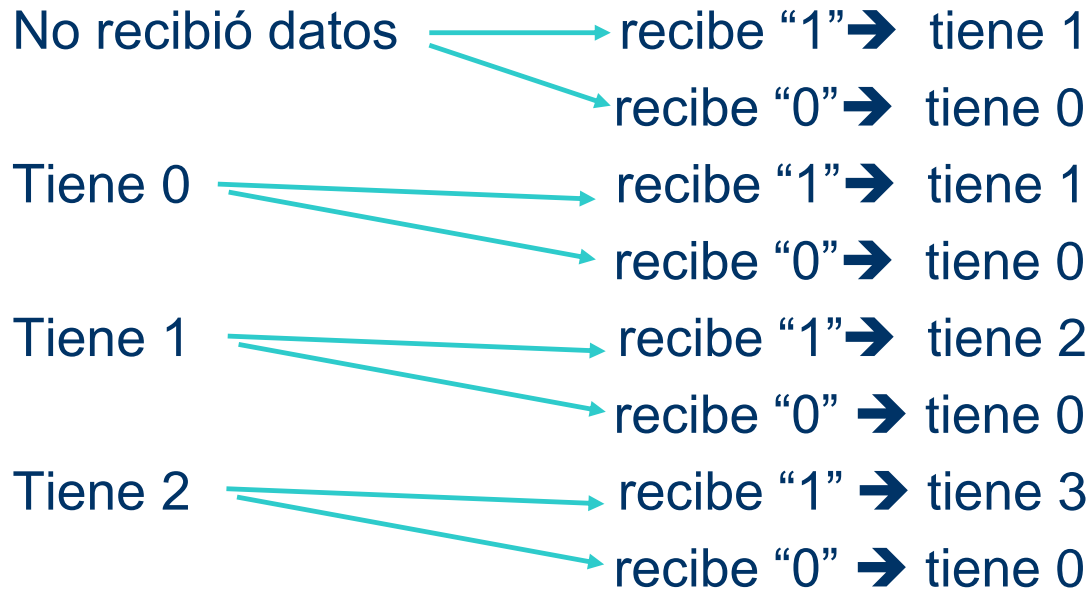
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”



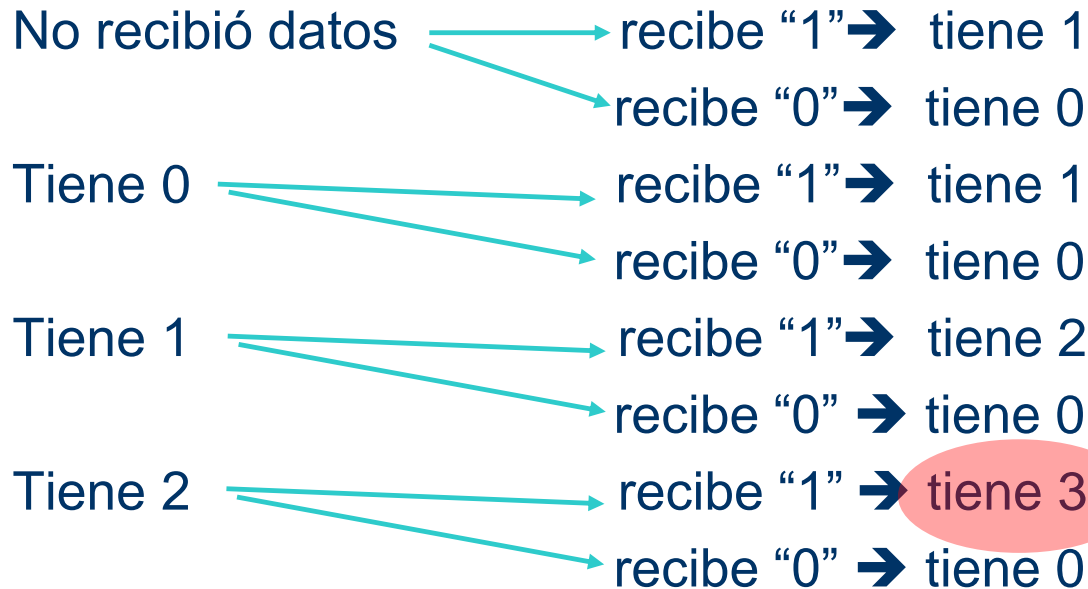
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”



Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

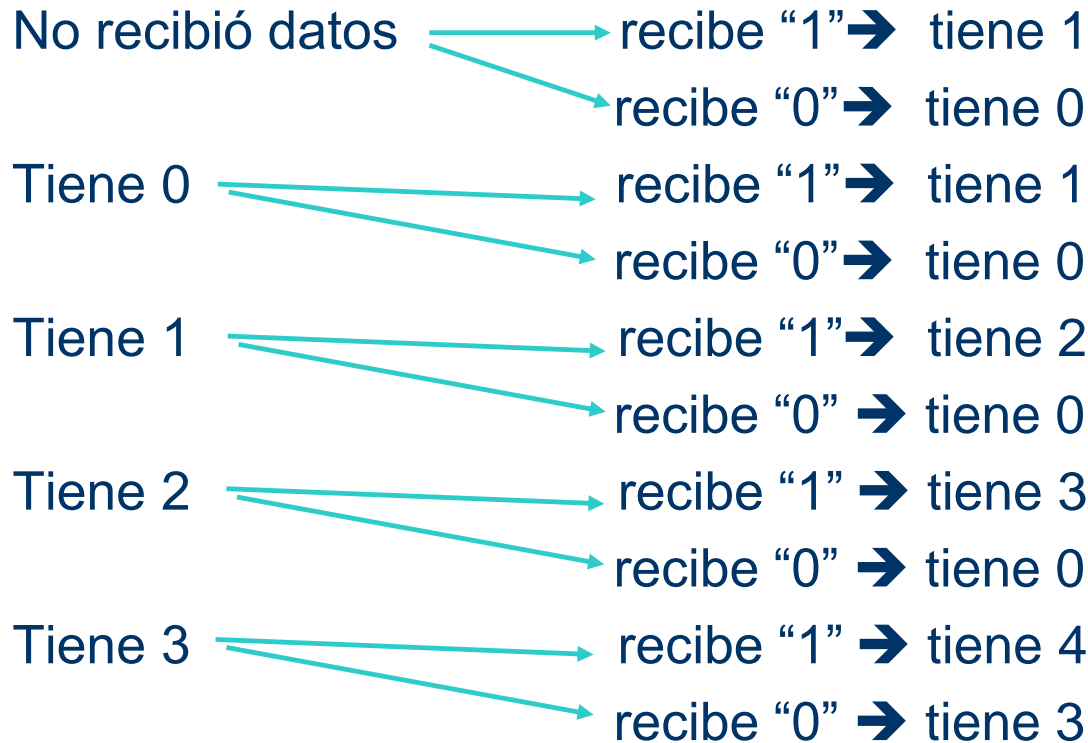


Circuito de memoria no-finita: un Detector de "111"

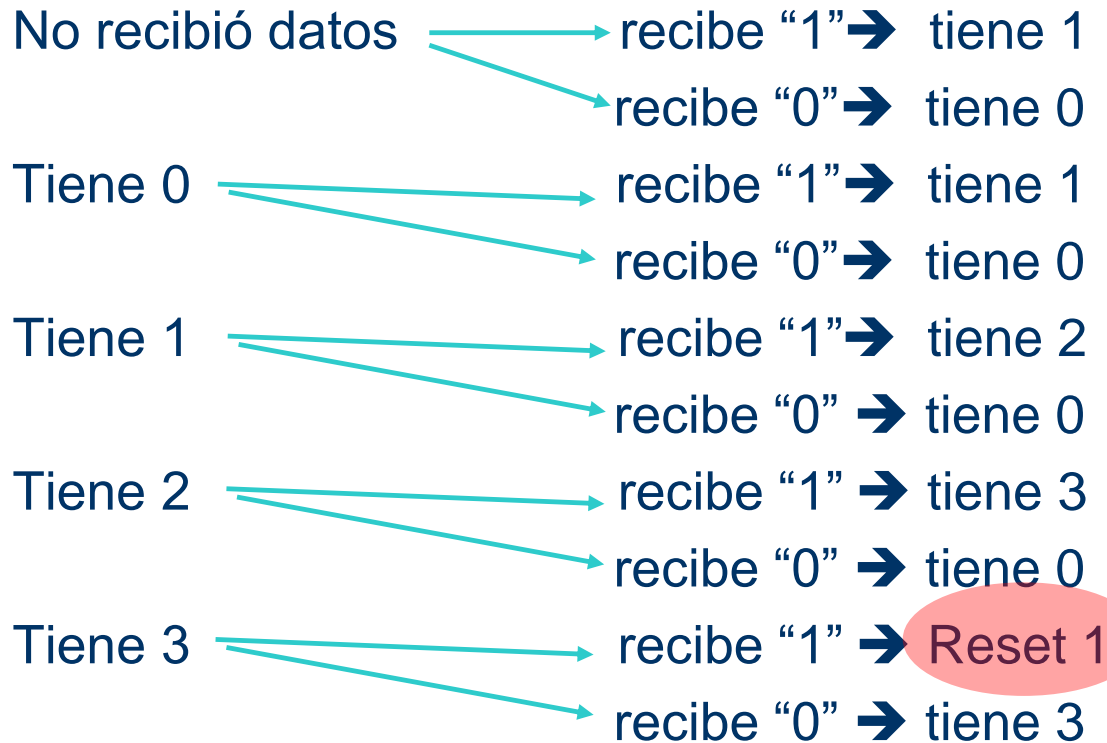


Detecto la
secuencia
"111"

Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

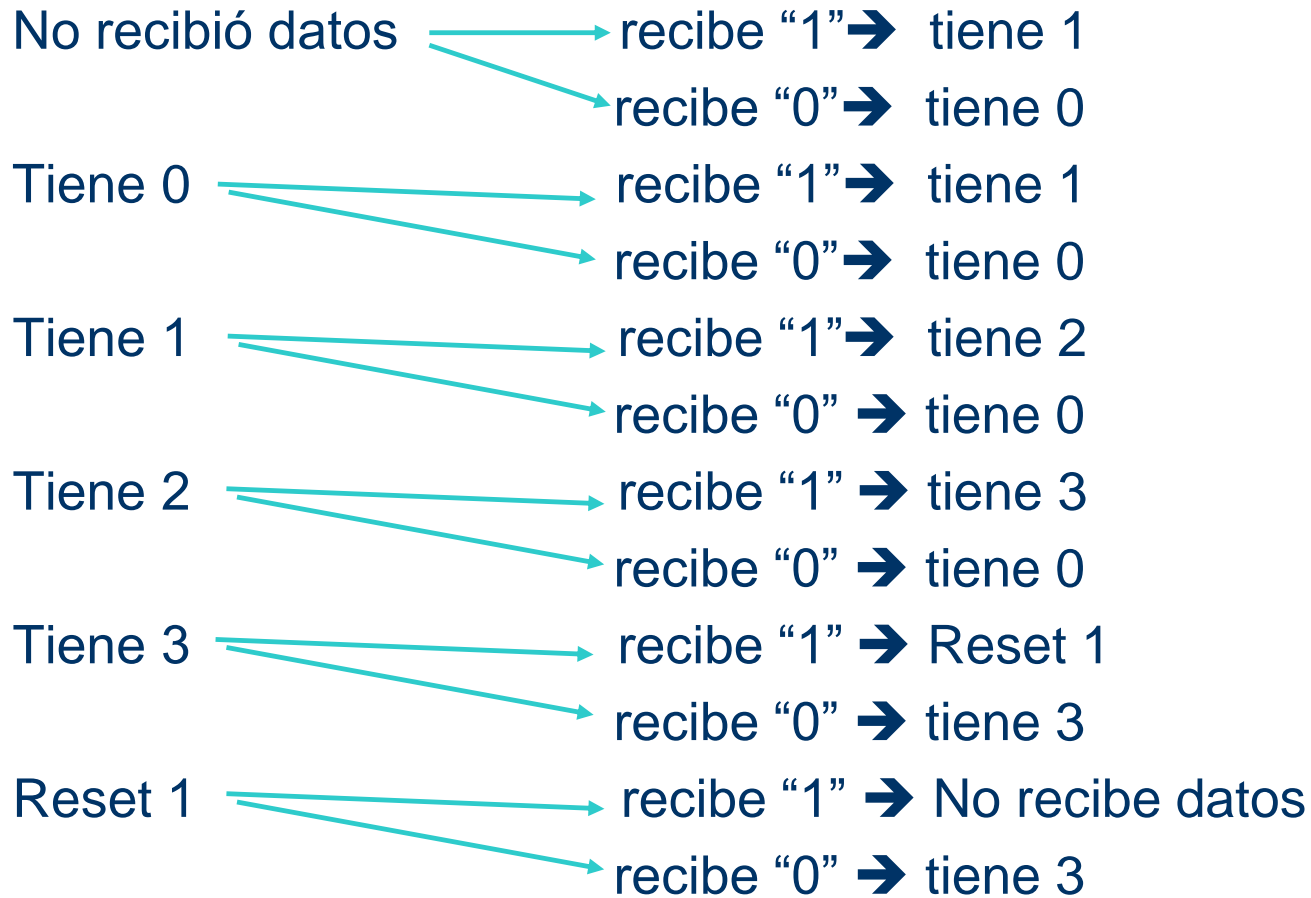


Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

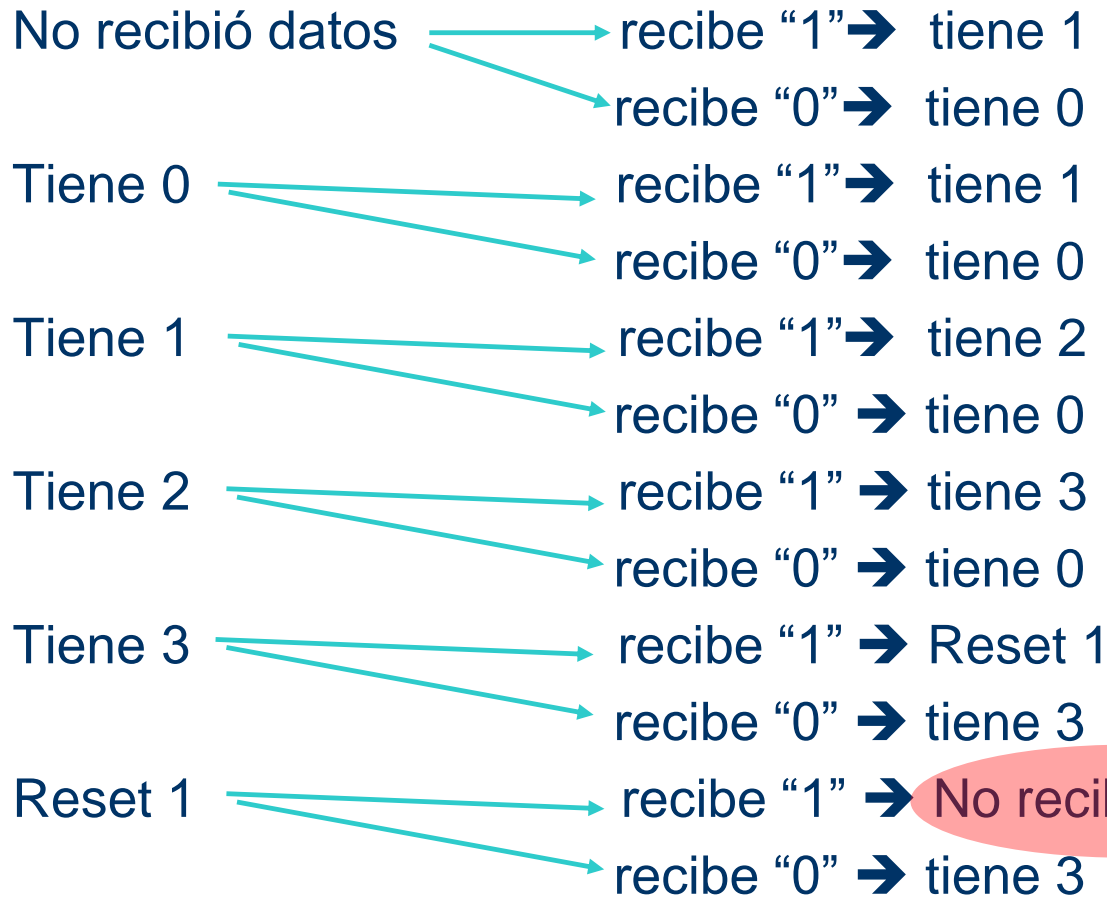


Primer
paso hacia
el Reset
“11”

Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”



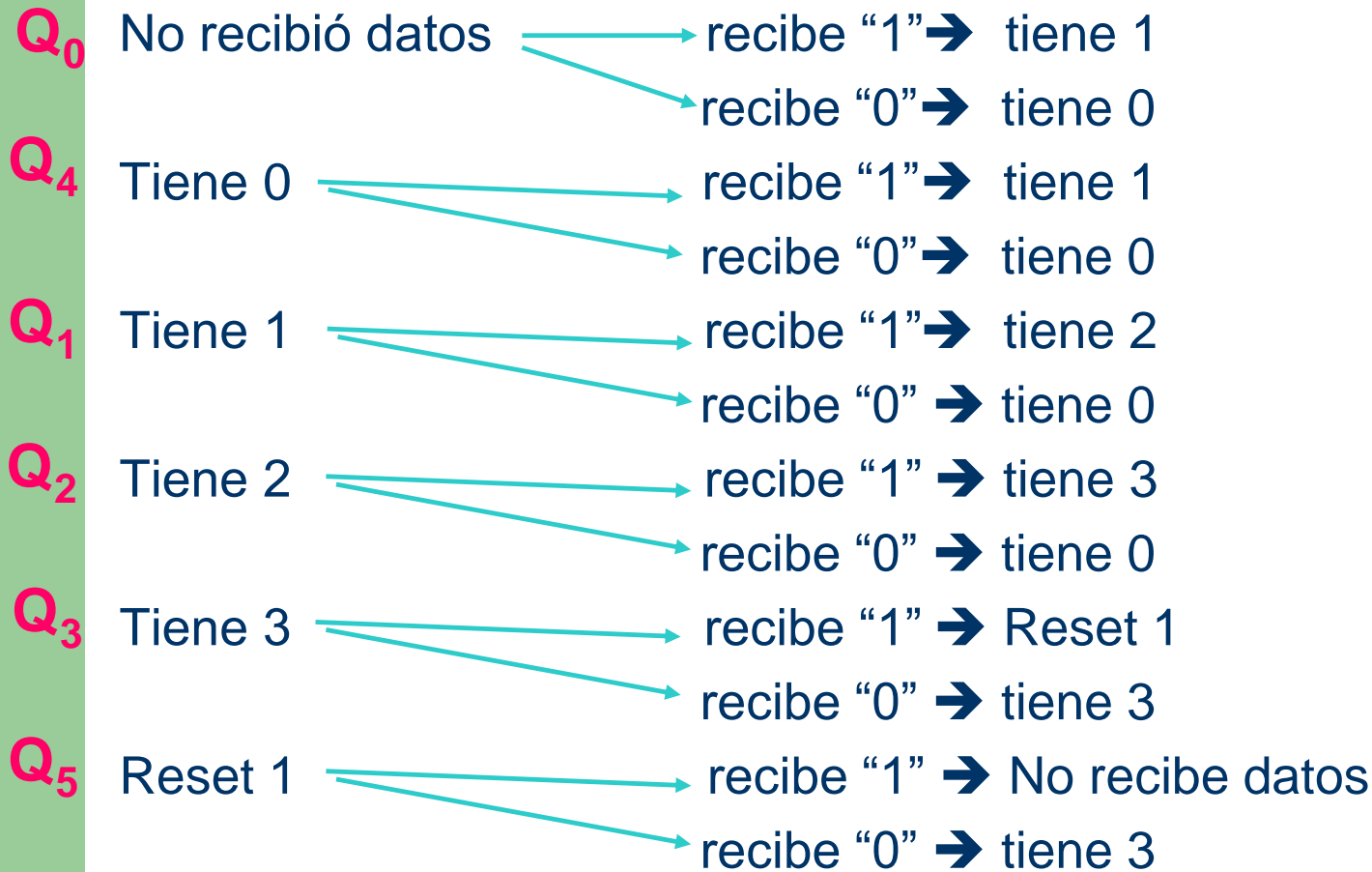
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”



Se resetea

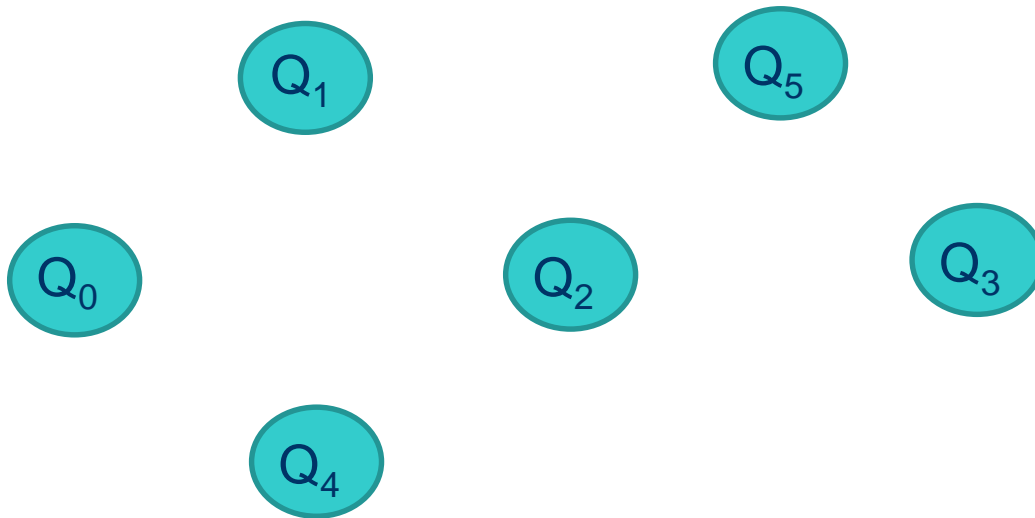


Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”



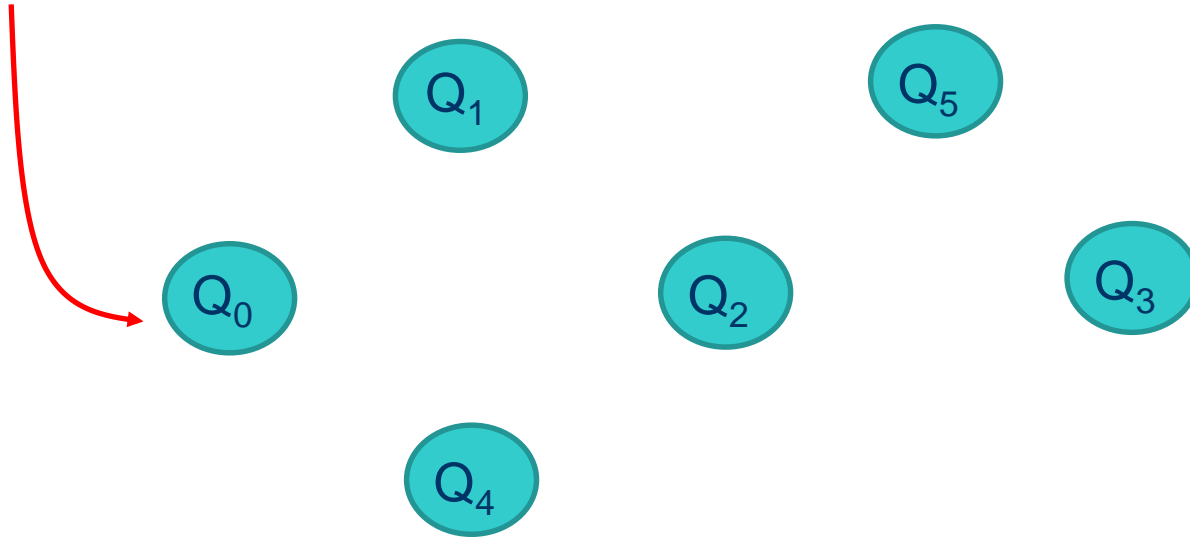
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



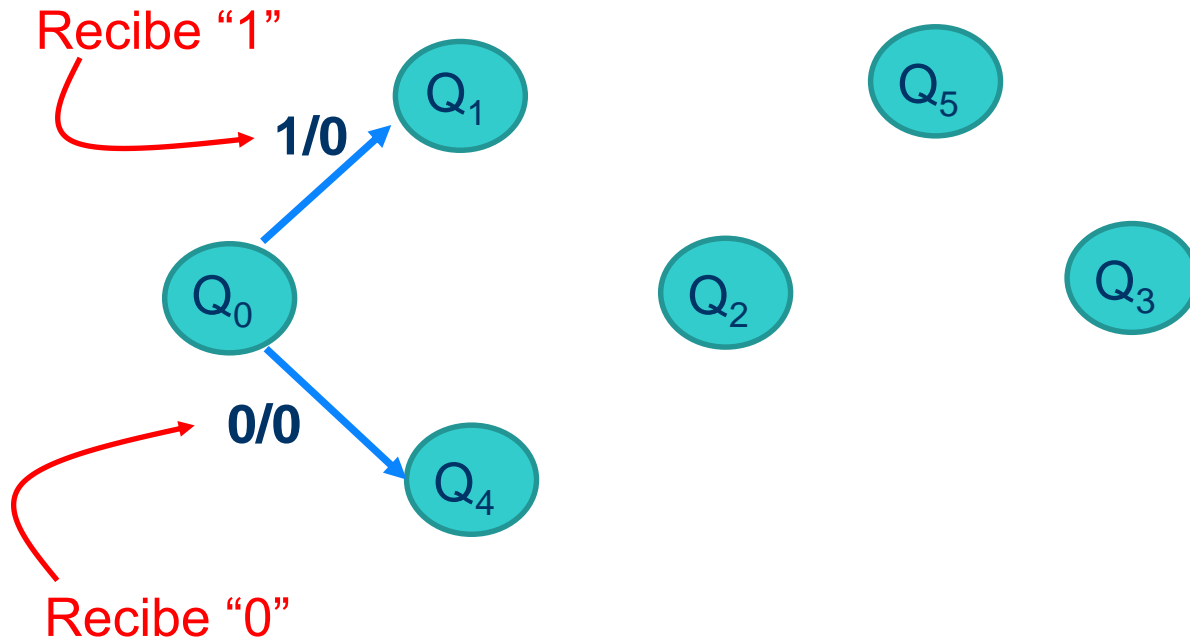
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

Estado inicial no recibió dato



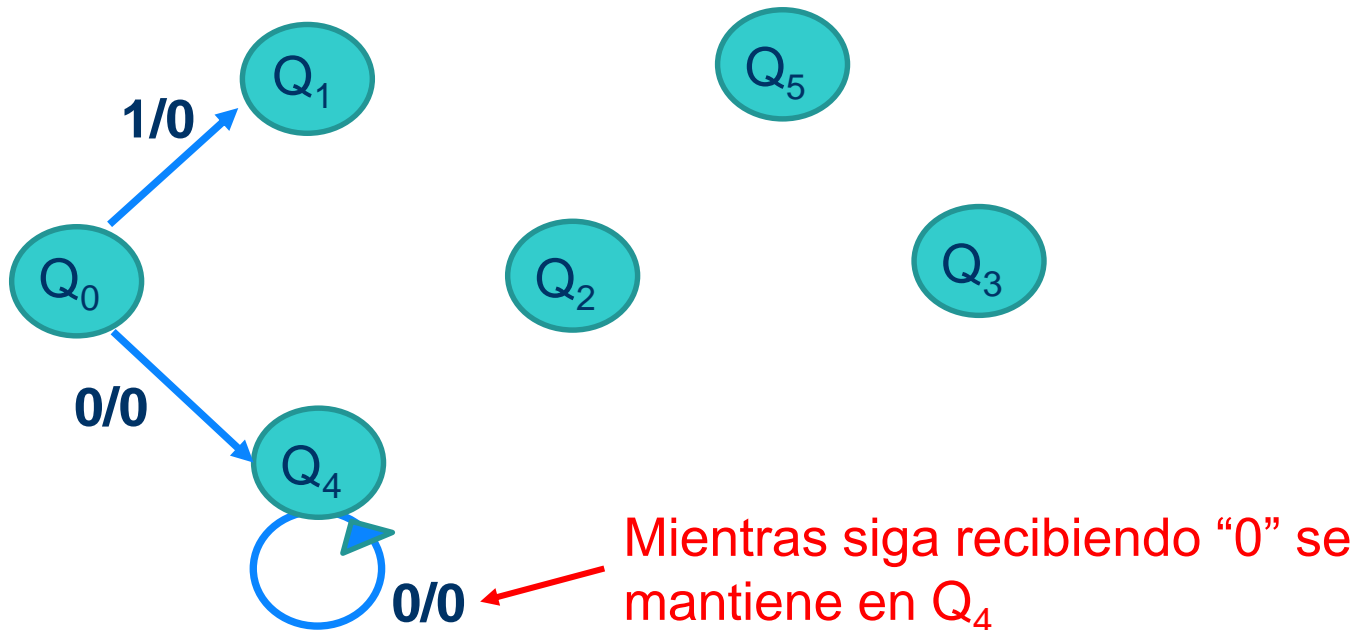
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



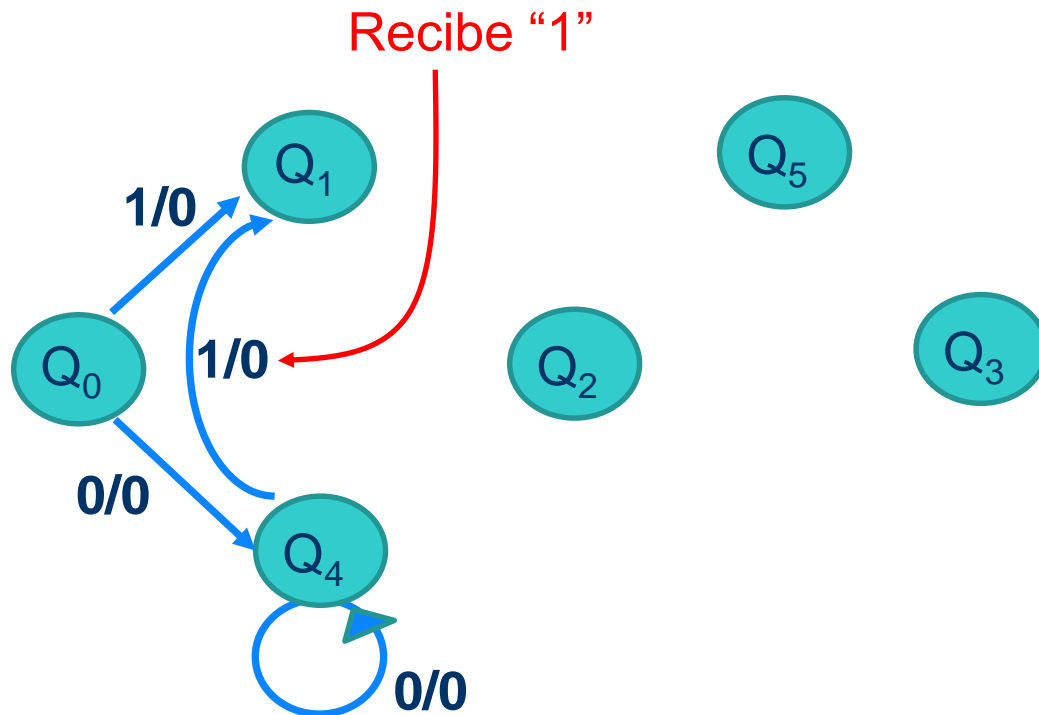
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



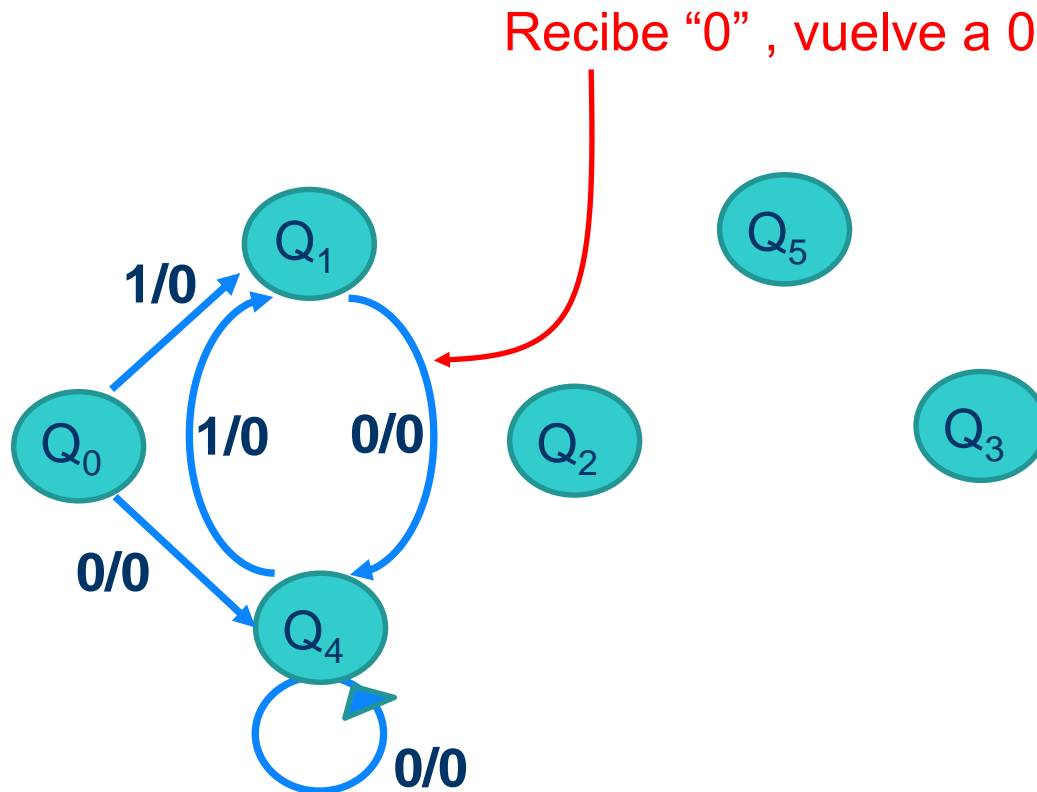
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



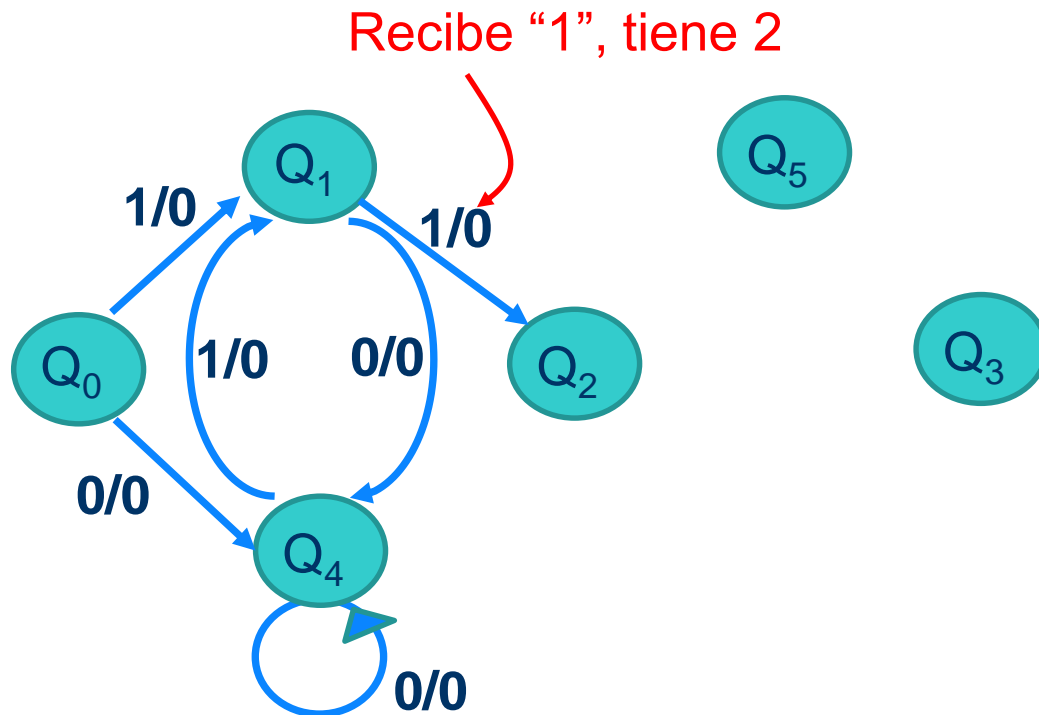
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



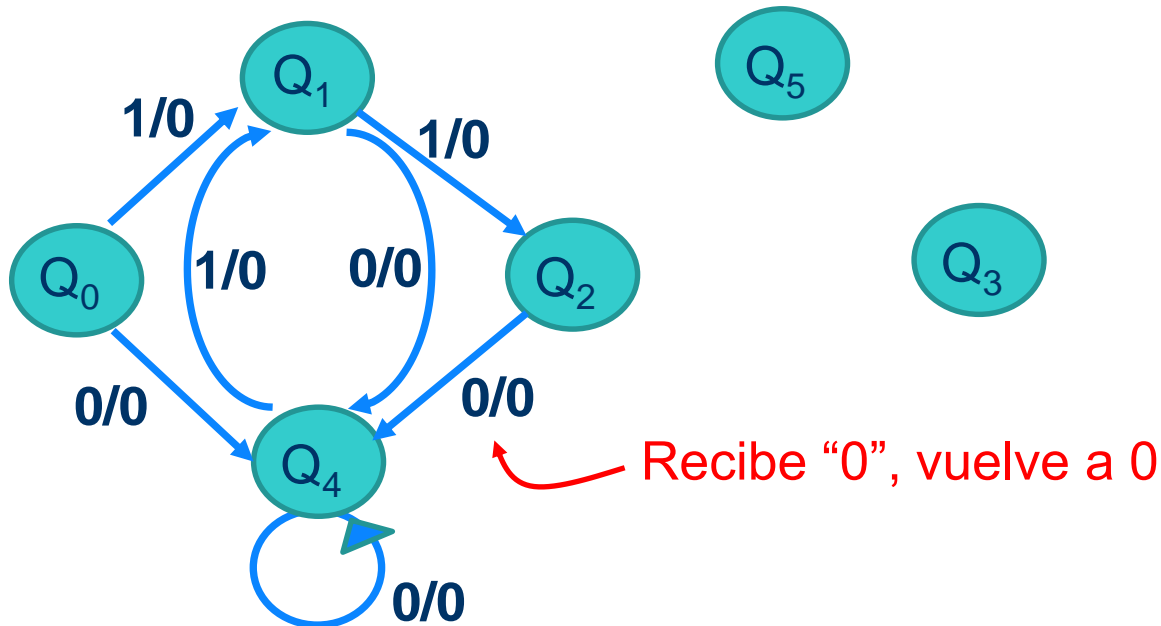
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



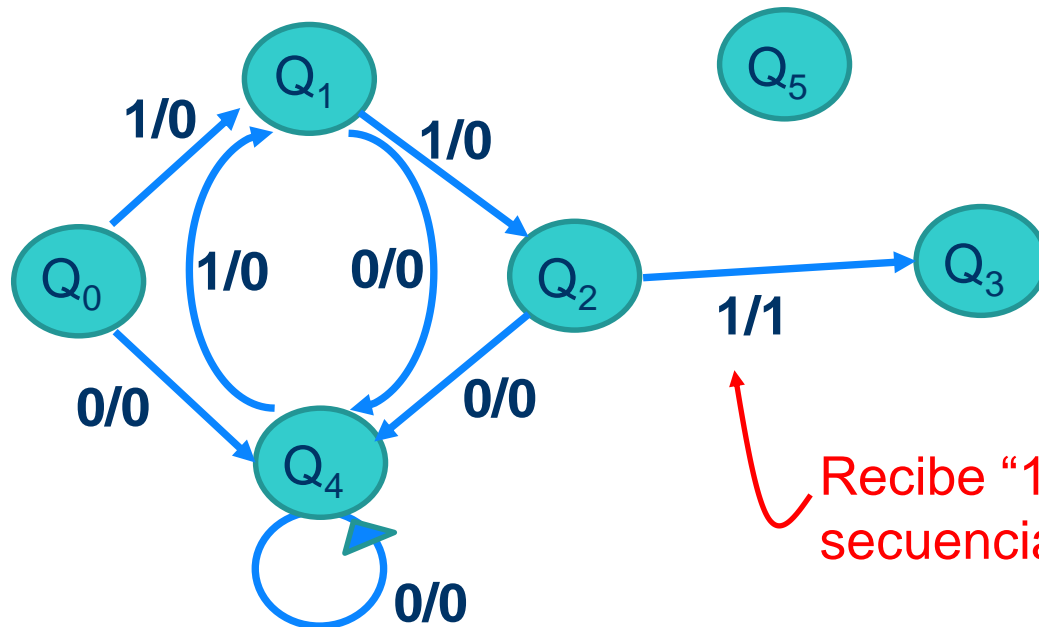
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

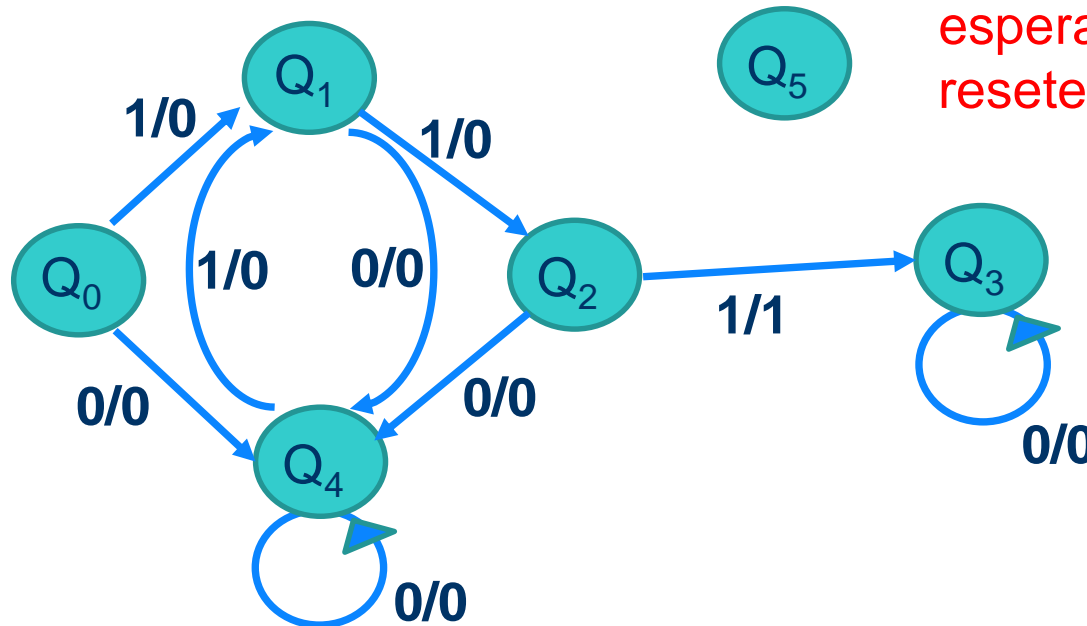
x/z



Recibe “1”, detecto la
secuencia

Circuito de memoria no-finita: un Detector de "111"

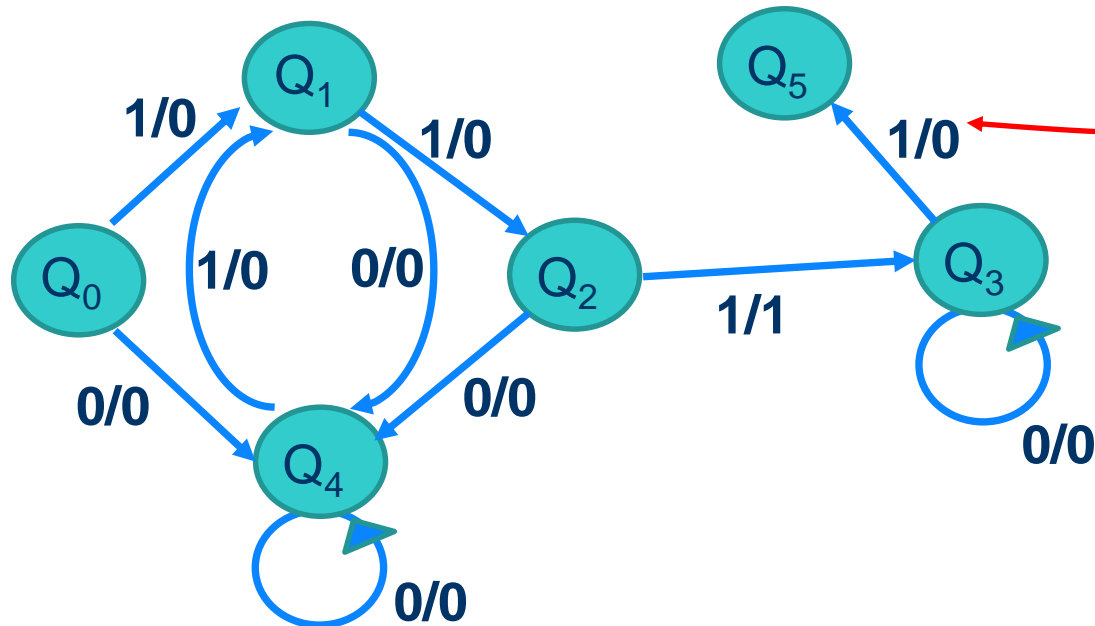
x/z



Recibe "0", detecto la secuencia y se queda esperando que lo reseteen con "11"

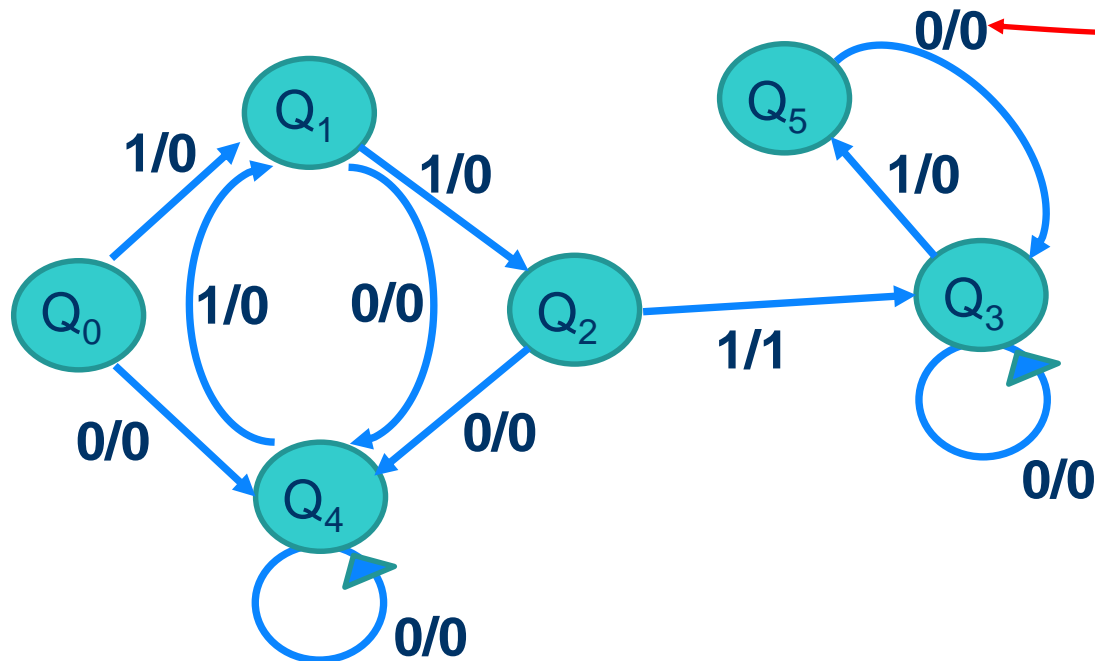
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z



Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

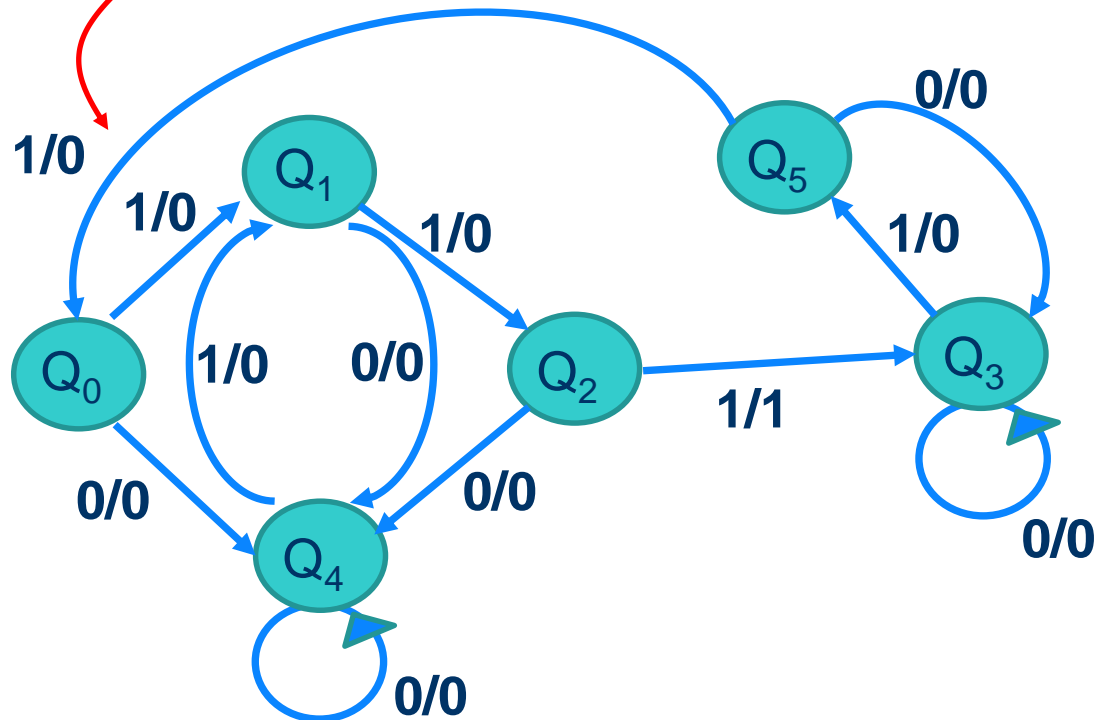
x/z



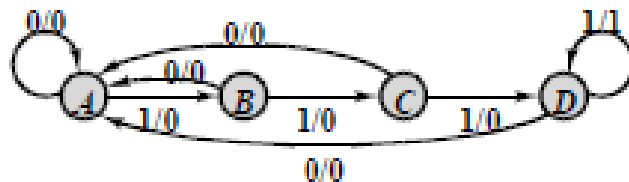
Circuito de memoria no-finita: un Detector de “111”

x/z

Recibe “1”, se resetea



Síntesis de un Reconocedor para la Secuencia 1111



(a) State diagram

	x	
	0	1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
D	A/0	D/1
C	A/0	D/0

(b) State table

Otro ejemplo de un circuito de “memoria no finita”, sin secuencia de reset (un cero a partir del estado D devuelve el circuito a su estado inicial)

	x	
$y_1^k y_2^k$	0	1
00	00	01
01	00	10
11	00	11
10	00	11

$y_1^{k+1} y_2^{k+1}$
(c) Transition table

	x	
$y_1^k y_2^k$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	Ⓟ
10	0	0

z
(d) Output map

Realización RS del Reconocedor de 1111

$y_1^k y_2^k \backslash x$	0	1
00	00	01
01	00	10
11	00	11
10	00	11

$y_1^{k+1} y_2^{k+1}$
Transition table

$y_1^k y_2^k \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	d
10	0	d

S_1

$y_1^k y_2^k \backslash x$	0	1
00	d	d
01	d	0
11	1	0
10	1	0

R_1

$$S_1 = x \cdot y_2$$

$$R_1 = \bar{x}$$

(1 AND x 2 ent. y 1 INV)

$y_1^k y_2^k \backslash x$	0	1
00	0	1
01	0	0
11	0	d
10	0	1

S_2

$y_1^k y_2^k \backslash x$	0	1
00	d	1
01	1	1
11	1	0
10	d	0

R_2

$$S_2 = x \cdot \bar{y}_2$$

$$R_2 = \bar{x} + \bar{y}_1 \cdot y_2$$

(2 AND x 2 ent. c/u +
1 OR x 2 ent. y 3 INV)

Realización con FF's T y JK del Reconocedor de 1111

$y_1^k y_2^k$	x	
	0	1
00	00	01
01	00	10
11	00	11
10	00	11

$y_1^{k+1} y_2^{k+1}$

Transition table

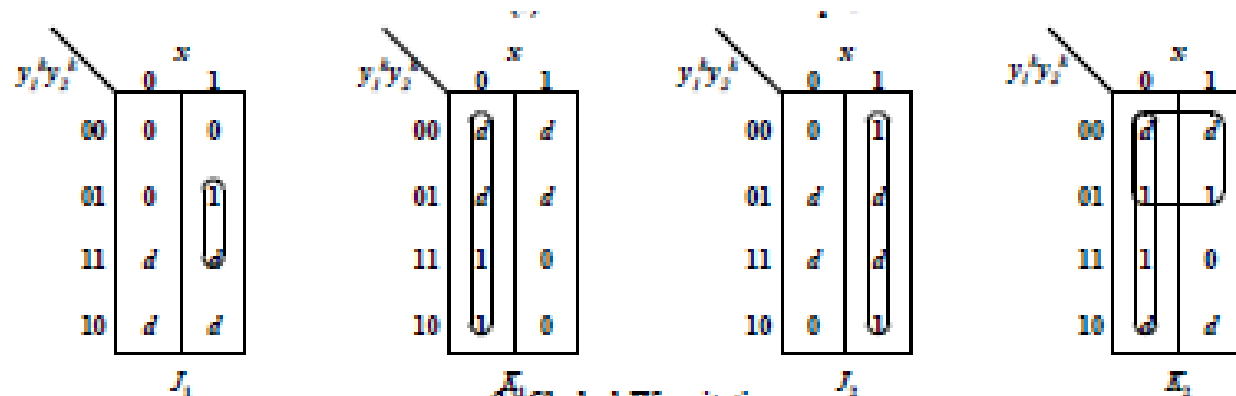
$y_1^k y_2^k$	x	
	0	1
00	0	0
01	0	0
11	1	0
10	1	0

(a) Clocked T excitation map T_i

$y_1^k y_2^k$	x	
	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	0	1

1 AND x 3 ent. +
 4 AND x 2 ent. c/u
 (¡con FFs T da mejor
 que con RS!)

Realización con FF's T y JK del Reconocedor de 1111



2 INV +
2 AND x 2 ent. c/u
(la mejor opción)

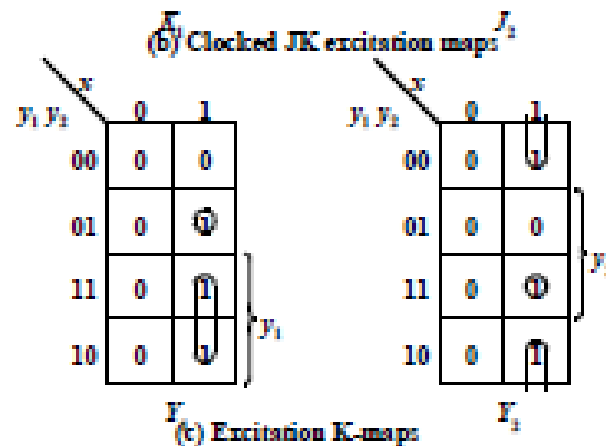
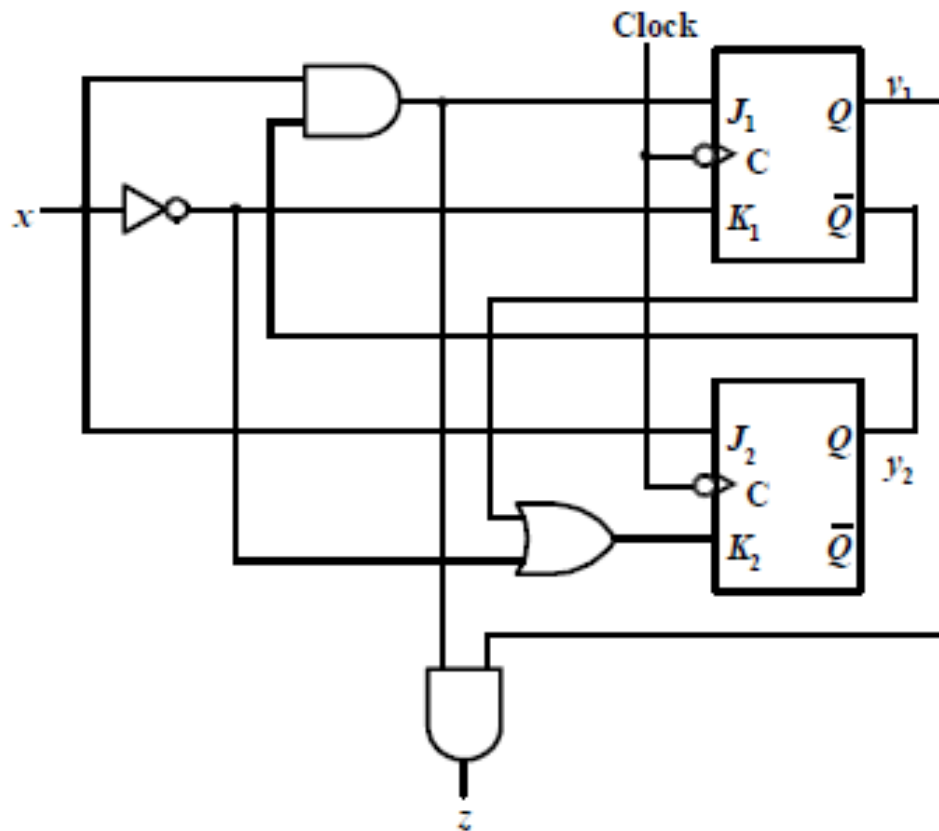
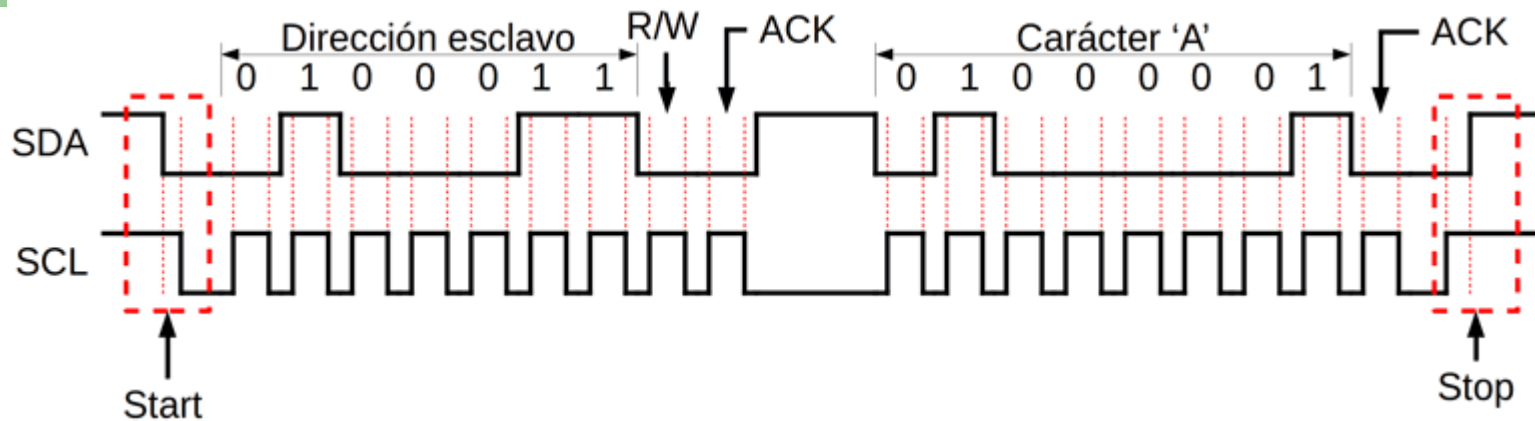
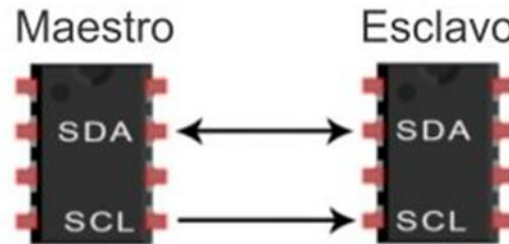


Diagrama circuital del Reconocedor de 1111 con FF-JK



Comunicación serie I²C (Inter-Integrated Circuit)



Comunicación serie I²C (Inter-Integrated Circuit)

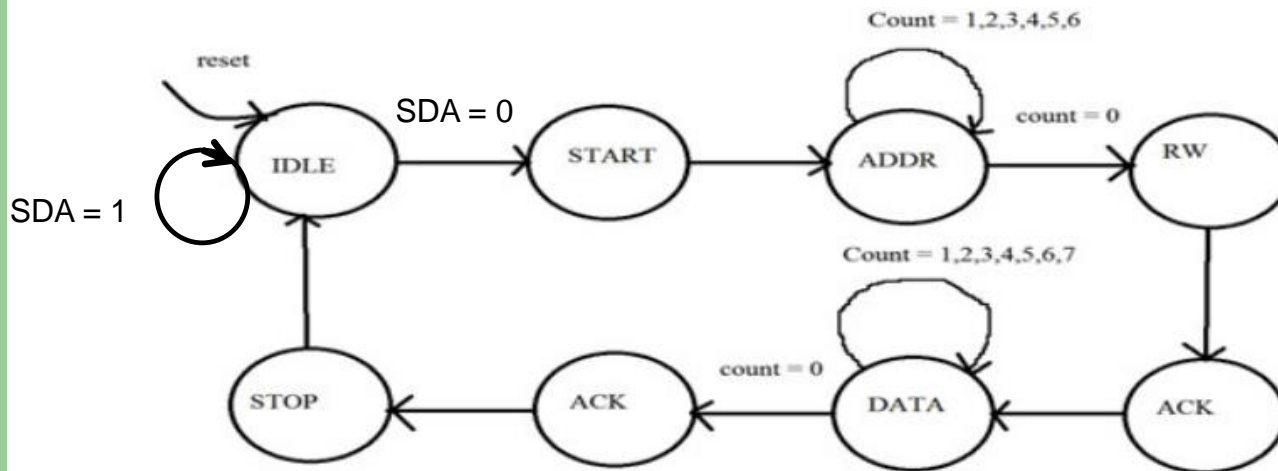
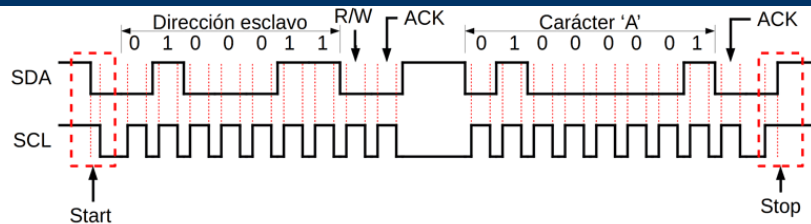


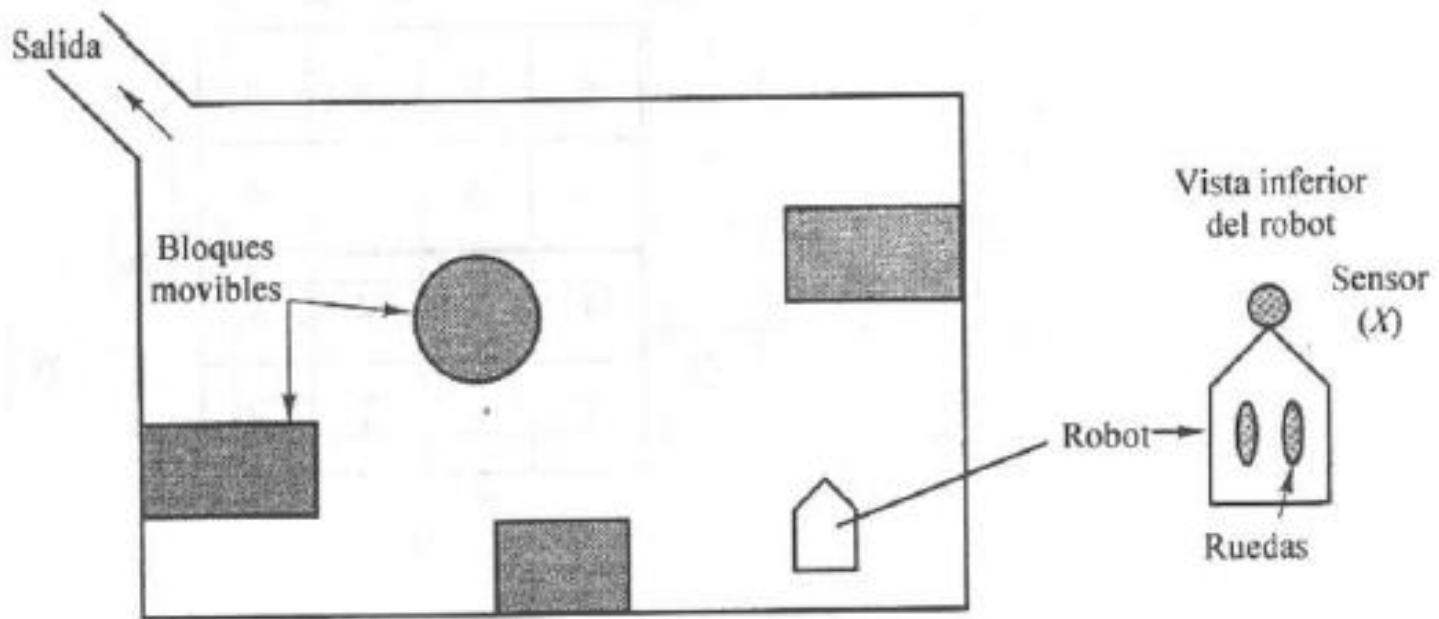
Figure 3. Proposed Finite State Machine Diagram

¿Qué es un “Controlador”?

- ¿Qué es? Es una máquina secuencial (sincrónica o asincrónica)
- ¿Qué hace? Es capaz de generar las señales de salida adecuadas
- ¿Para qué? Para controlar un proceso
- ¿Cuándo? En los instantes adecuados

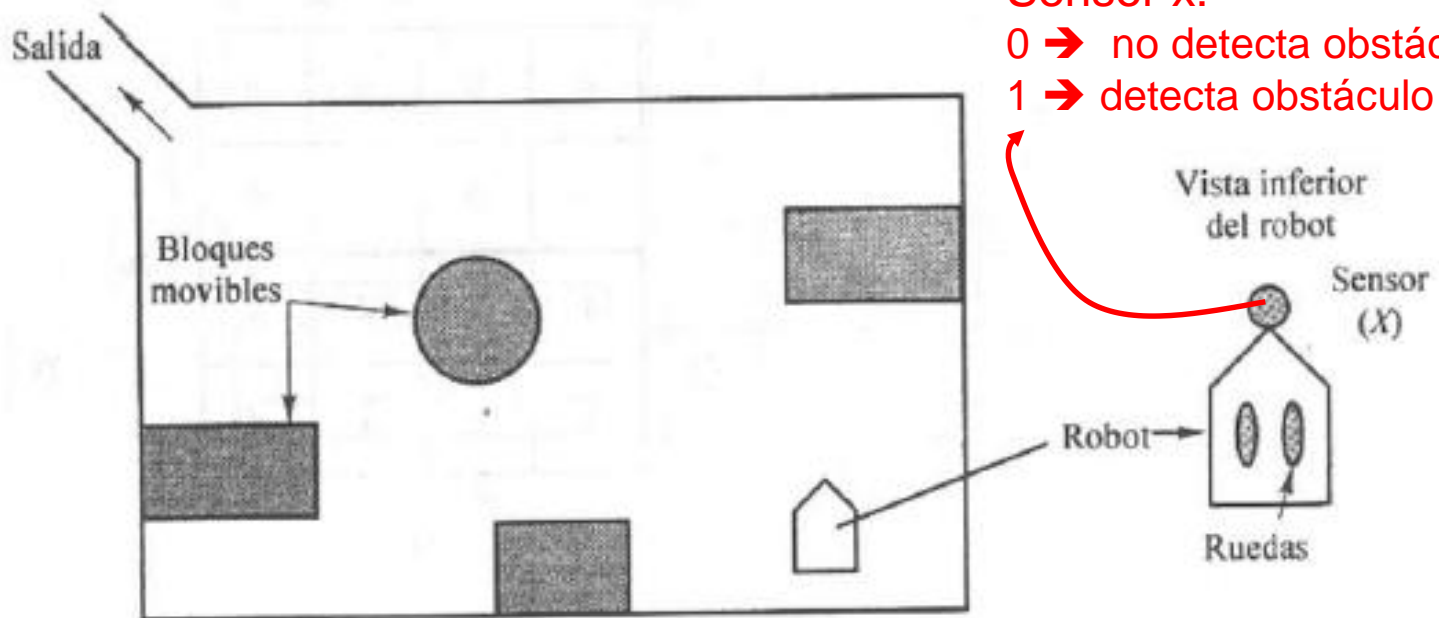
Ejemplo: Controlador de Robot con obstáculos

Diseñar el controlador para que el robot encuentre la salida del laberinto.



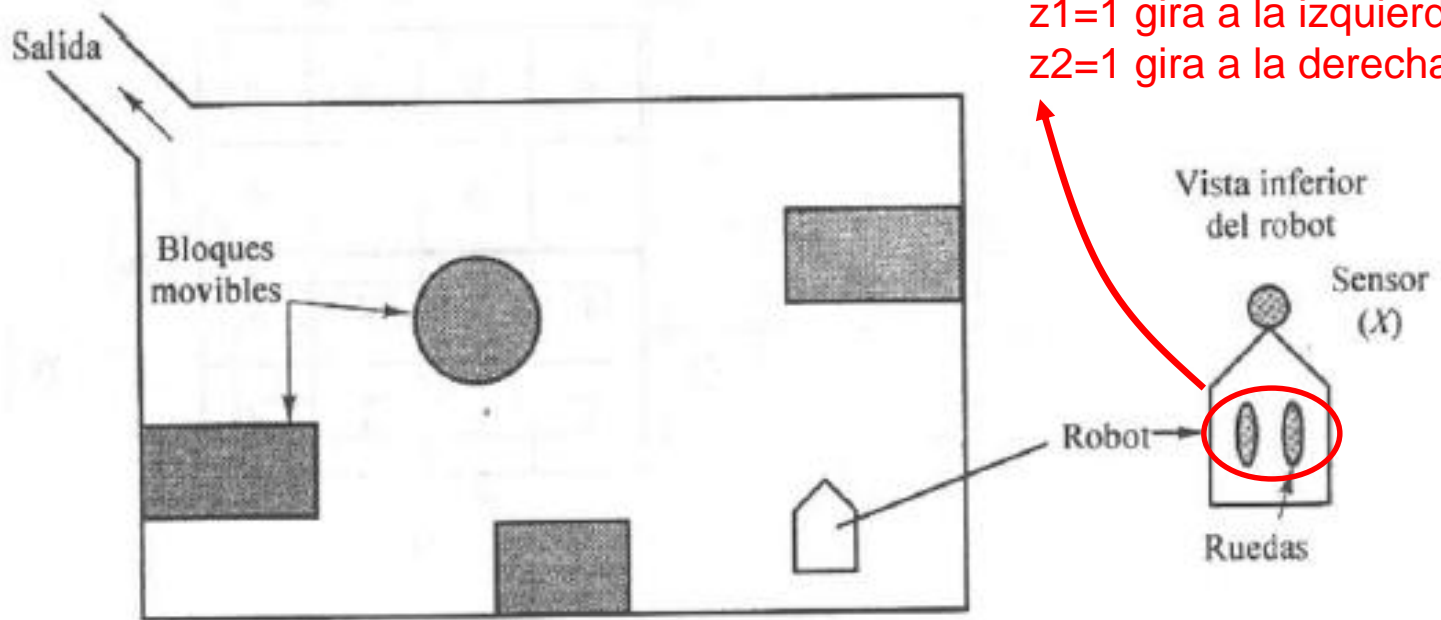
Ejemplo: Controlador de Robot con obstáculos

Diseñar el controlador para que el robot encuentre la salida del laberinto.



Ejemplo: Controlador de Robot con obstáculos

Diseñar el controlador para que el robot encuentre la salida del laberinto.



Ejemplo: Controlador de Robot con obstáculos

Diseñar el controlador para que el robot encuentre la salida del laberinto.

¿Cómo se debe comportar?

Cuando se encuentra un obstáculo deberá girar hacia la derecha hasta no detectar más obstáculos. La siguiente vez que detecte obstáculo debe girar hacia la izquierda hasta que no detecte mas obstáculos, y así sucesivamente.

Ejemplo: Controlador de Robot con obstáculos

Diseñar el controlador para que el robot encuentre la salida del laberinto.

- Mealy
- Entrada x (sensor), salidas $z1$ y $z2$ (ruedas)

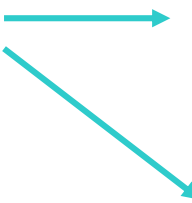
Controlador de Robot con obstáculos

- Detecta obstáculo
- No detecta obstáculo

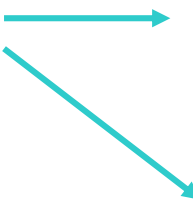

Controlador de Robot con obstáculos

- Detecta obstáculo → gira
- No detecta obstáculo → no gira

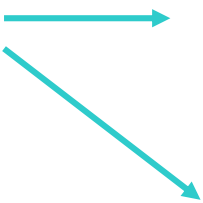

Controlador de Robot con obstáculos

- Detecta obstáculo 
 - gira a la derecha
 - gira a la izquierda
- No detecta obstáculo

Controlador de Robot con obstáculos

- Detecta obstáculo 
 - gira a la derecha
 - gira a la izquierda
- No detecta obstáculo 
 - el último giro fue a la derecha
 - el último giro fue a la izquierda

Controlador de Robot con obstáculos

- Detecta obstáculo 
 - gira a la derecha **B**
 - gira a la izquierda **D**
- No detecta obstáculo 
 - el último giro fue a la derecha **C**
 - el último giro fue a la izquierda **A**

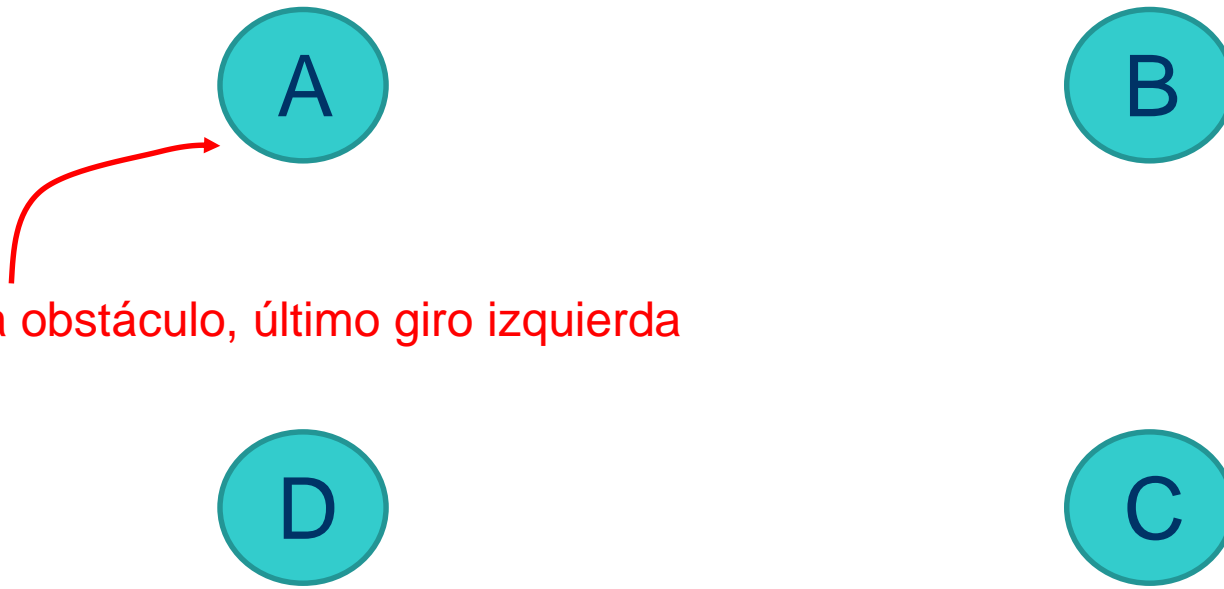
Controlador de Robot con obstáculos

- A: no detecta obstáculo, el último giro fue a la izquierda
- B: detecta obstáculo, gira a la derecha
- C: no detecta obstáculo, el último giro fue a la derecha
- D: detecta obstáculo, gira a la izquierda

Controlador de Robot con obstáculos

- A: no detecta obstáculo, el último giro fue a la izquierda
- B: detecta obstáculo, gira a la derecha
- C: no detecta obstáculo, el último giro fue a la derecha
- D: detecta obstáculo, gira a la izquierda

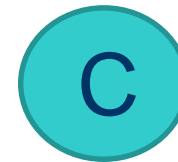
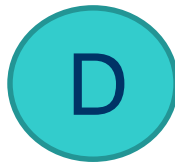
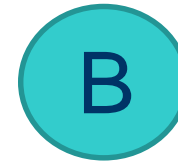
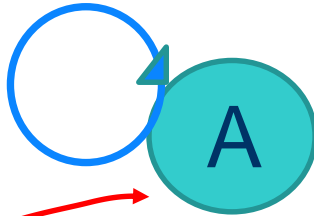
Controlador de Robot con obstáculos



No detecta obstáculo, último giro izquierda

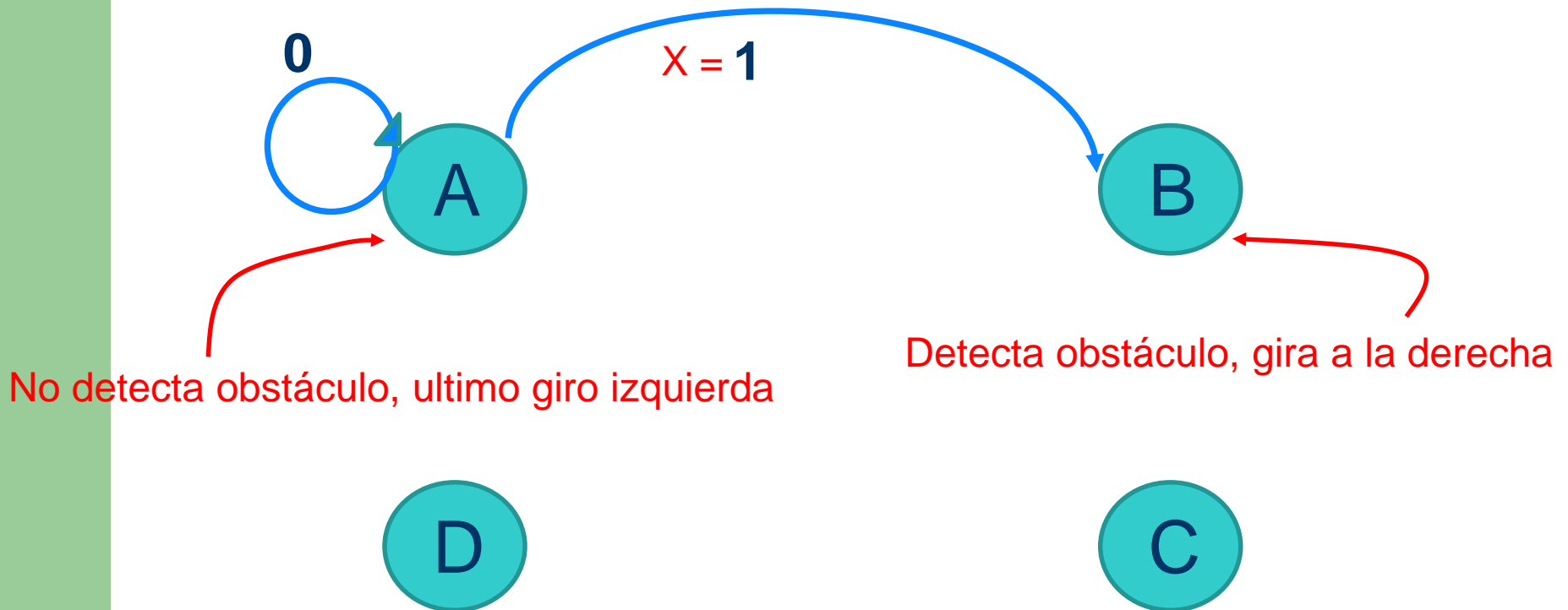
Controlador de Robot con obstáculos

$X = 0$

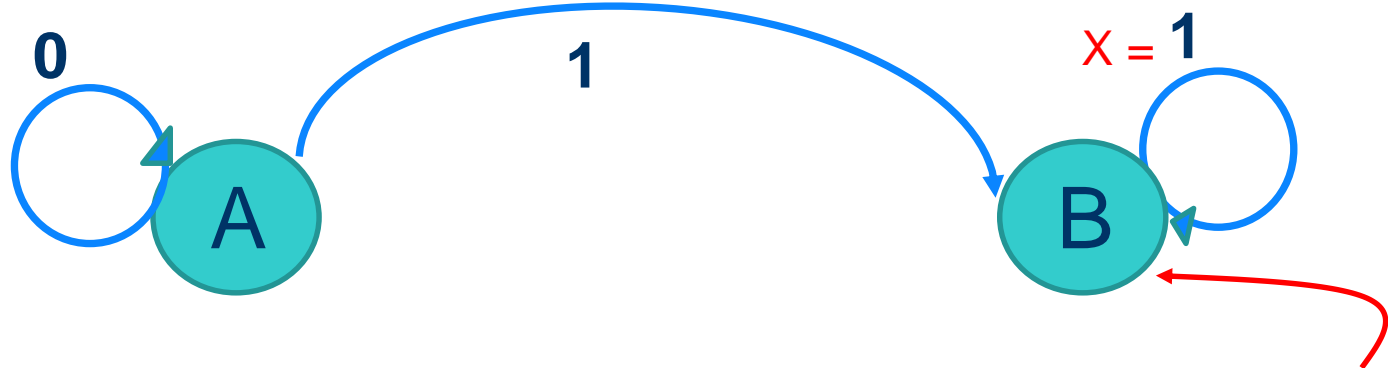


No detecta obstáculo, ultimo giro izquierda

Controlador de Robot con obstáculos

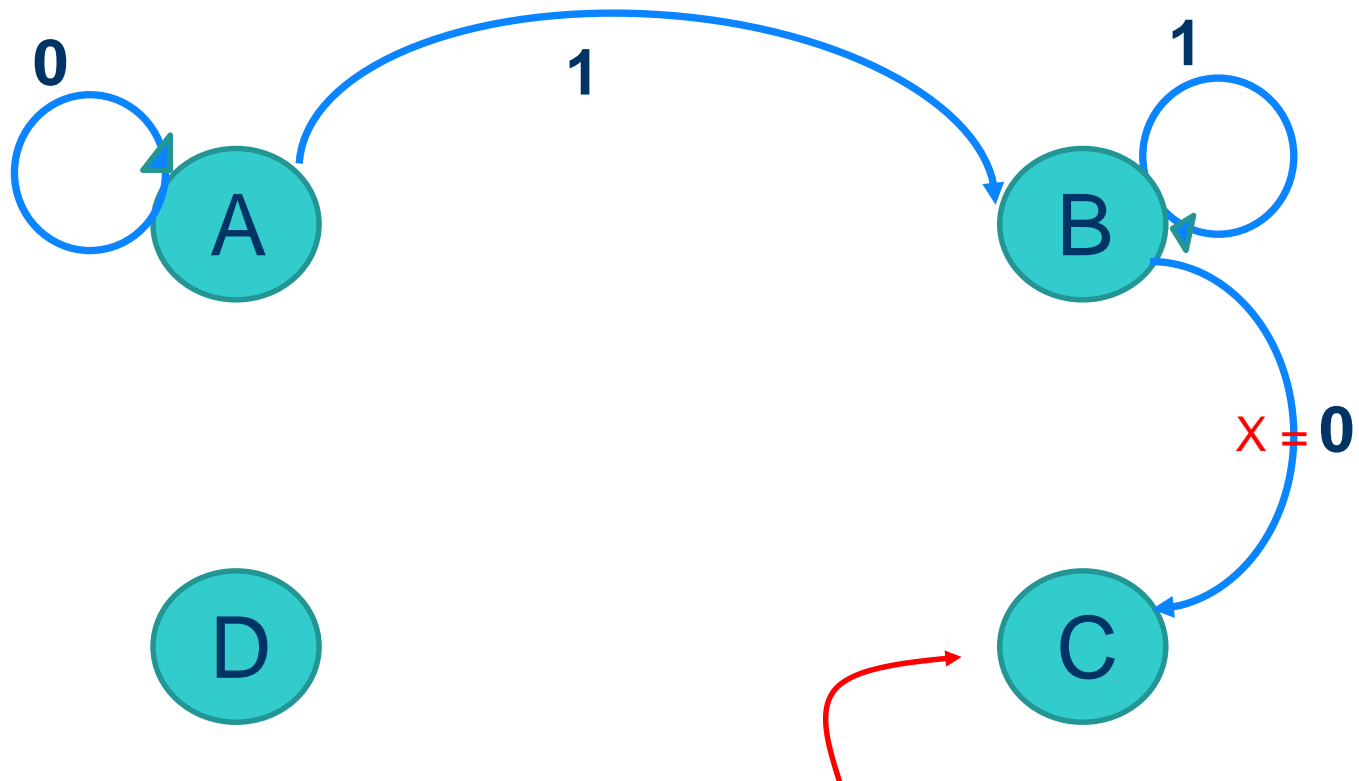


Controlador de Robot con obstáculos



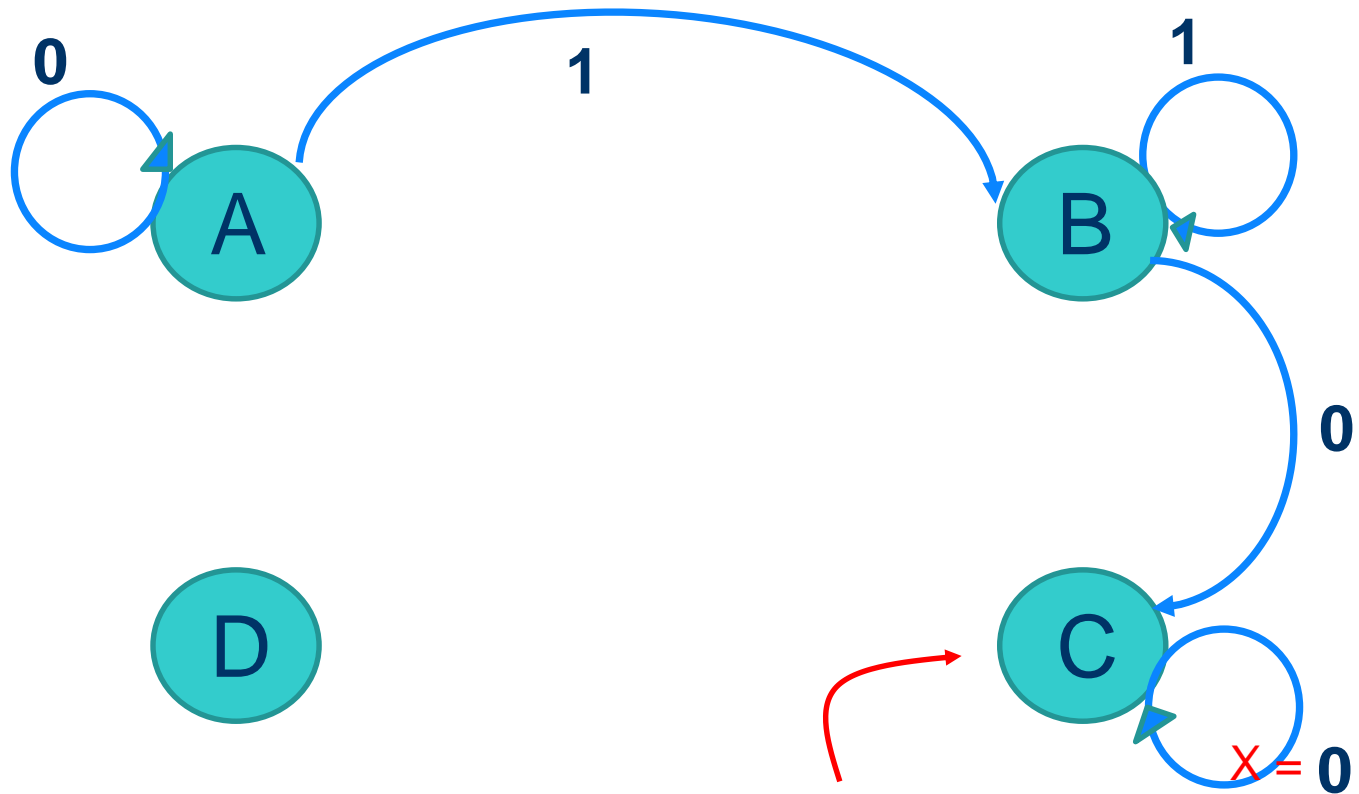
Detecta obstáculo, gira a la derecha

Controlador de Robot con obstáculos



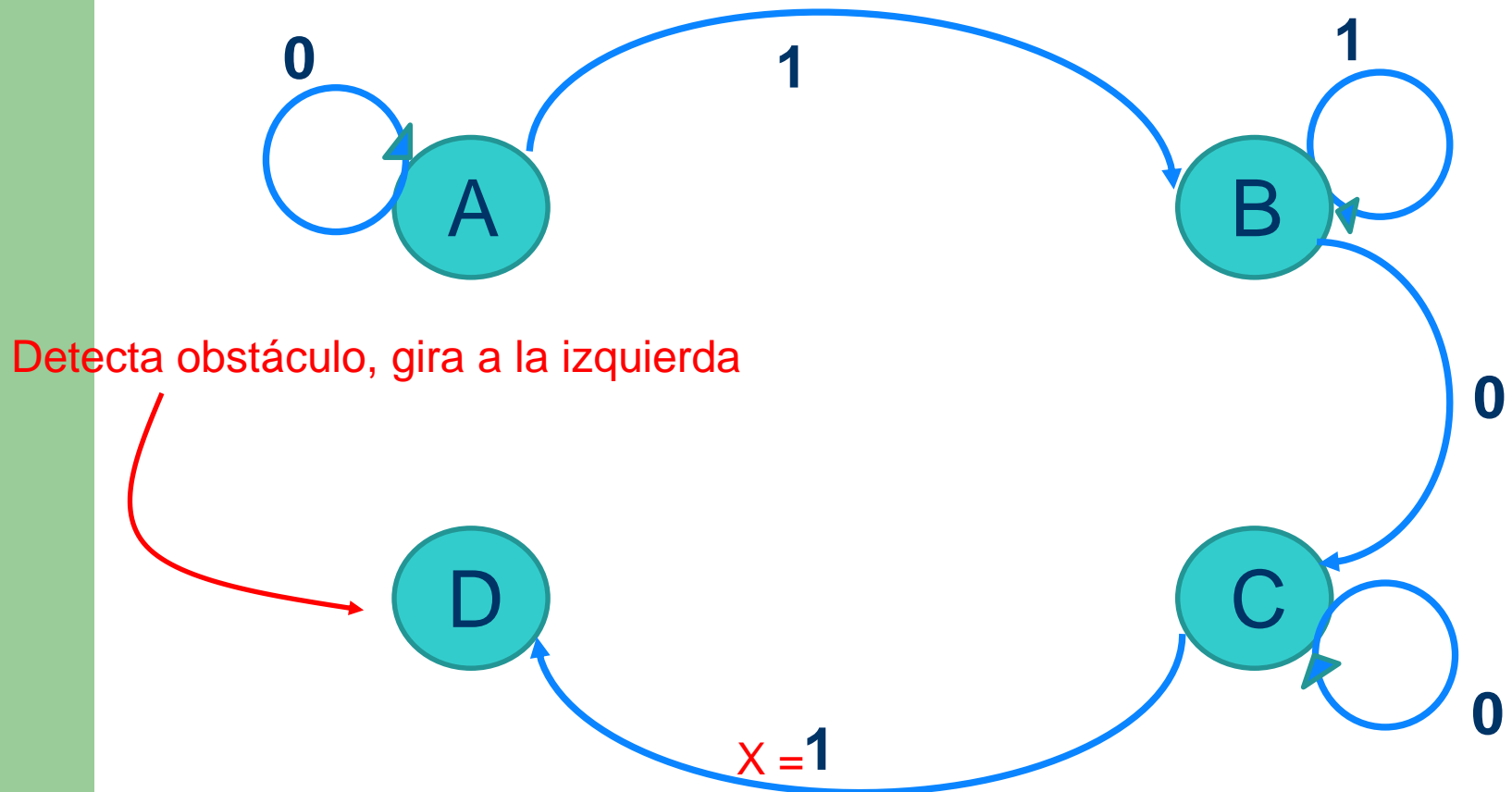
No detecta obstáculo, ultimo giro derecha

Controlador de Robot con obstáculos

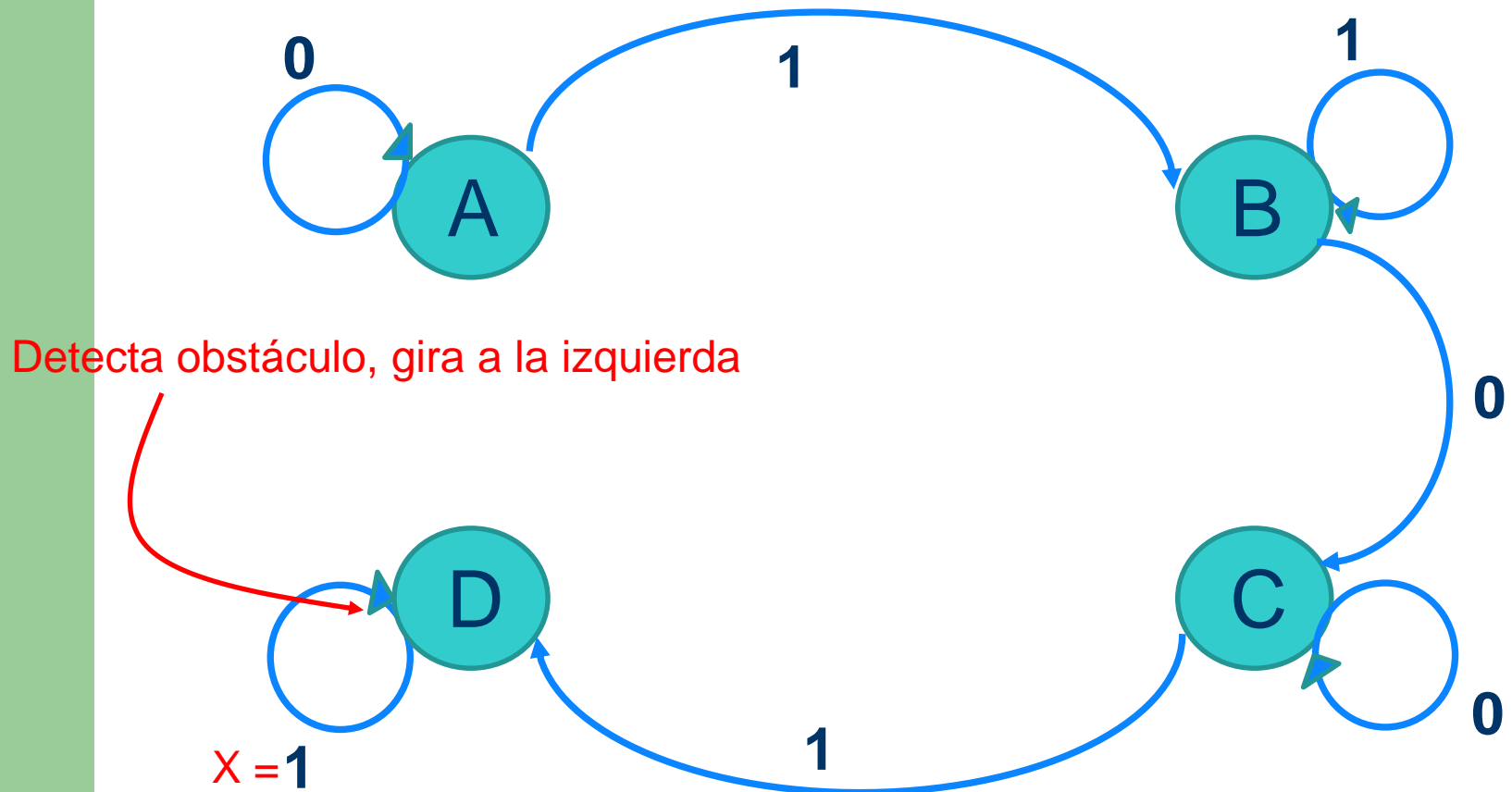


No detecta obstáculo, ultimo giro derecha

Controlador de Robot con obstáculos

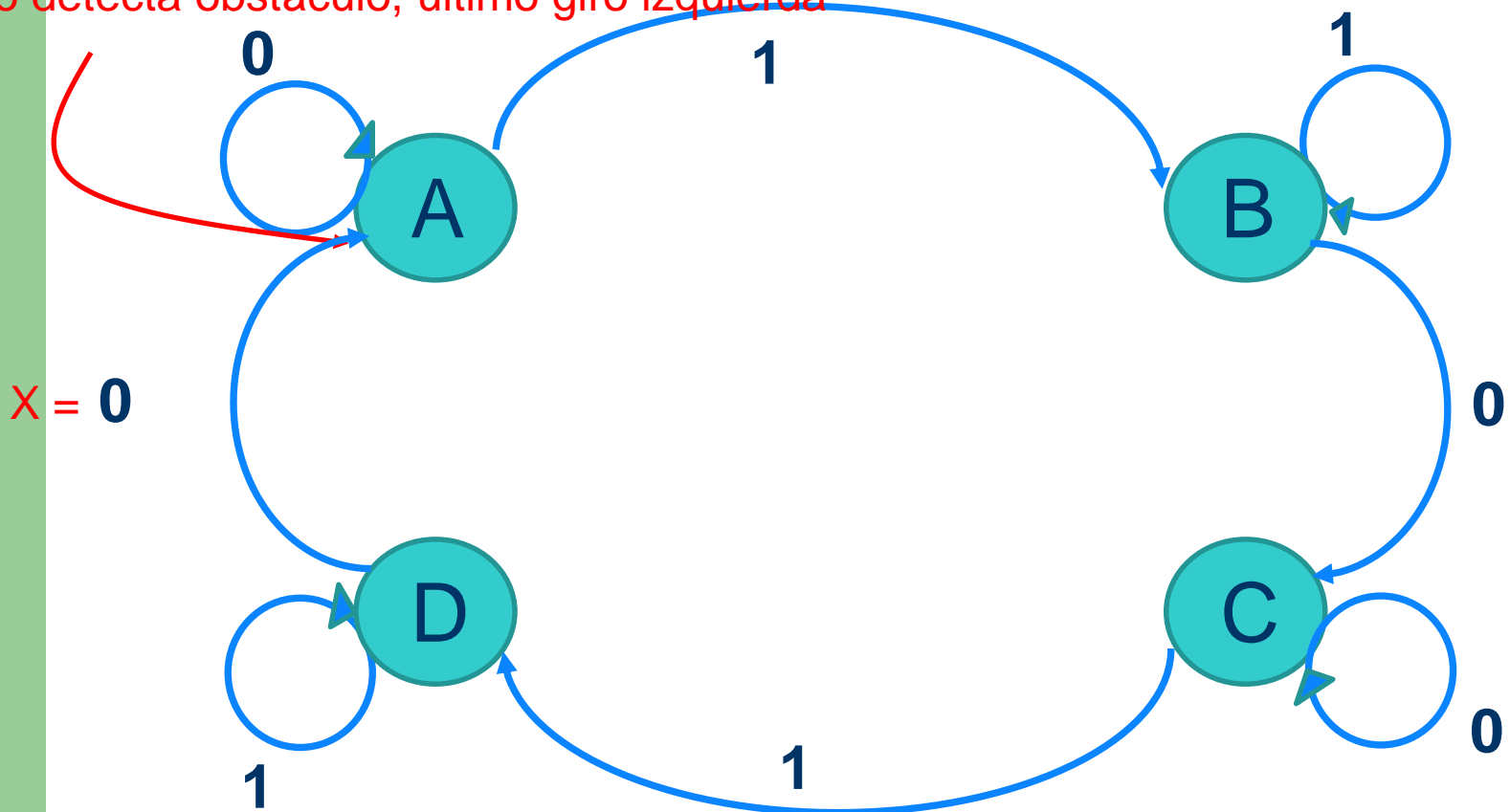


Controlador de Robot con obstáculos

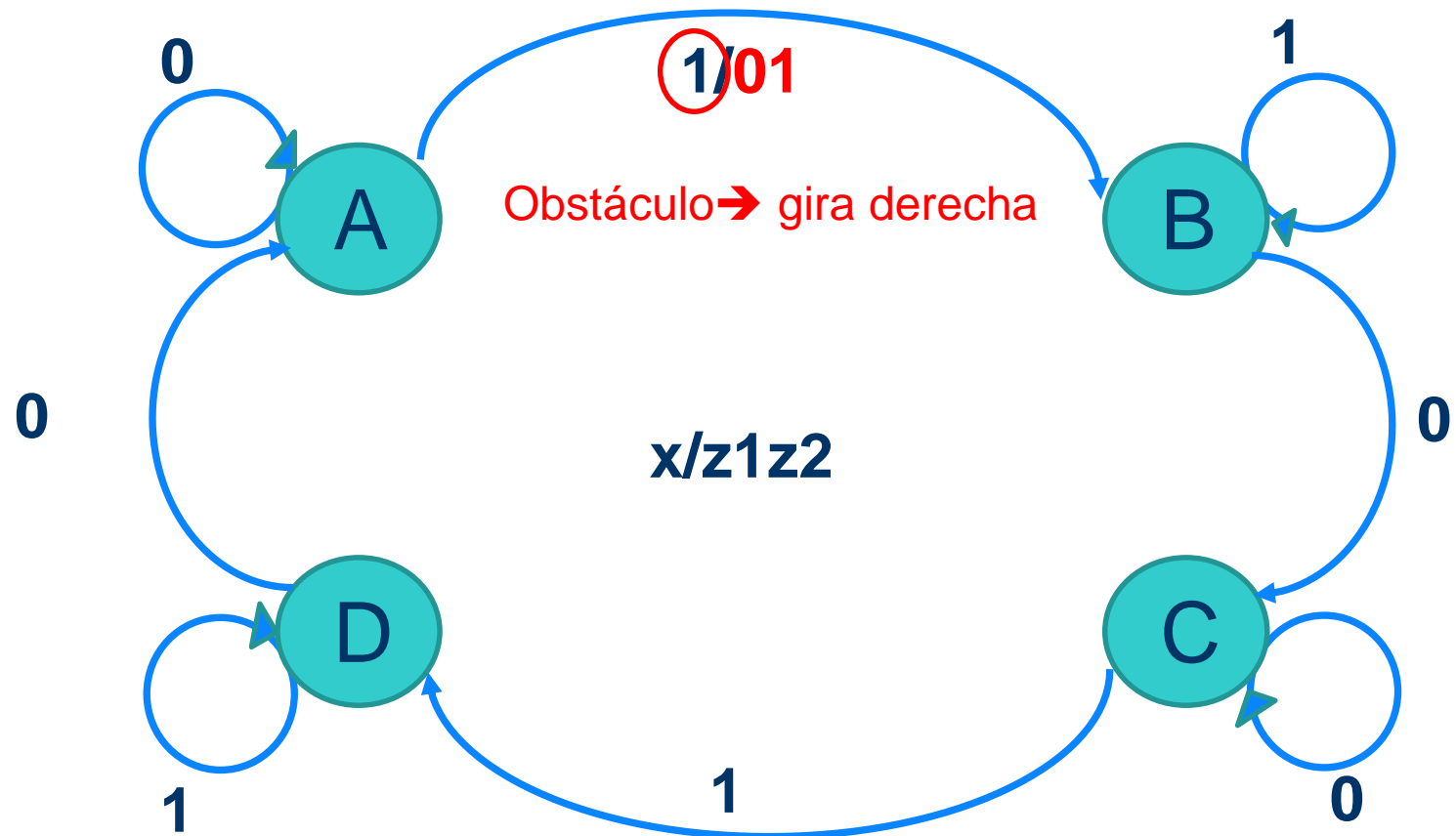


Controlador de Robot con obstáculos

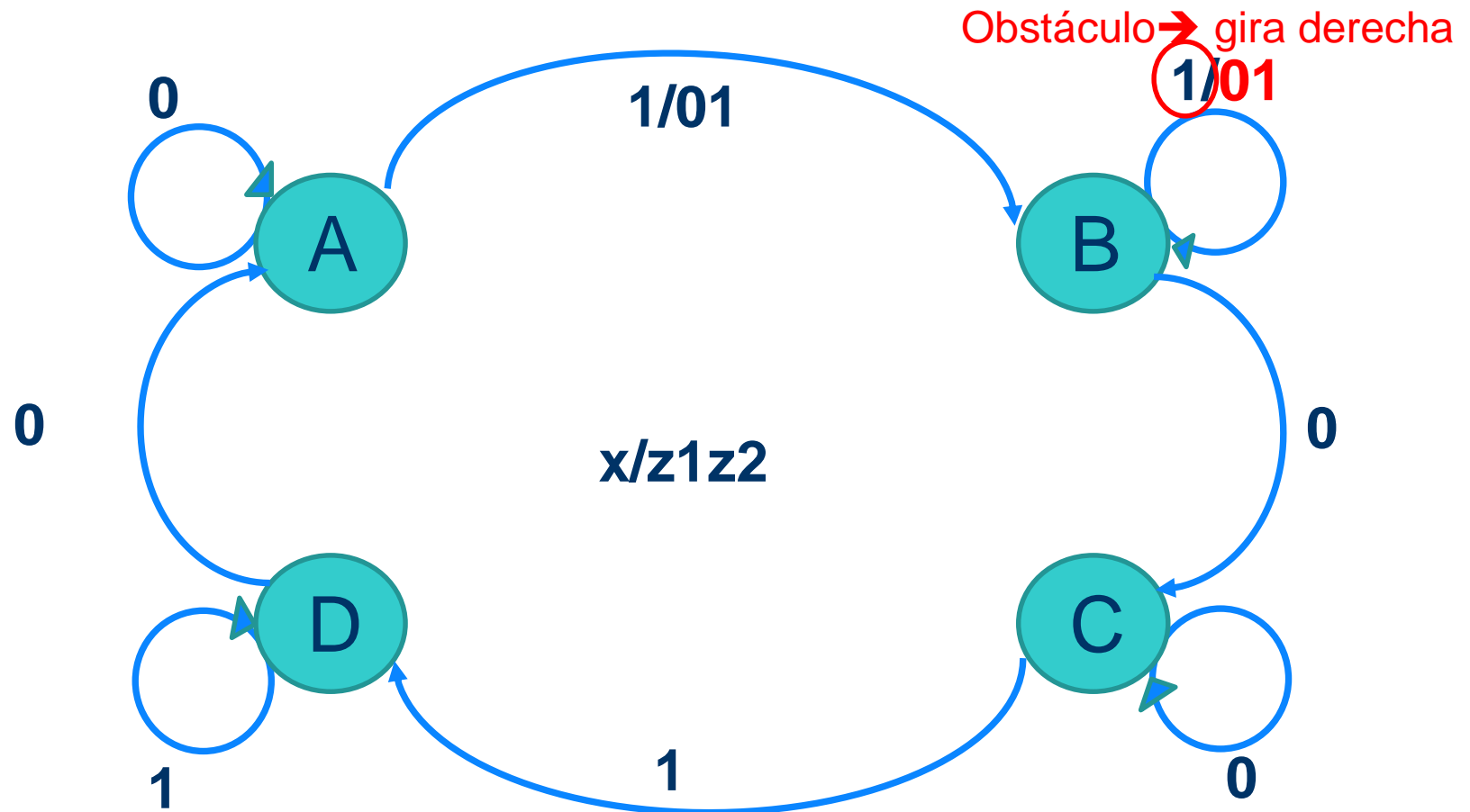
No detecta obstáculo, ultimo giro izquierda



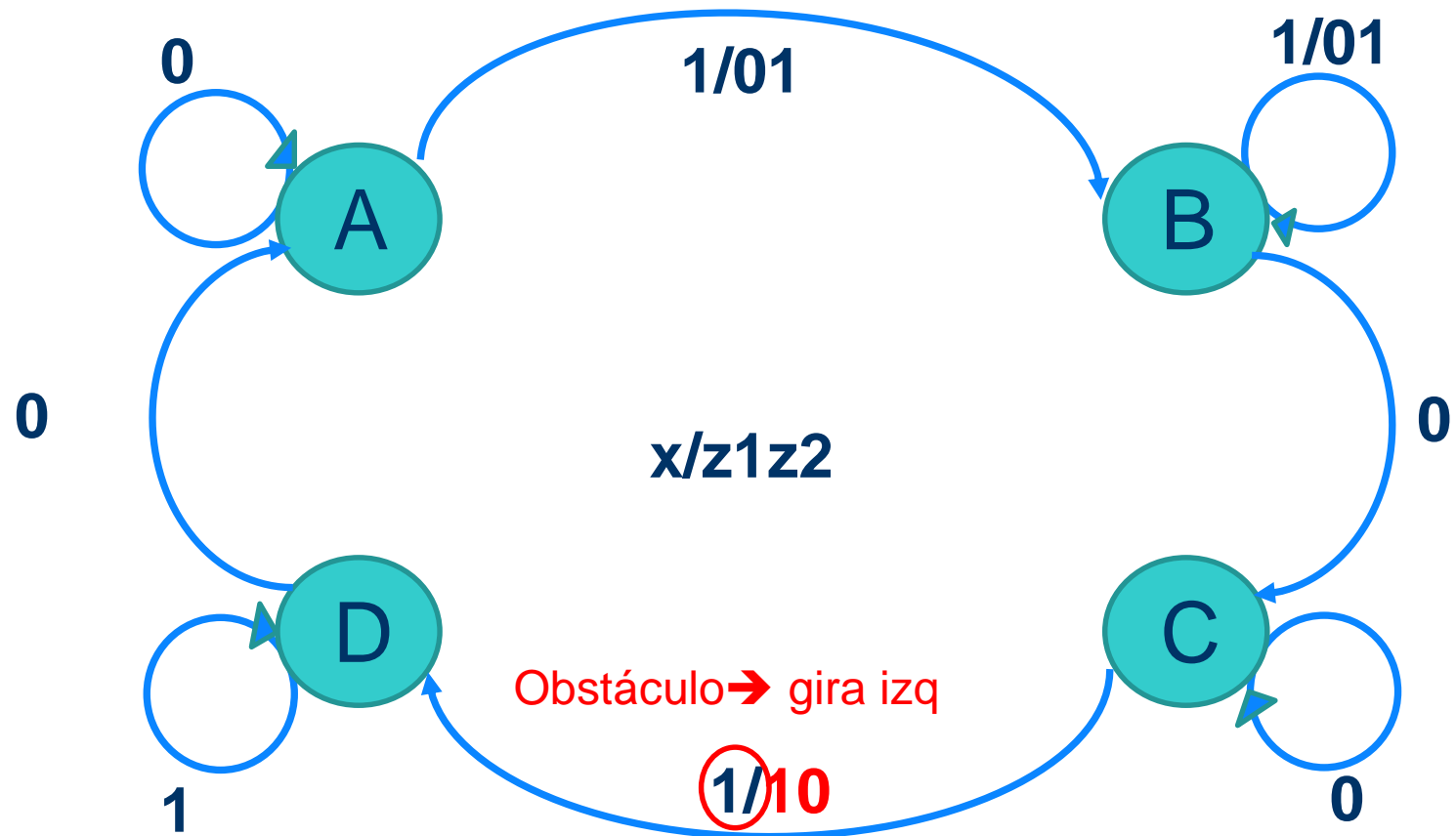
Controlador de Robot con obstáculos



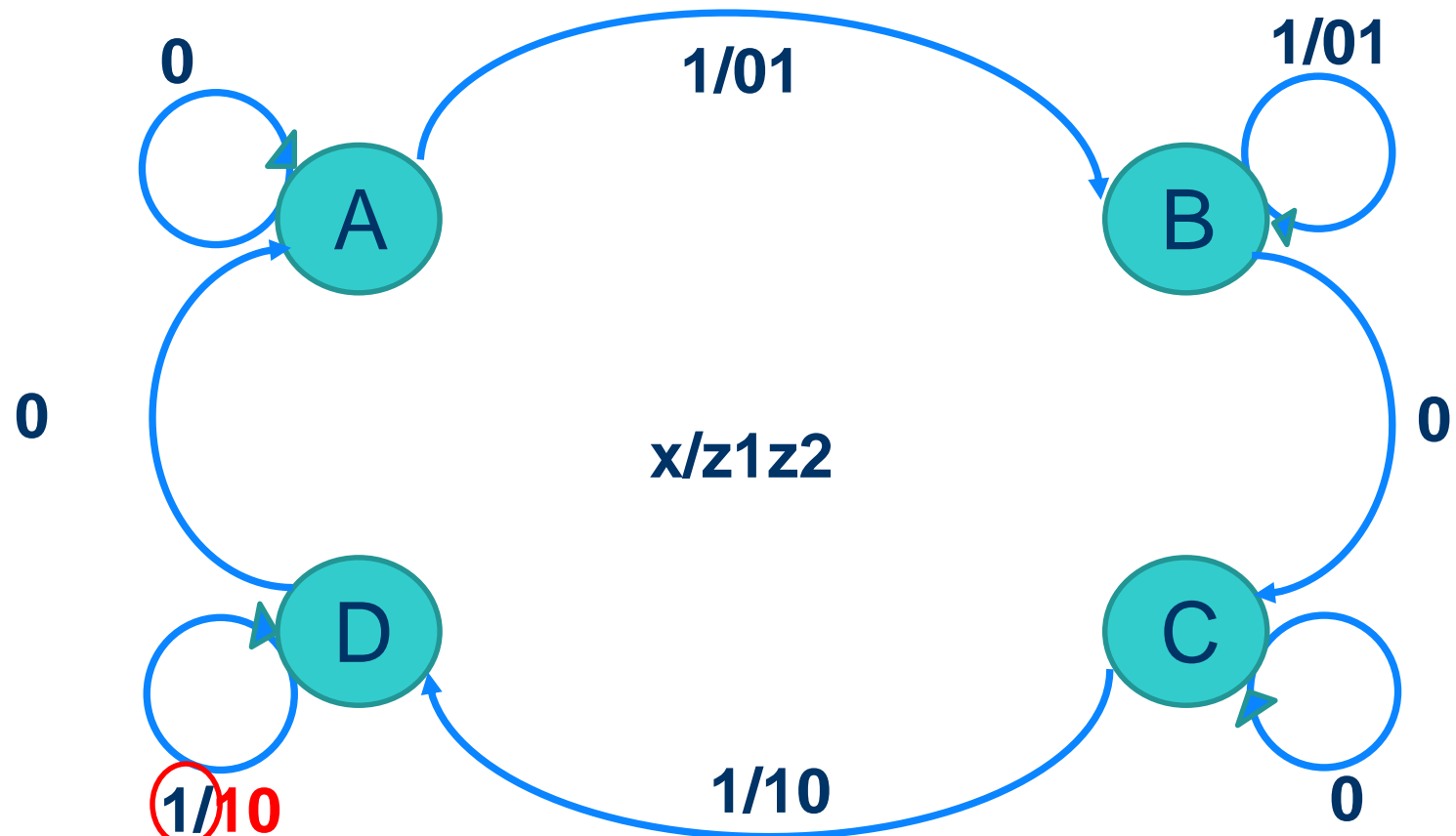
Controlador de Robot con obstáculos



Controlador de Robot con obstáculos

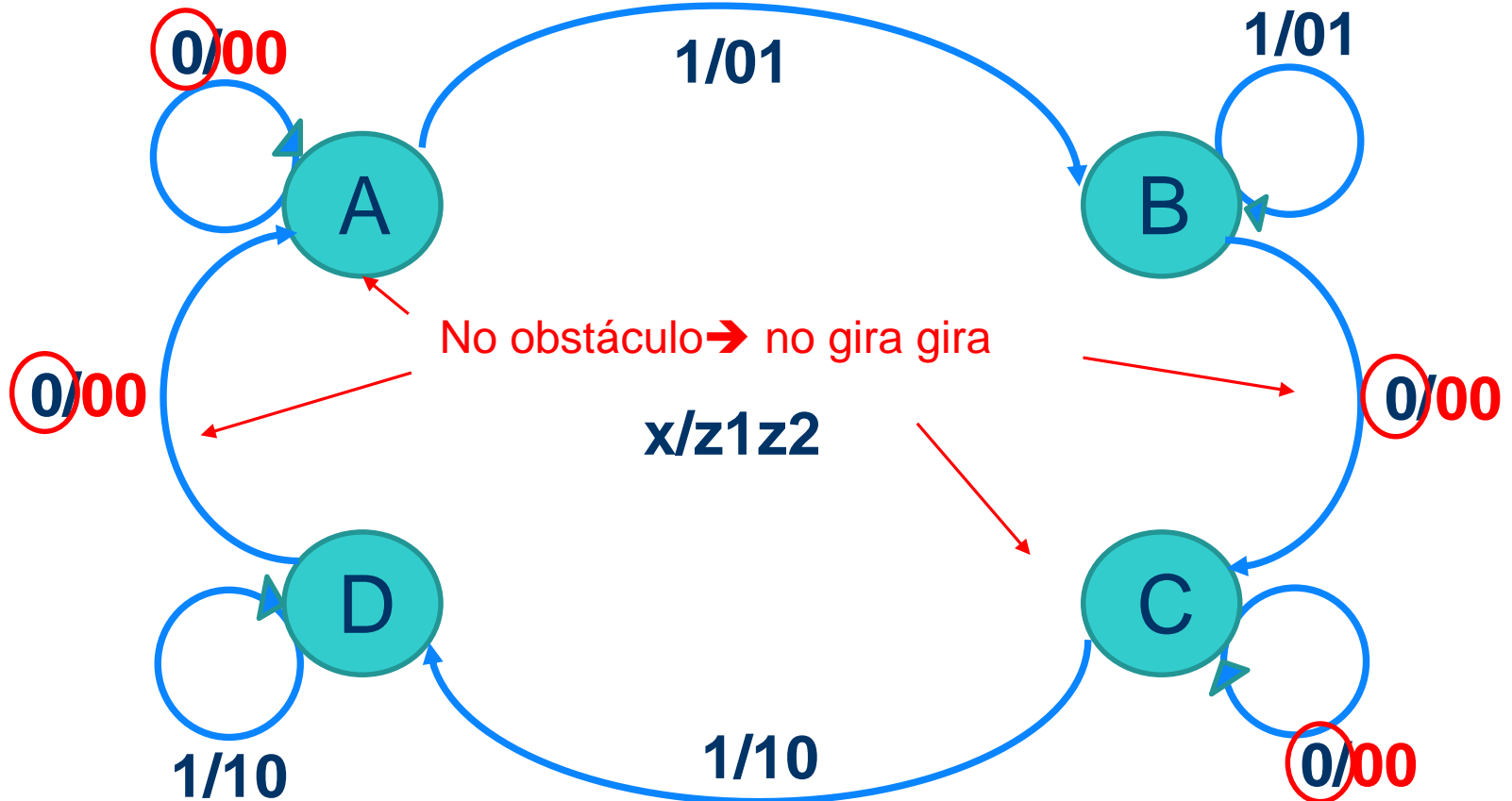


Controlador de Robot con obstáculos

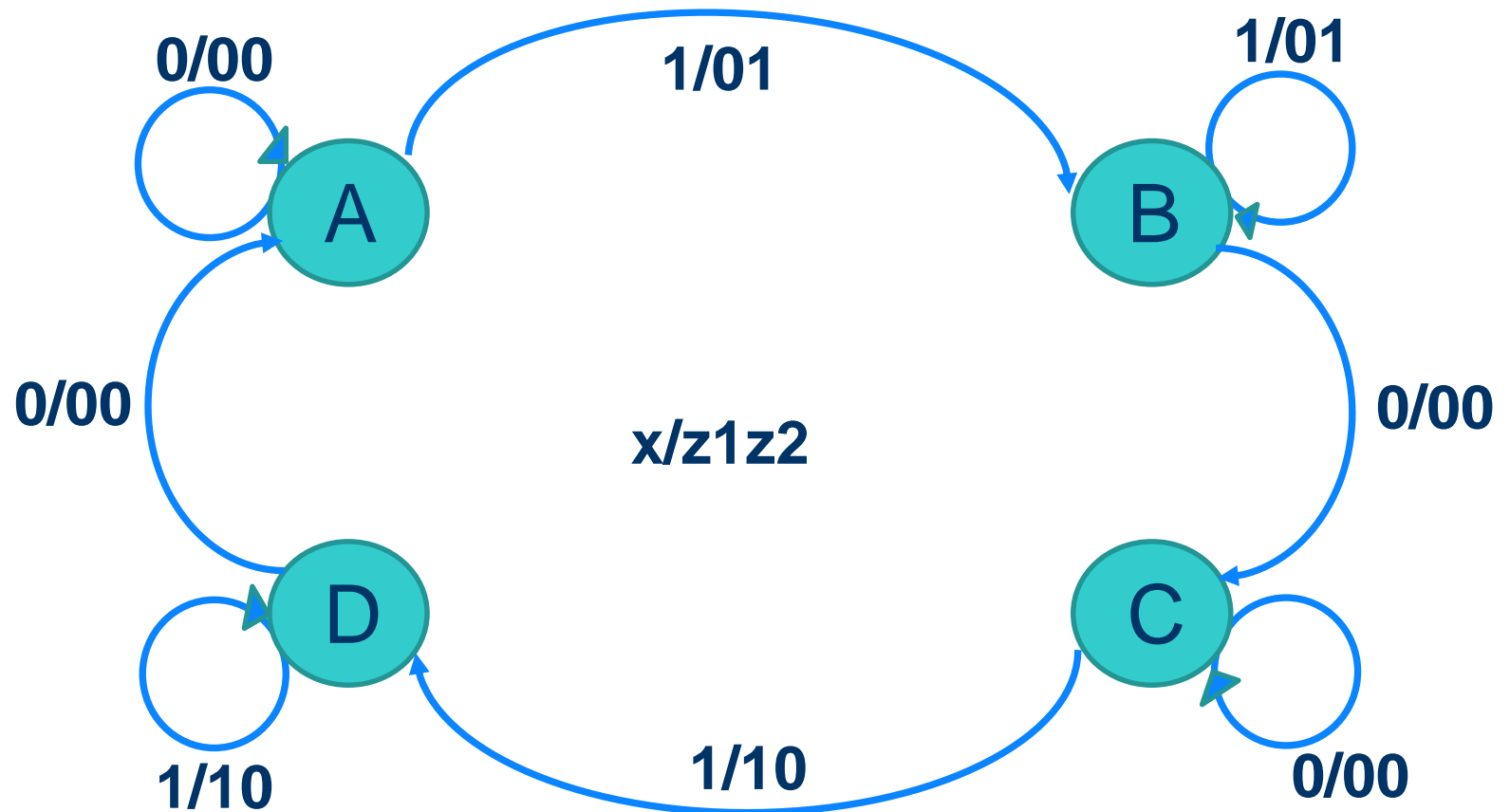


Obstáculo → 1/10 gira izq

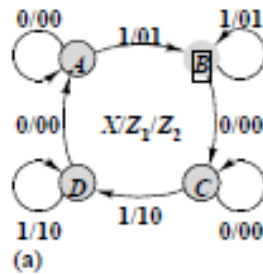
Controlador de Robot con obstáculos



Controlador de Robot con obstáculos



Diseño del Controlador de Robot



(b)

	x	
$y_1 y_2$	0	1
A	A/00	B/01
B	C/00	B/01
C	C/00	D/10
D	A/00	D/10

$NS/z_1 z_2$

(c)

	x	
$y_1 y_2$	0	1
00	00/00	01/01
01	11/00	01/01
11	11/00	10/10
10	00/00	10/10

$F_1 F_2 / z_1 z_2$

(d)

	x	
$y_1 y_2$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	1

z_1

(d)

	x	
$y_1 y_2$	0	1
00	0	1
01	0	1
11	0	0
10	0	0

z_2

(e)

	x	
$y_1 y_2$	0	1
00	0	0
01	1	0
11	1	1
10	0	1

F_1

(e)

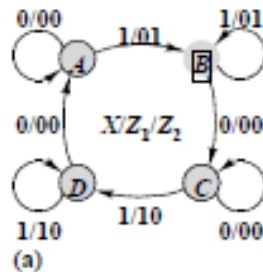
	x	
$y_1 y_2$	0	1
00	0	1
01	1	1
11	1	0
10	0	0

F_2

$$Y_1(n+1) = y_1(n)y_2(n) + x(n)y_1(n) + \overline{x(n)}\overline{y_1(n)}y_2(n)$$

$$Y(n+1) = y(n)J(n) + y(n)K(n)$$

Diseño del Controlador de Robot



	x	
y_1y_2	0	1
A	A/00	B/01
B	C/00	B/01
C	C/00	D/10
D	A/00	D/10

NS/z_1z_2

(b)

	x	
y_1y_2	0	1
00	00/00	01/01
01	11/00	01/01
11	11/00	10/10
10	00/00	10/10

F_1F_2/z_1z_2

(c)

	x	
y_1y_2	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	1

z_1

(d)

	x	
y_1y_2	0	1
00	0	1
01	0	1
11	0	0
10	0	0

z_2

(d)

	x	
y_1y_2	0	1
00	0	0
01	1	0
11	1	1
10	0	1

F_1

(e)

	x	
y_1y_2	0	1
00	0	1
01	1	1
11	1	0
10	0	0

F_2

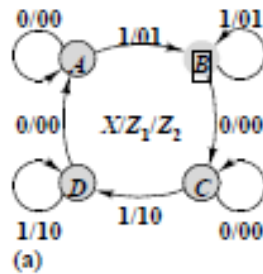
(e)

$$Y_1(n+1) = y_1(n)y_2(n) + x(n)y_1(n) + \overline{x(n)}\overline{y_1(n)}y_2(n)$$

$$\begin{cases} K_1(n) = y_2(n) + x(n) \rightarrow K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)} \\ J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)} \end{cases}$$

$$Y(n+1) = y(n)J(n) + y(n)K(n)$$

Diseño del Controlador de Robot



(b)

	x	
y_1y_2	0	1
A	A/00	B/01
B	C/00	B/01
C	C/00	D/10
D	A/00	D/10

NS/z_1z_2

(c)

	x	
y_1y_2	0	1
00	00/00	01/01
01	11/00	01/01
11	11/00	10/10
10	00/00	10/10

F_1F_2/z_1z_2

(d)

	x	
y_1y_2	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	1

z_1

(d)

	x	
y_1y_2	0	1
00	0	1
01	0	1
11	0	0
10	0	0

z_2

(e)

	x	
y_1y_2	0	1
00	0	0
01	1	0
11	1	1
10	0	1

F_1

(e)

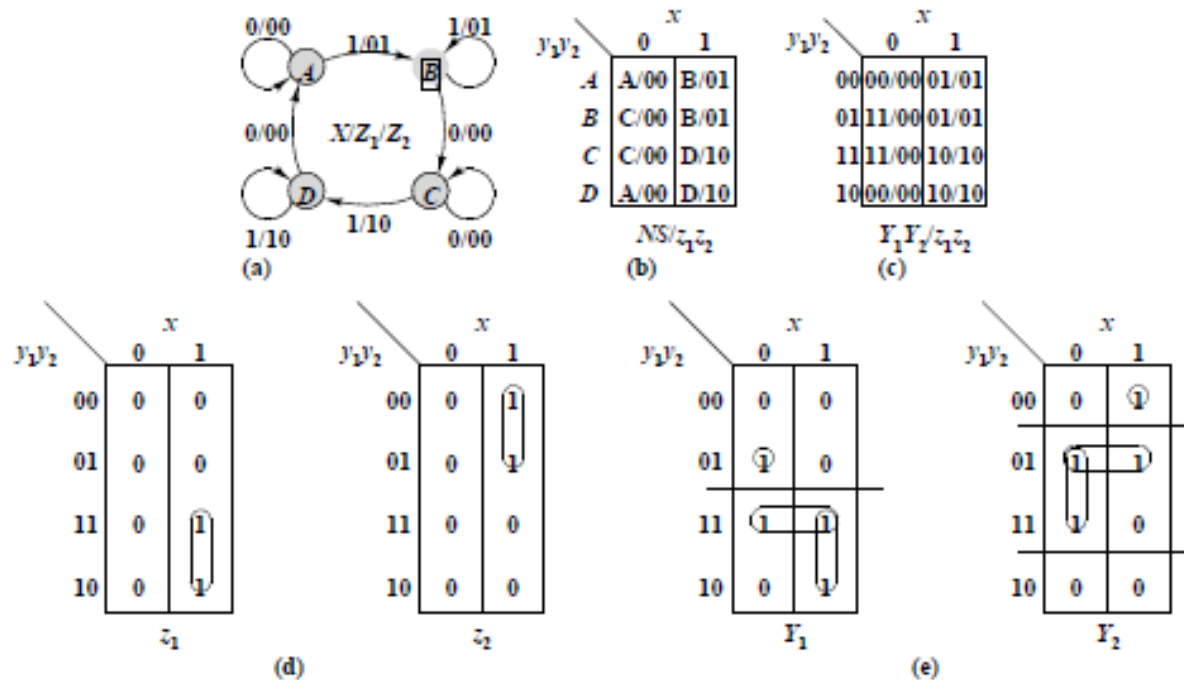
	x	
y_1y_2	0	1
00	0	1
01	1	1
11	1	0
10	0	0

F_2

$$Y_2(n+1) = y_2(n)\overline{y_1(n)} + x(n)y_2(n) + x(n)\overline{y_2(n)}y_1(n)$$

$$\begin{cases} K_2(n) = \overline{y_1(n)} + x(n) \rightarrow K_2(n) = y_1(n)x(n) \\ J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n) \end{cases}$$

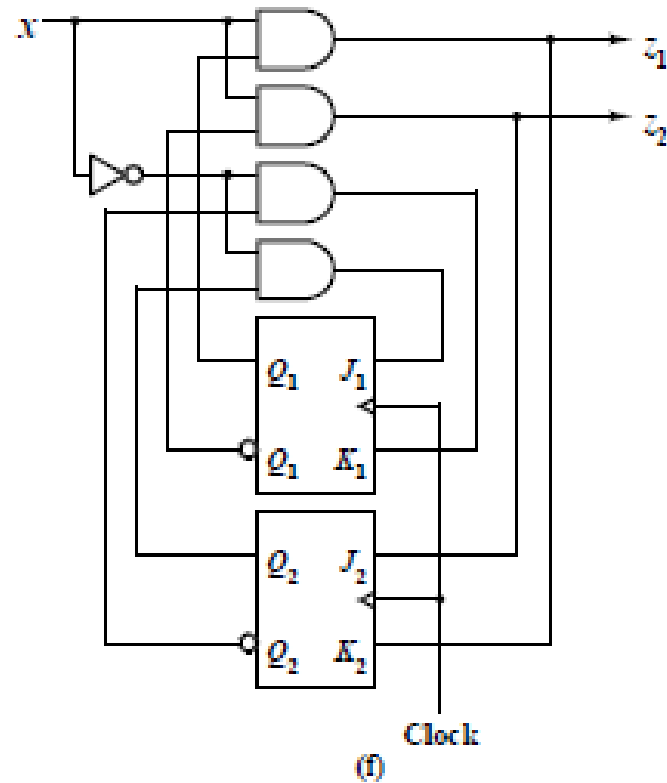
Diseño del Controlador de Robot



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

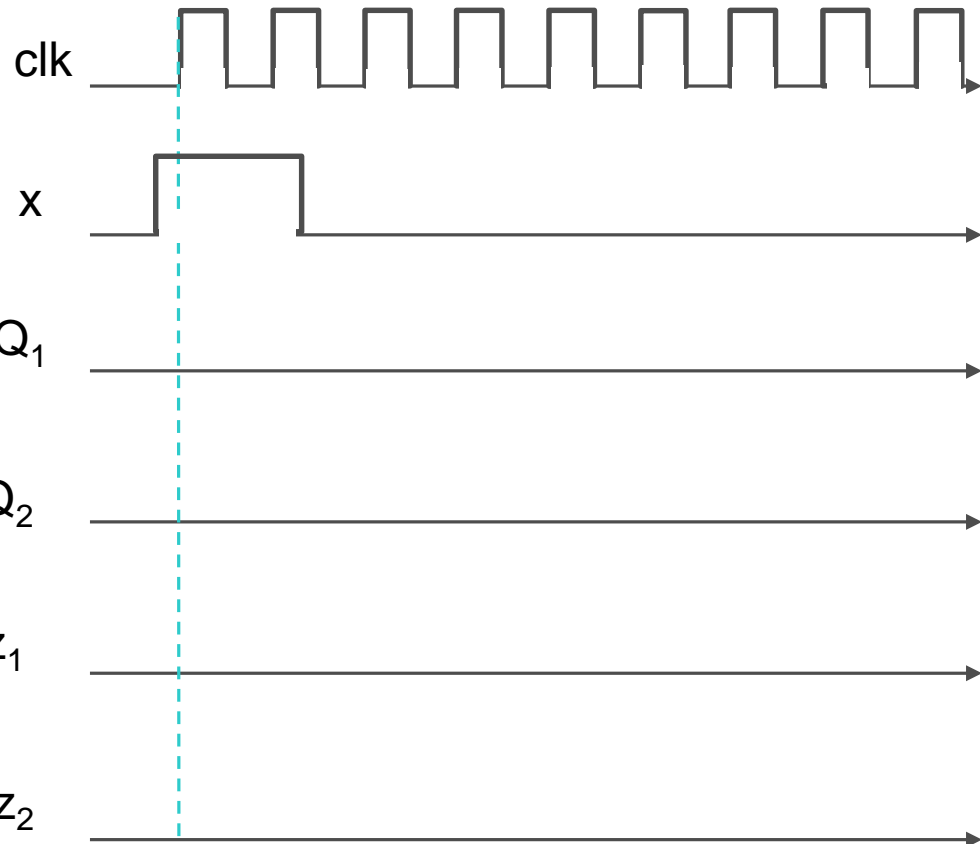
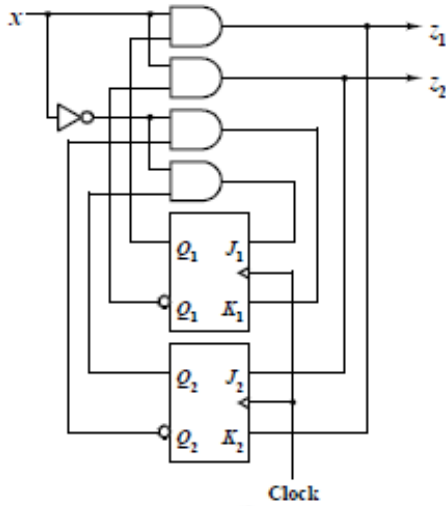
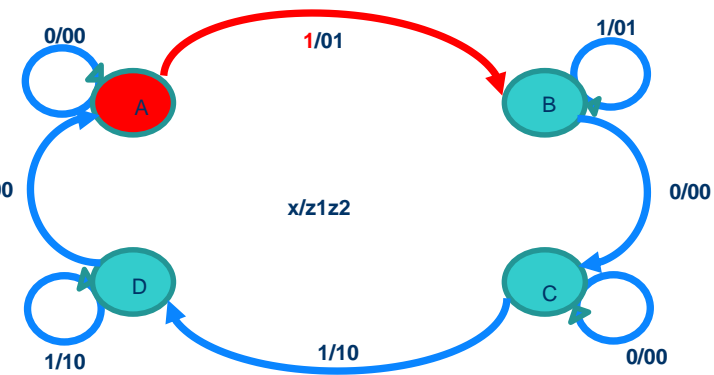
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

Realización del Controlador de Robot



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)^{(f)}$$

$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

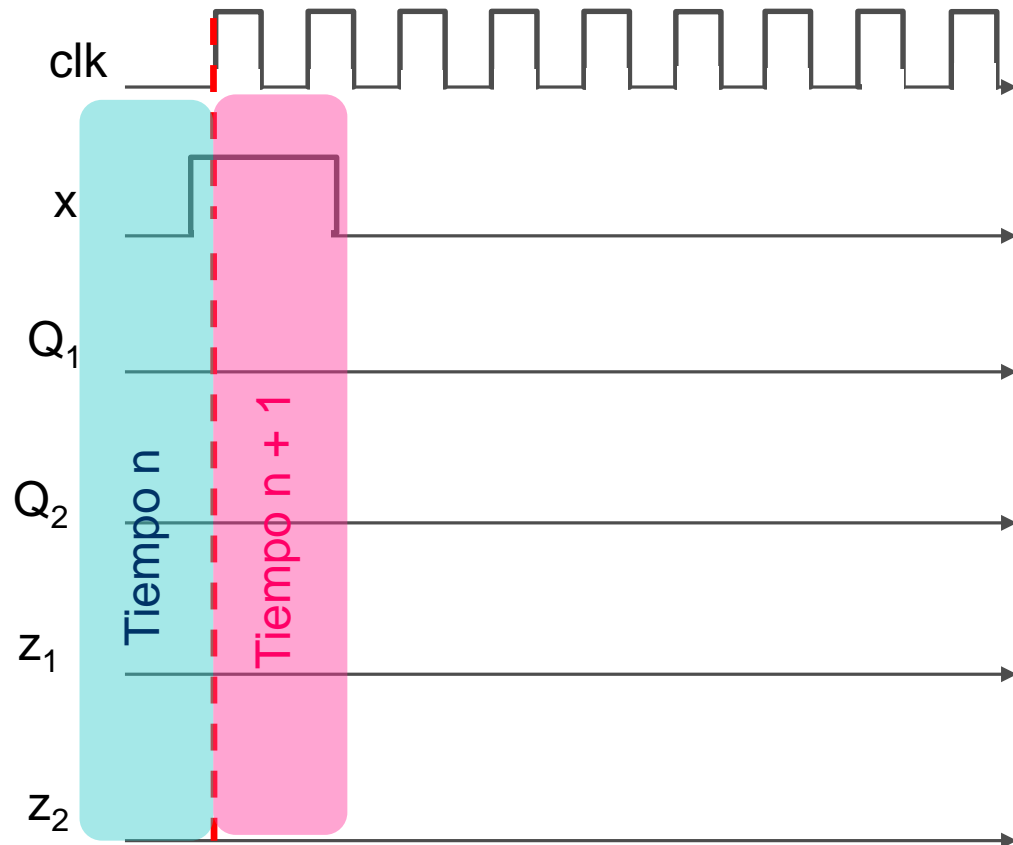
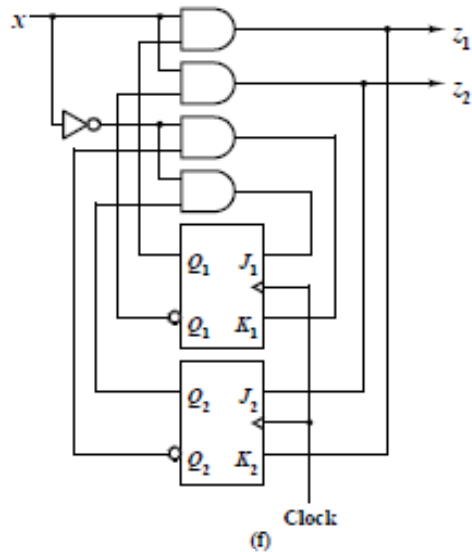
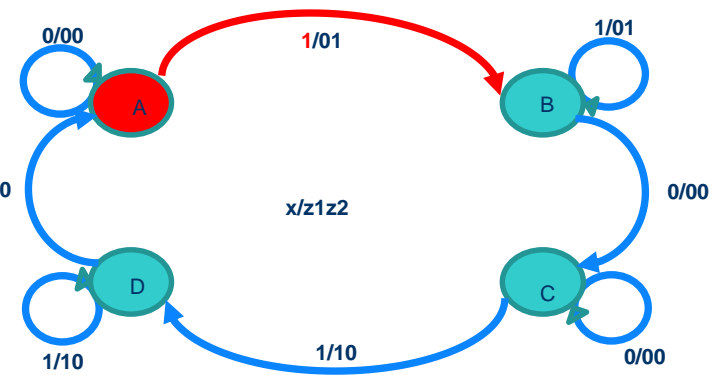
$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$

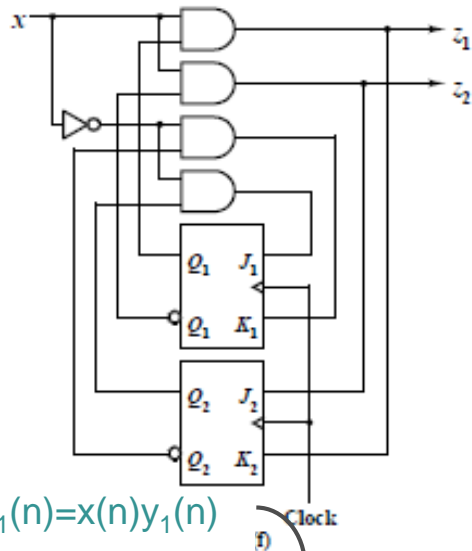
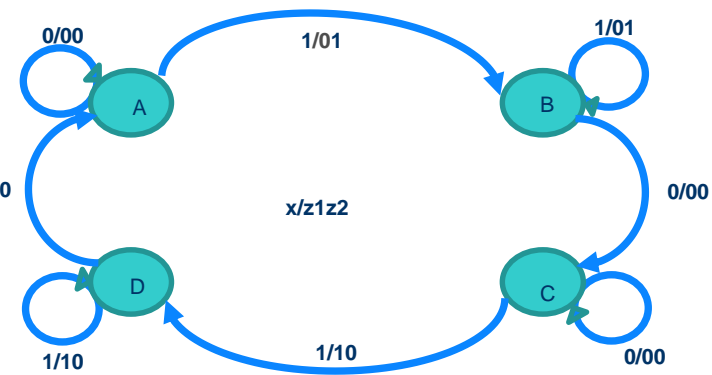
Realización del Control:

Q1Q2
A=00
 B=01
 C=11
 D=10



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

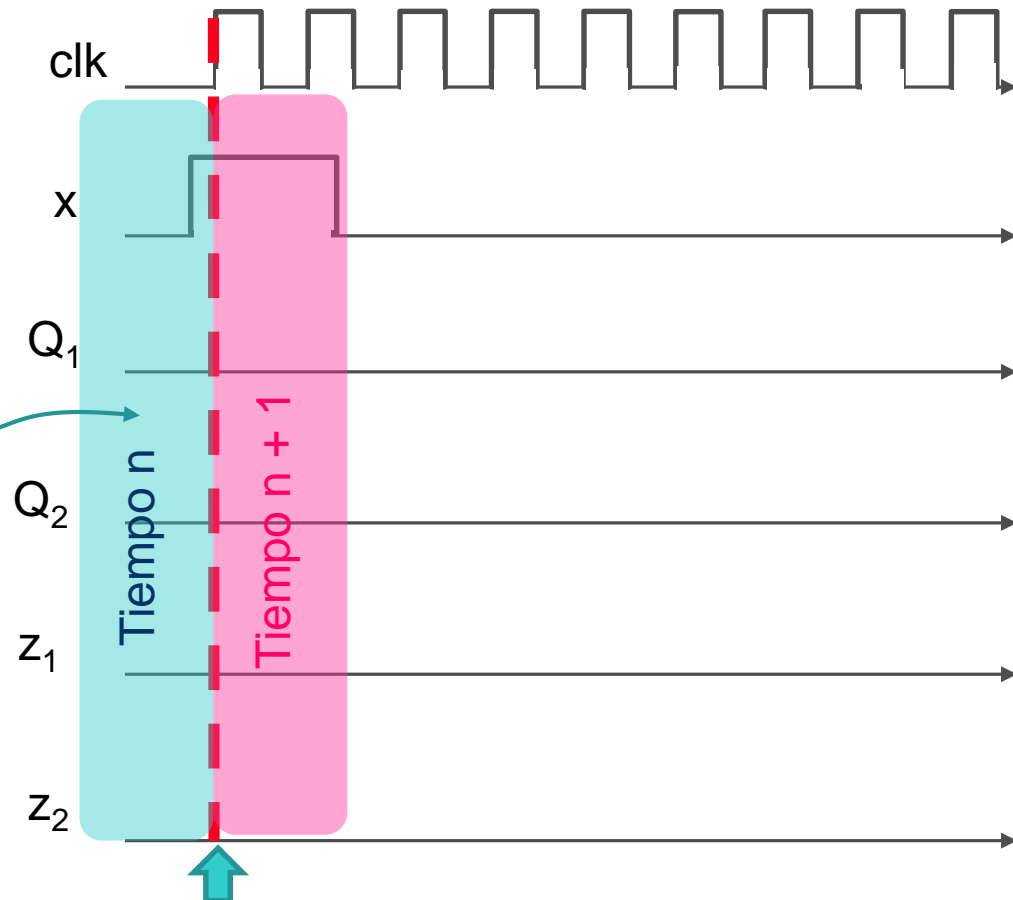
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

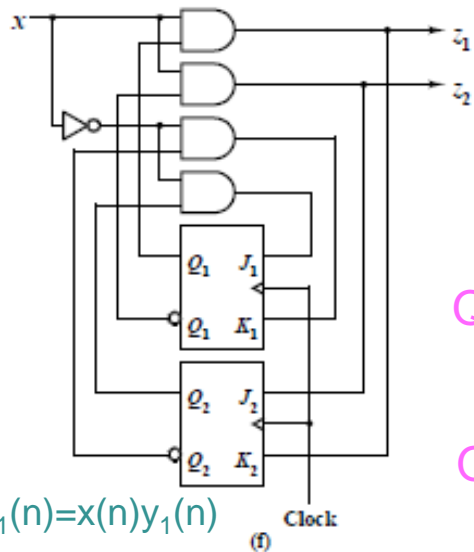
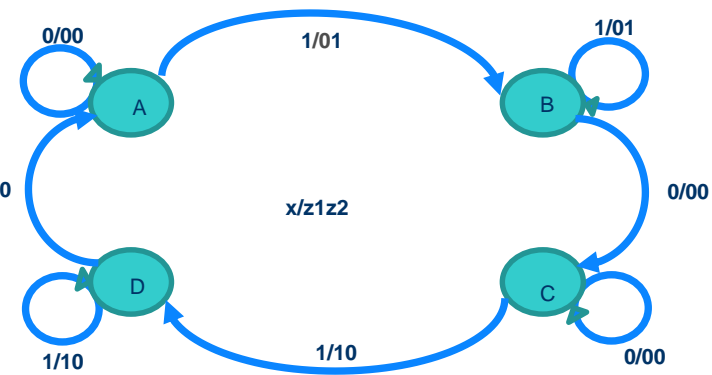
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

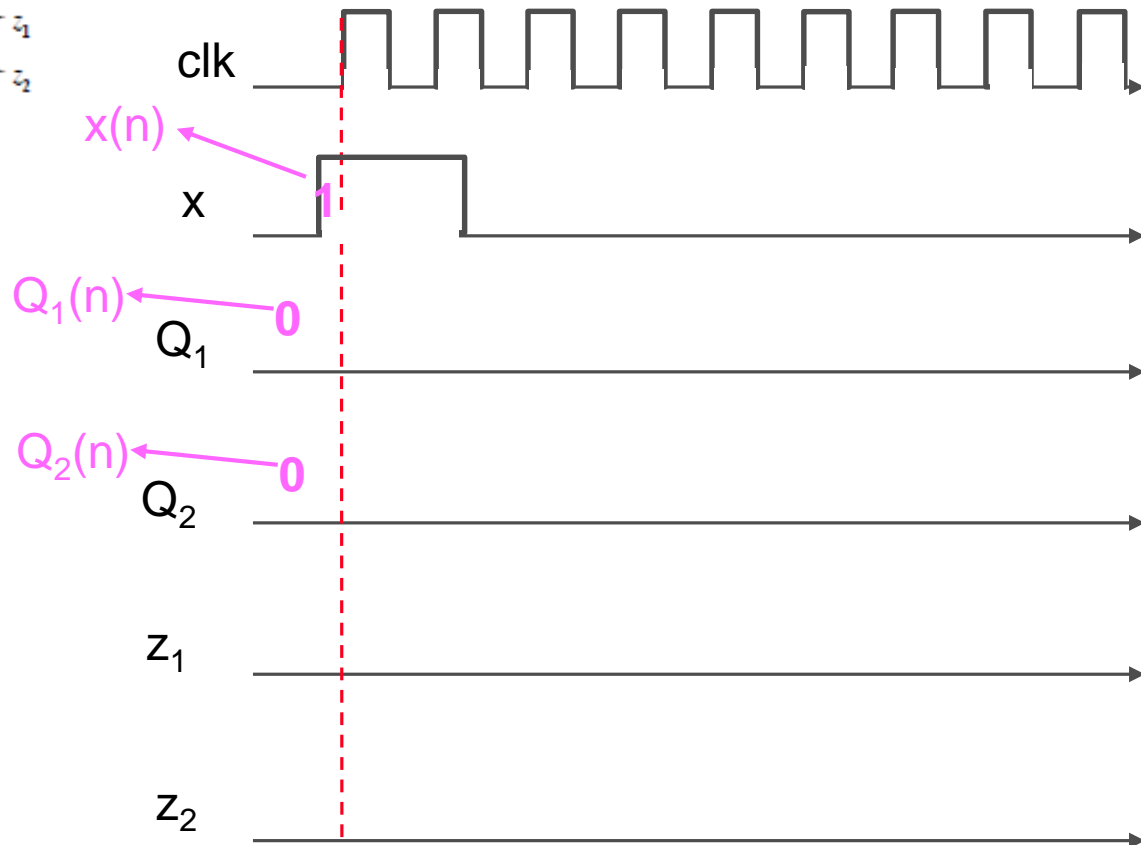
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

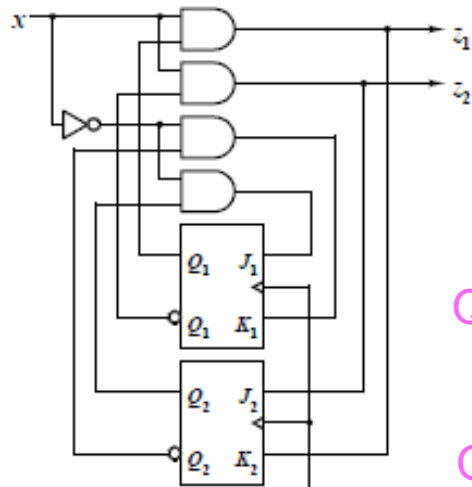
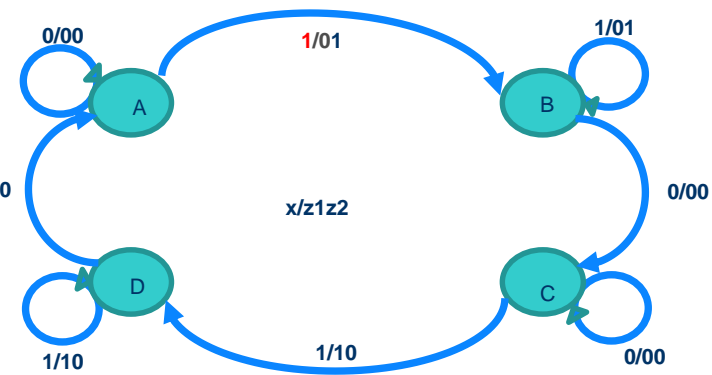
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n) = 1 \cdot 0 = 0$$

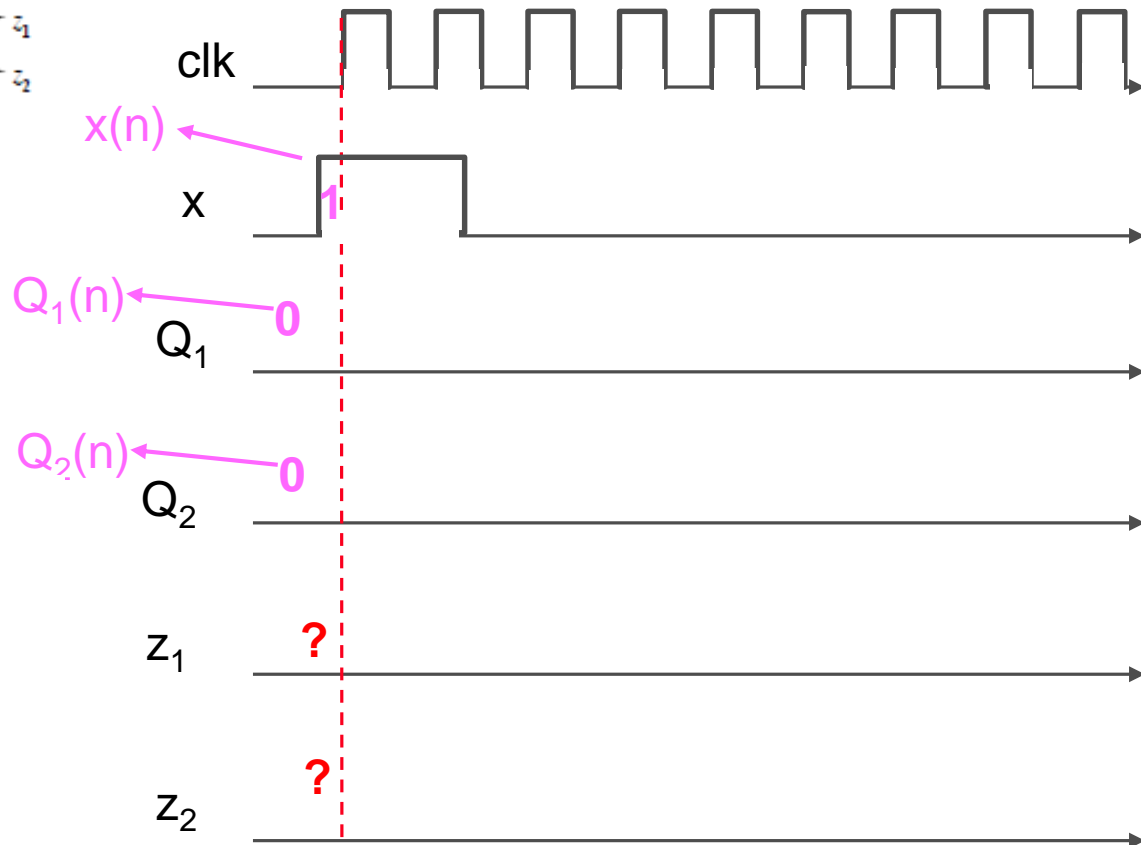
$$Z_2(n) = x(n)y_2(n) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

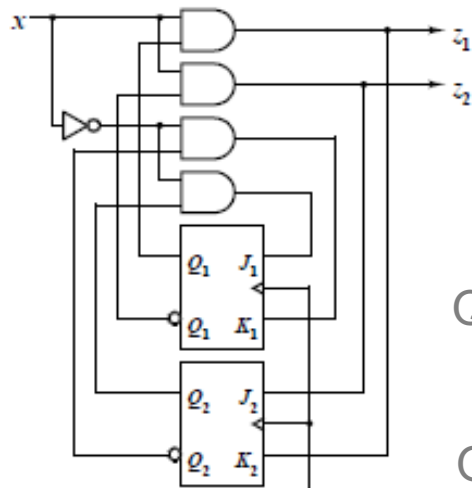
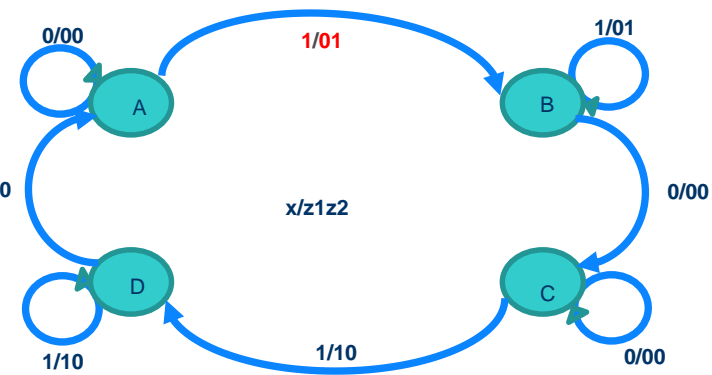
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

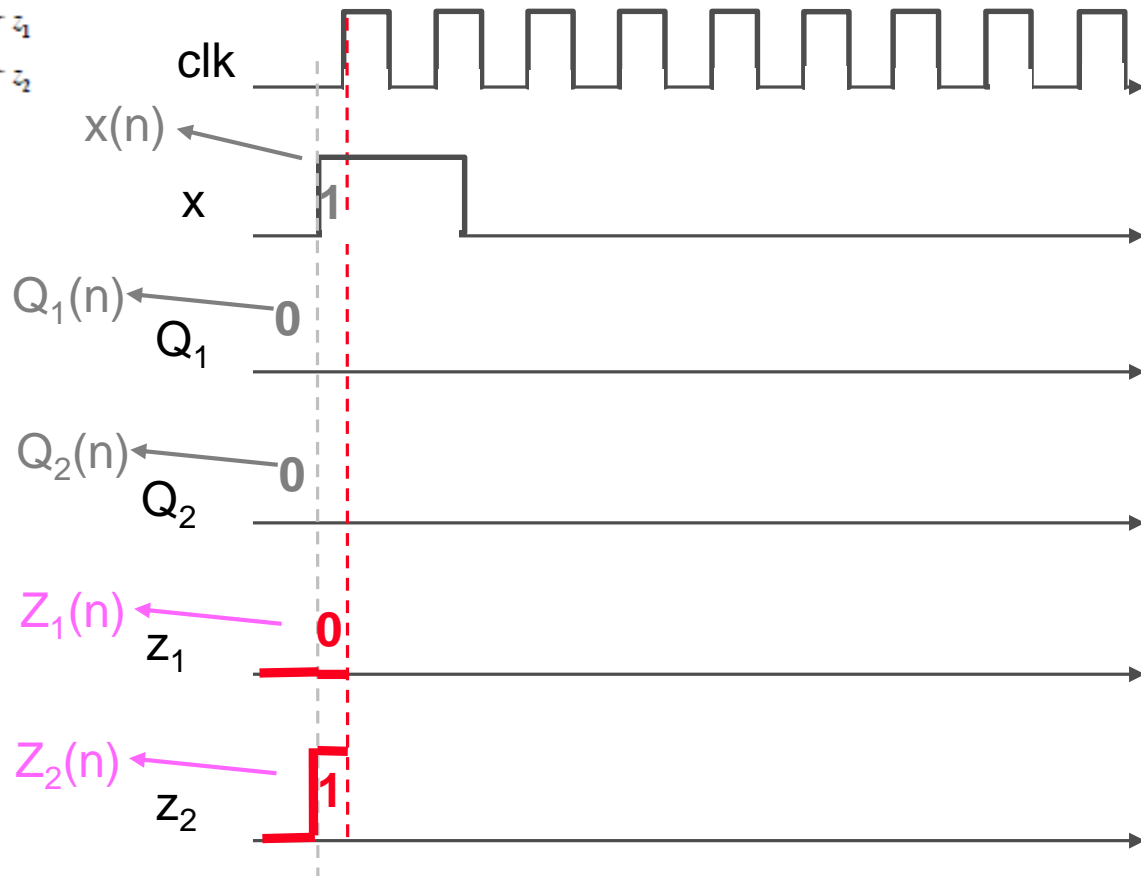
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

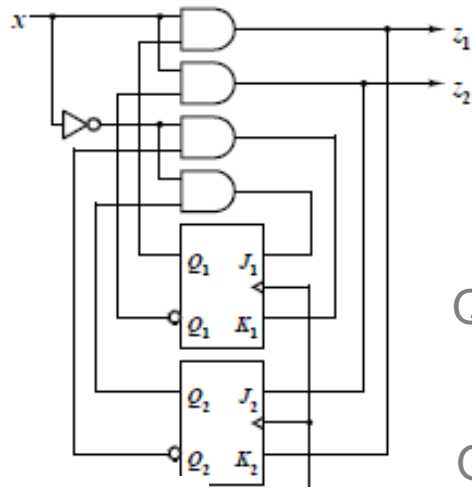
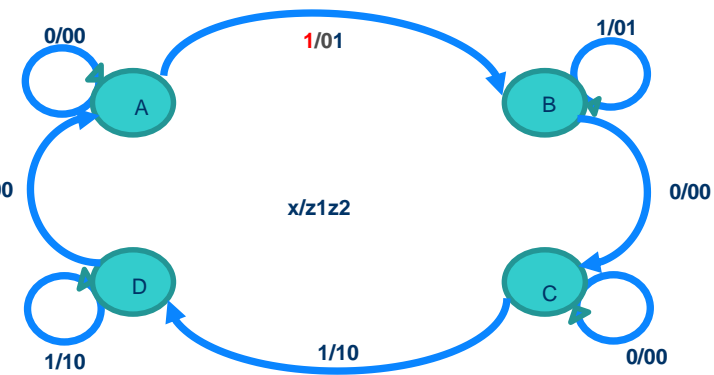
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n) = 1 \cdot 0 = 0$$

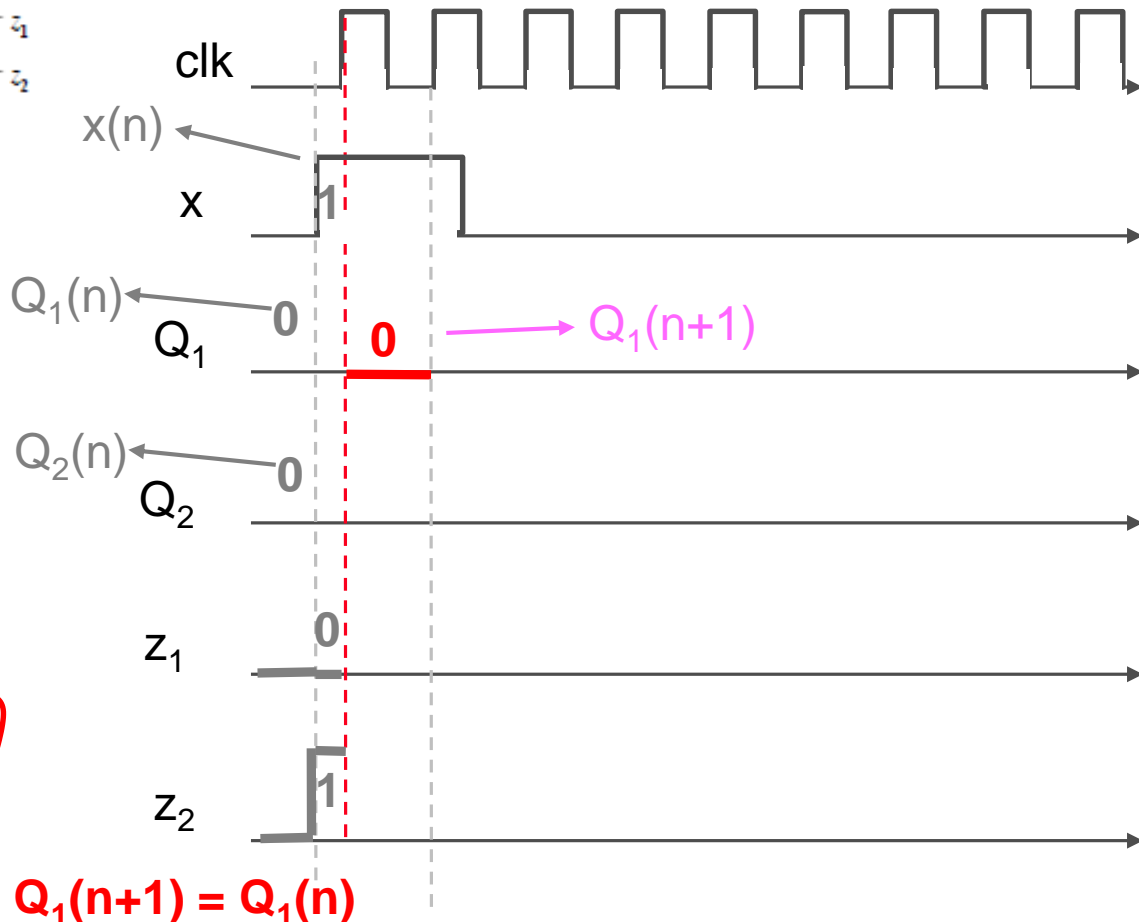
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)} = 1 \cdot 0 = 0$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)} = 0 \cdot 0 = 0$$

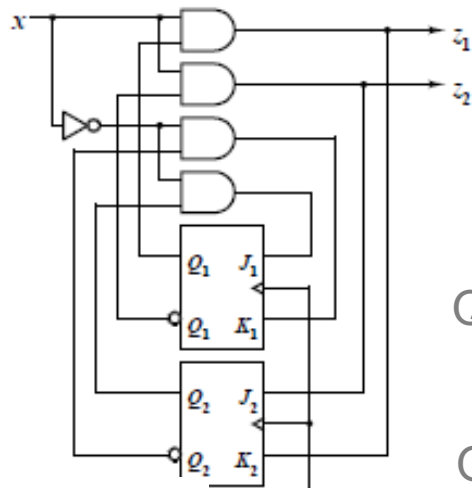
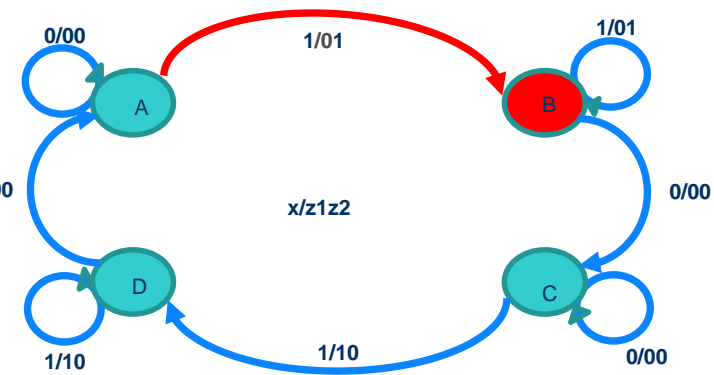
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

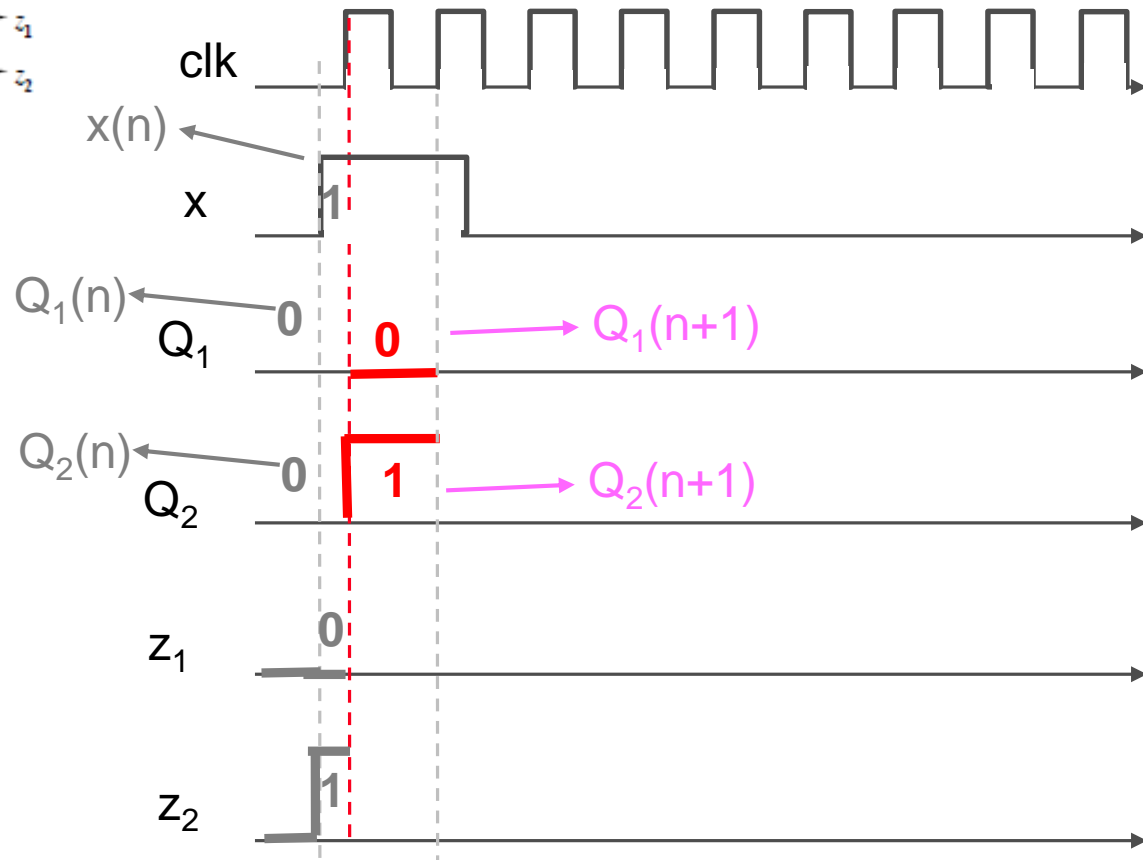
$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n) = 0 \cdot 1 = 0$$

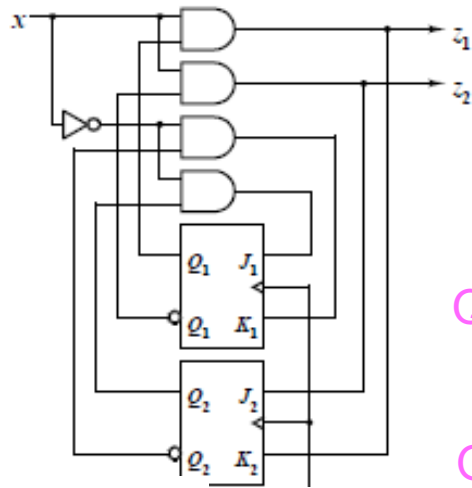
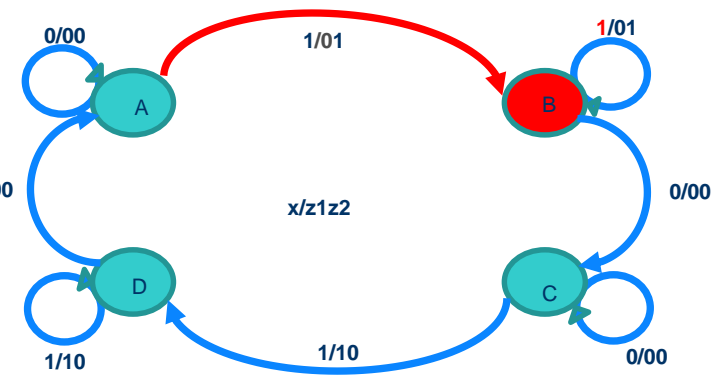
$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n) = 1 \cdot 1 = 1$$

$$\rightarrow Q_2(n+1) = Q_2(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

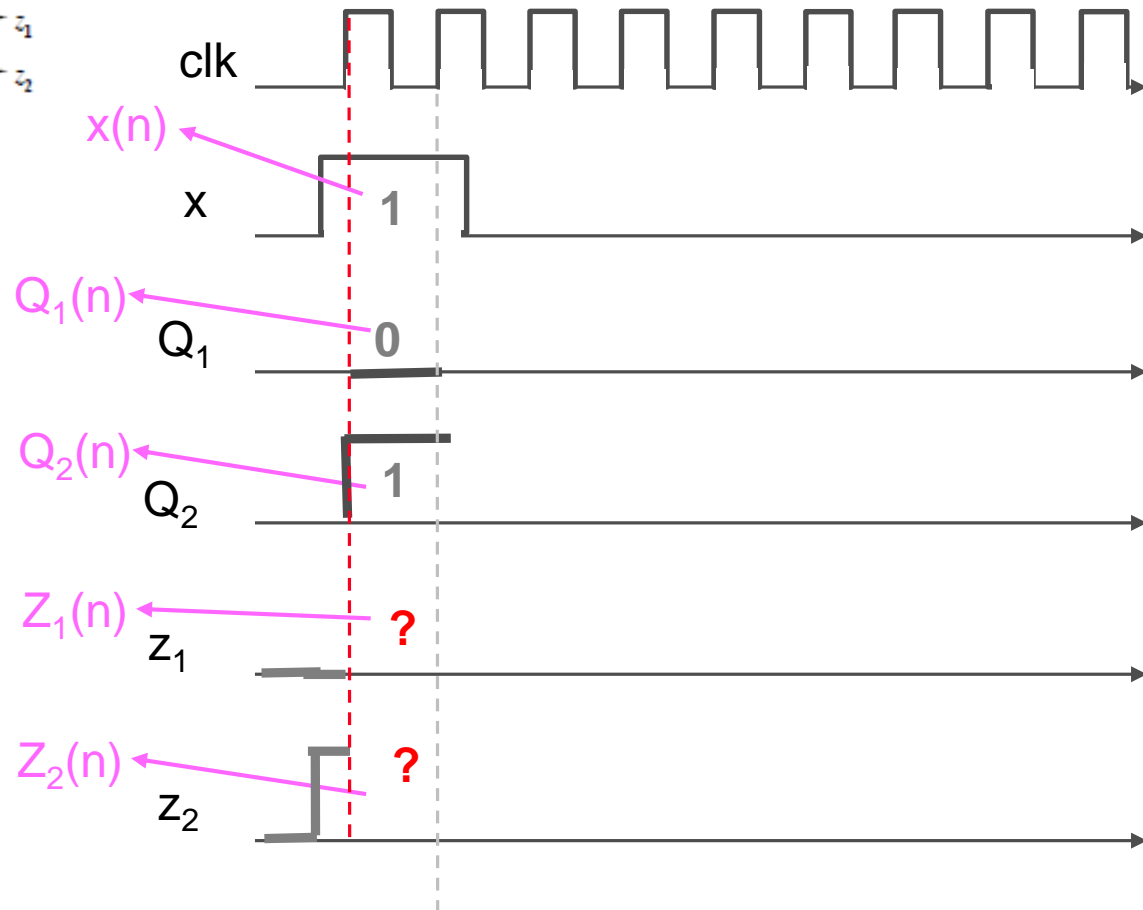
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

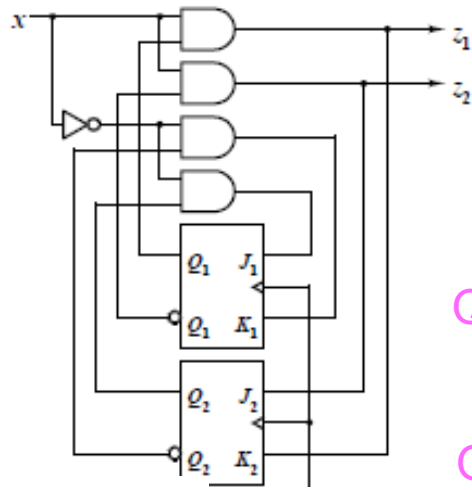
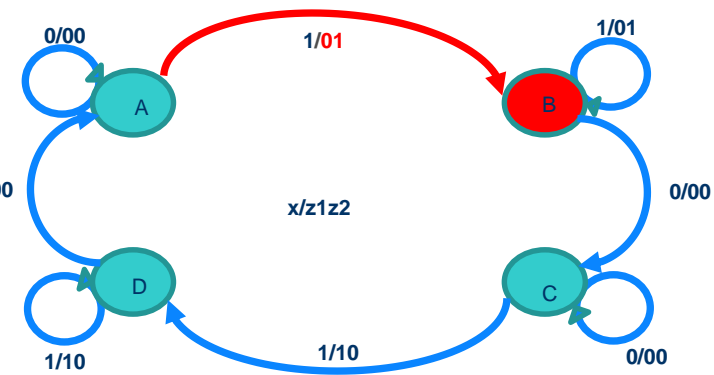
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n) = 1 \cdot 0 = 0$$

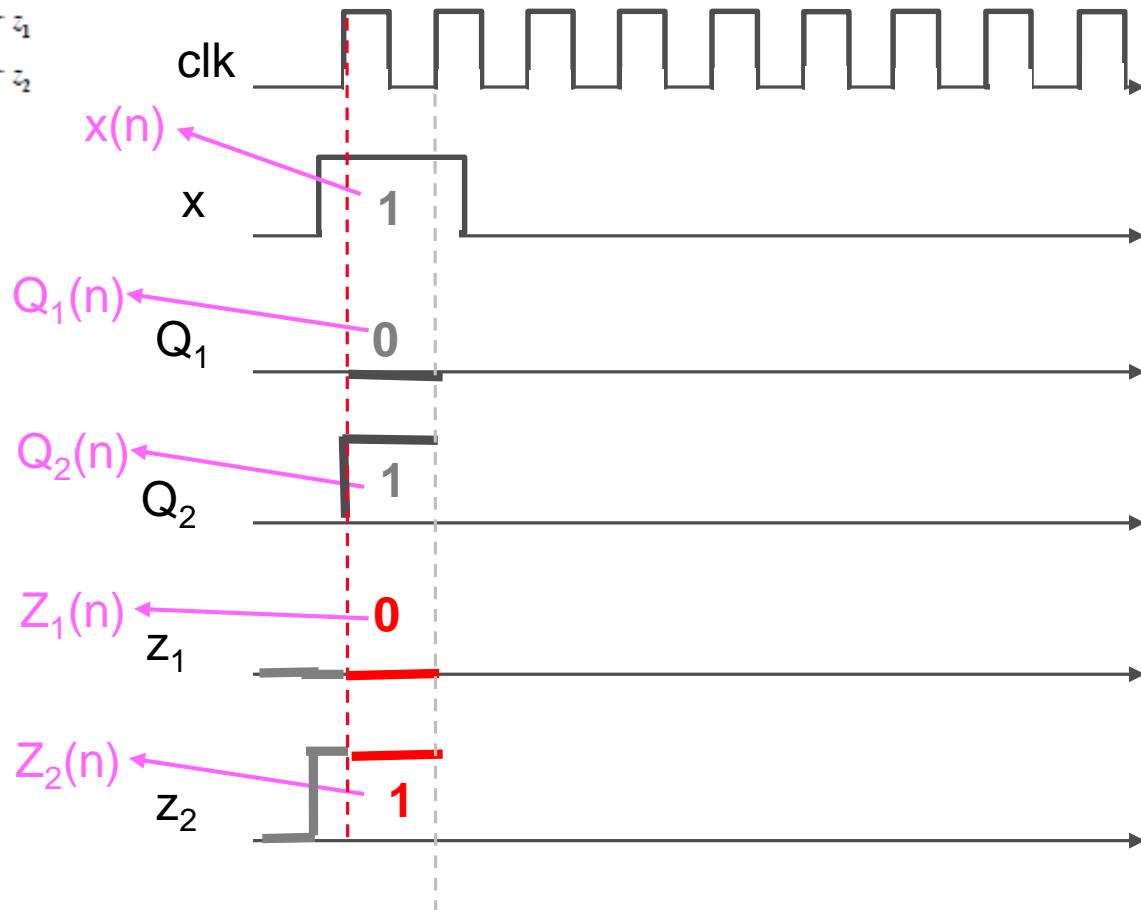
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

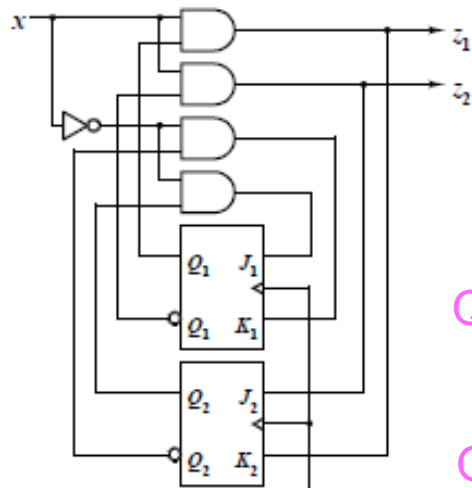
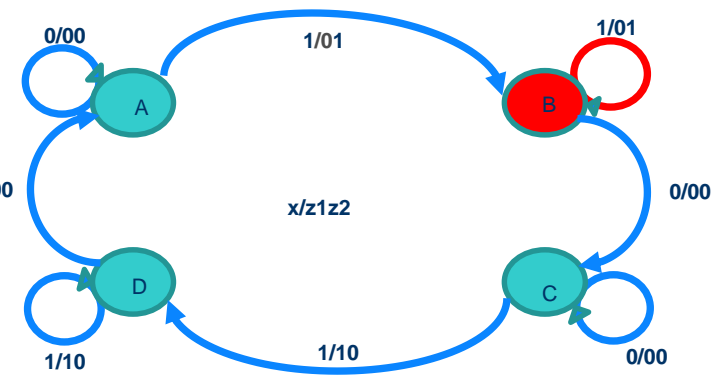
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

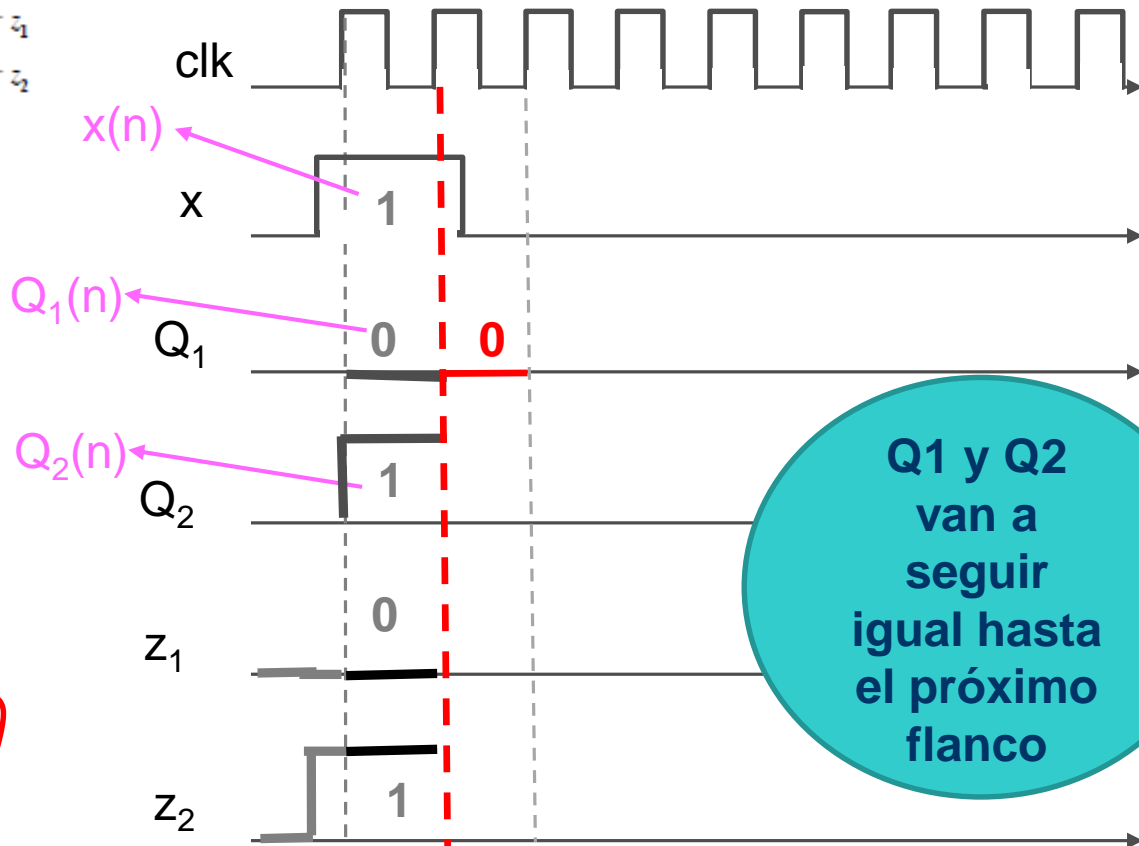
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)} = 0 \cdot 0 = 0$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)} = 1 \cdot 0 = 0$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$

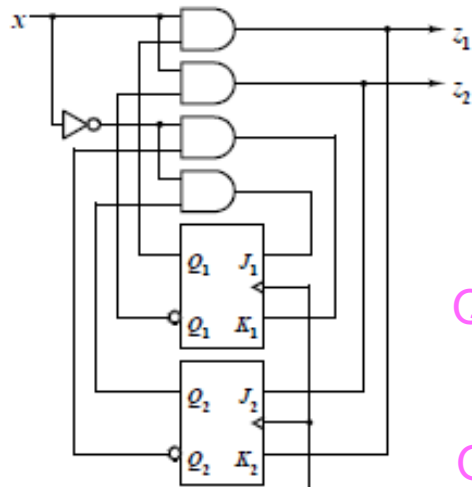
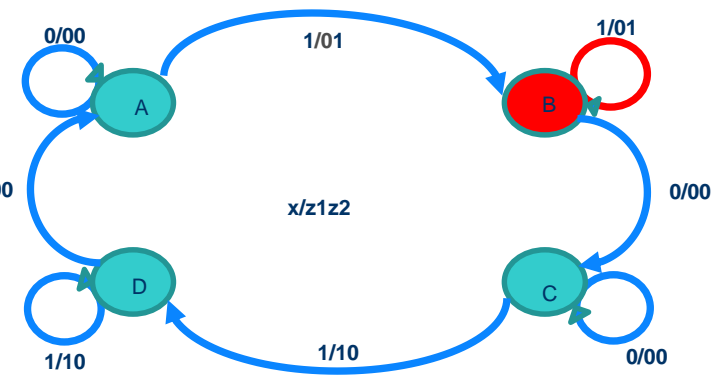


$$Q_1(n+1) = Q_1(n)$$

Q1 y Q2
van a
seguir
igual hasta
el próximo
flanco

Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

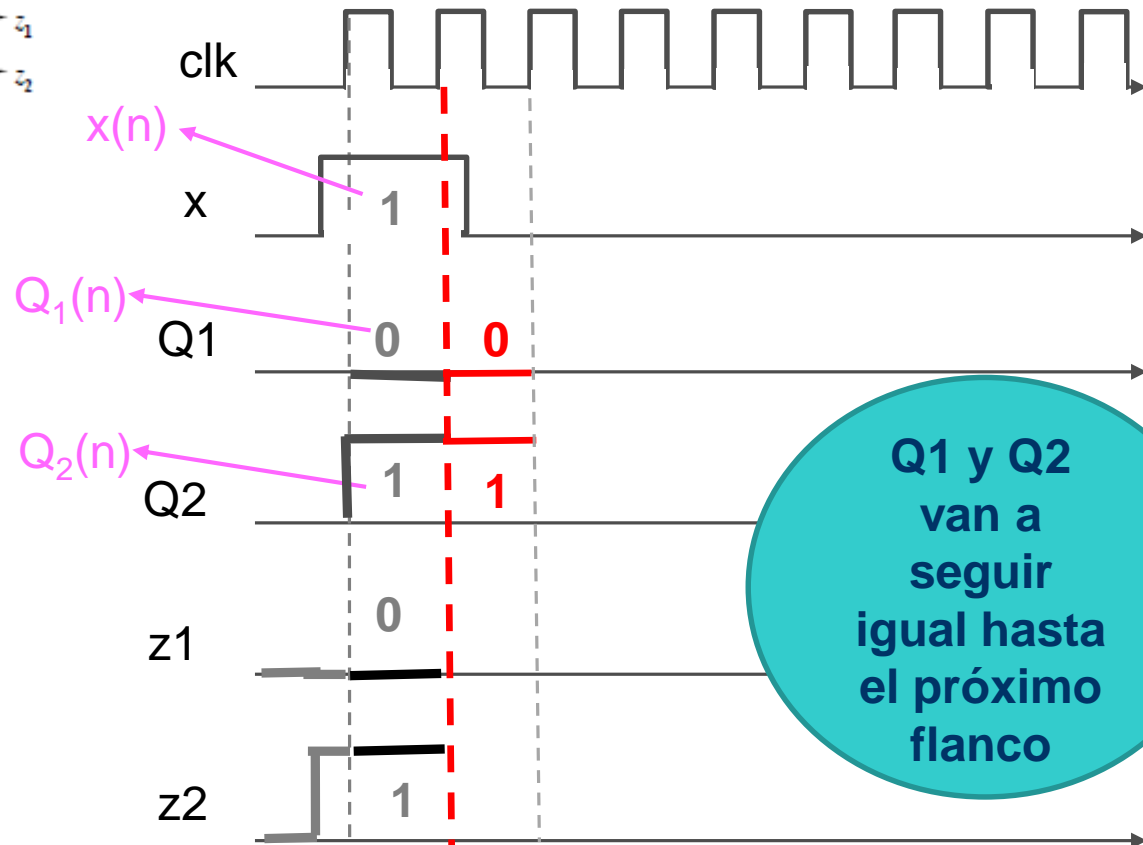
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n) = 0 \cdot 1 = 0$$

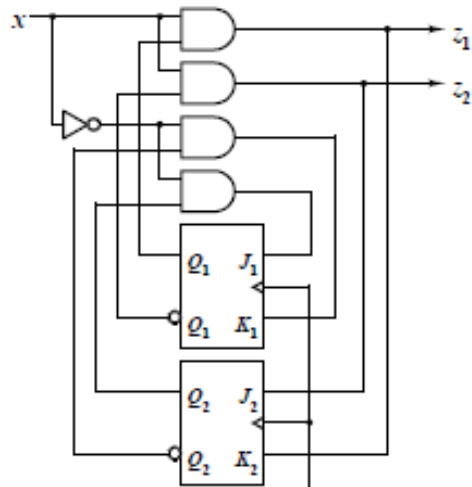
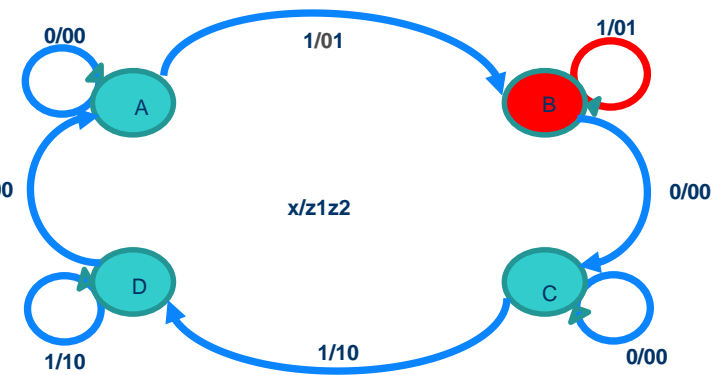
$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n) = 1 \cdot 1 = 1 \rightarrow Q_2(n+1) = 1$$



Q1 y Q2
van a
seguir
igual hasta
el próximo
flanco

Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

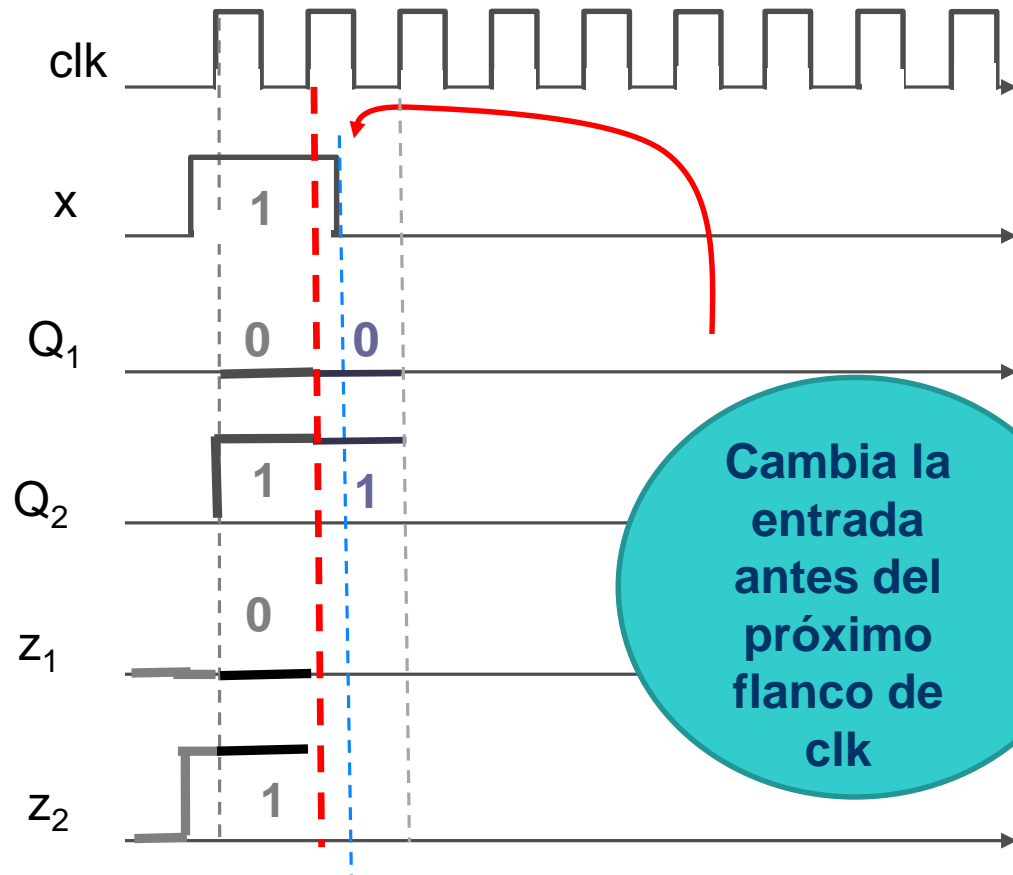
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

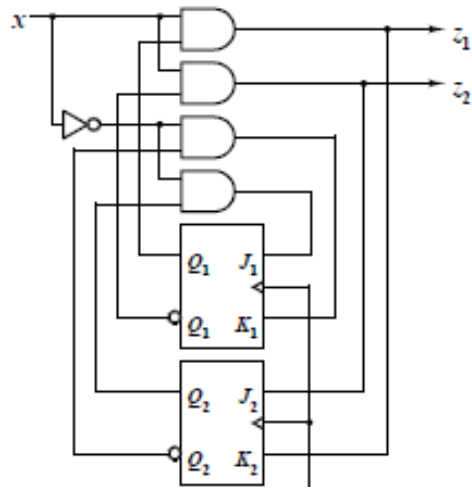
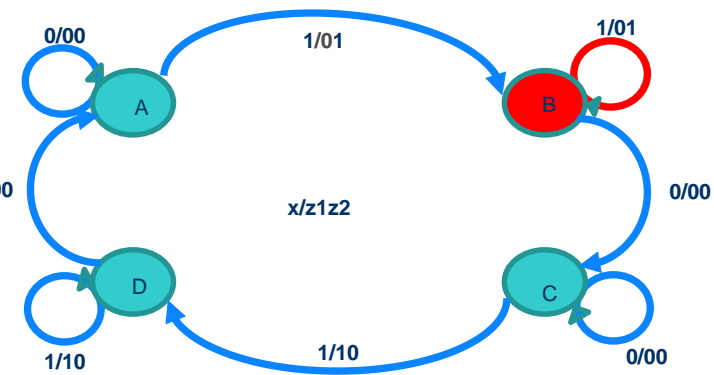
$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Cambia la
entrada
antes del
próximo
flanco de
clk

Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

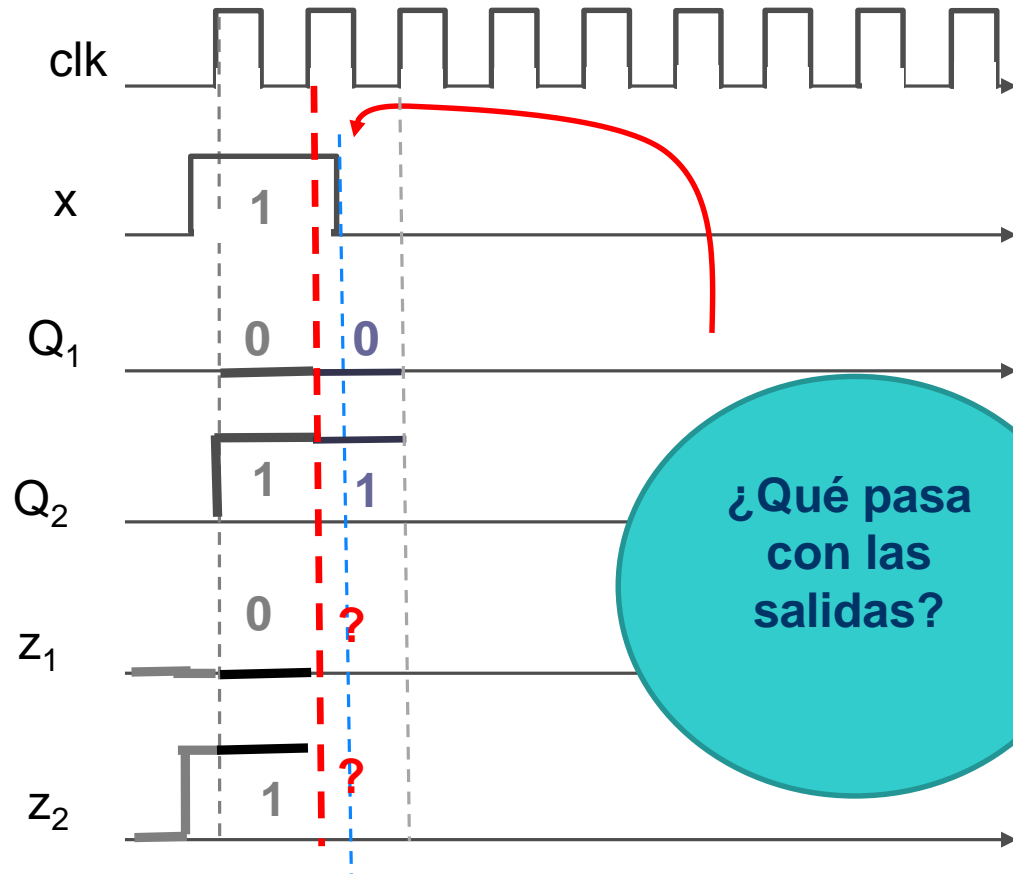
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

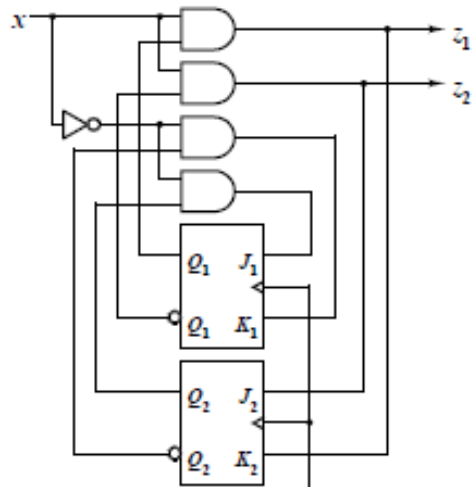
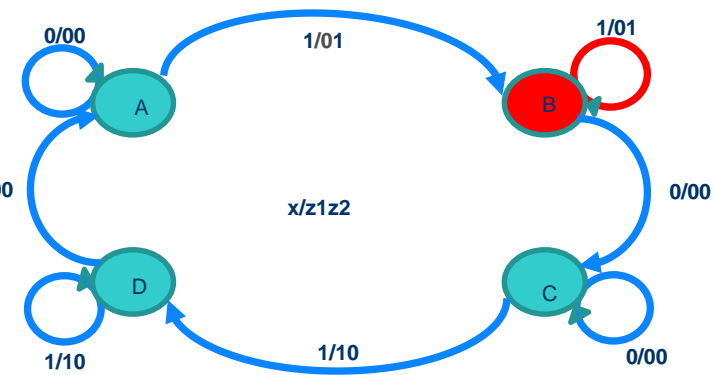
$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



¿Qué pasa con las salidas?

Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n) = 1 \cdot 0 = 0$$

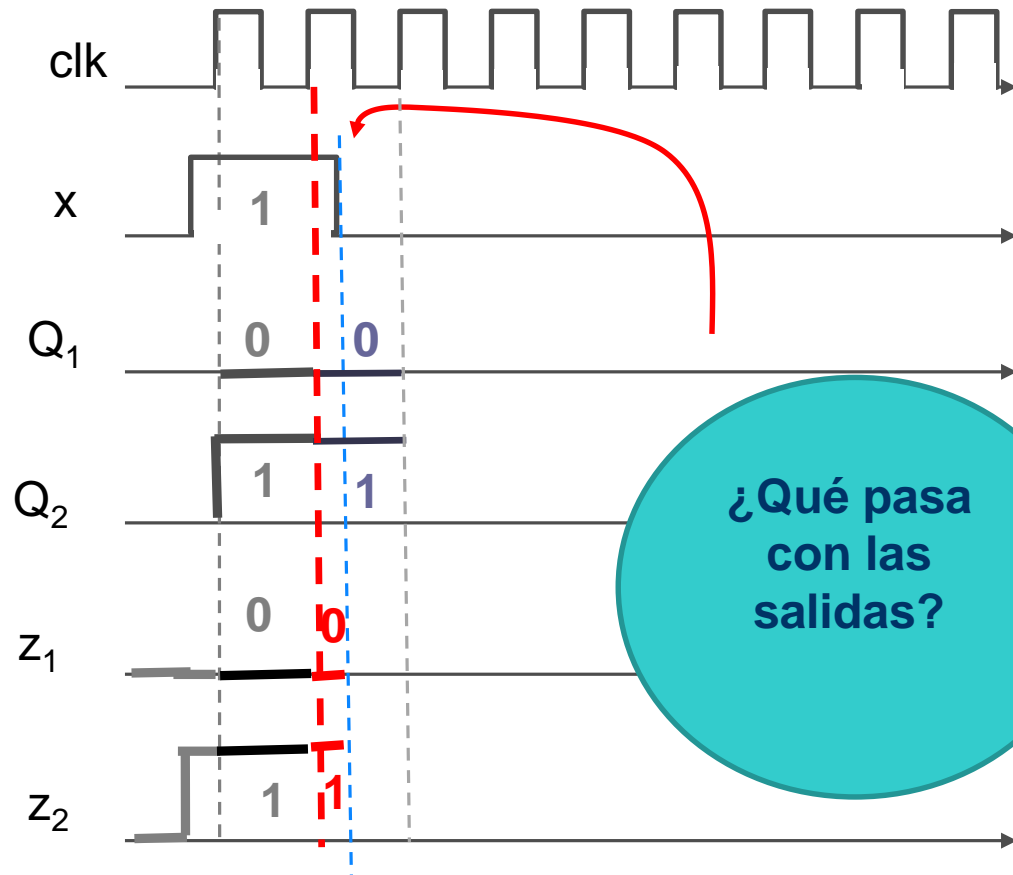
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

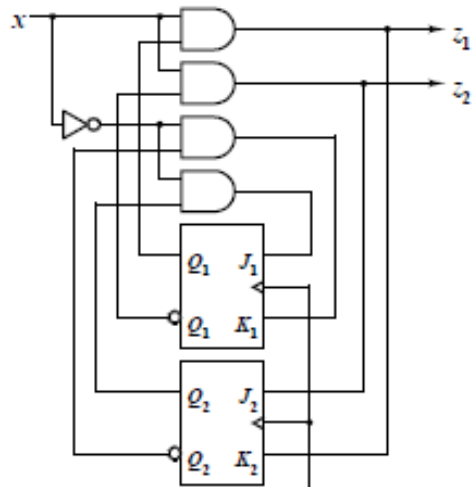
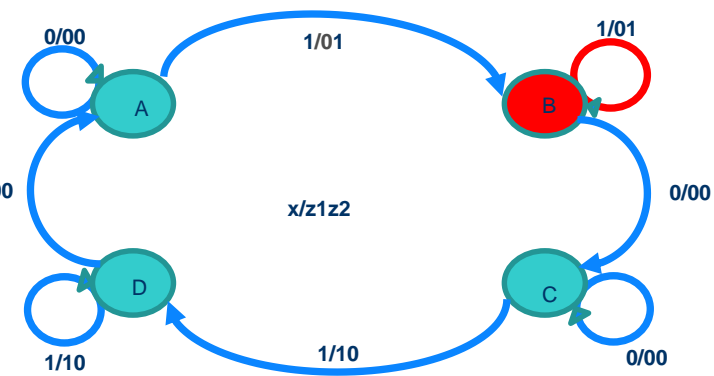
$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



¿Qué pasa con las salidas?

Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n) = 0 \cdot 0 = 0$$

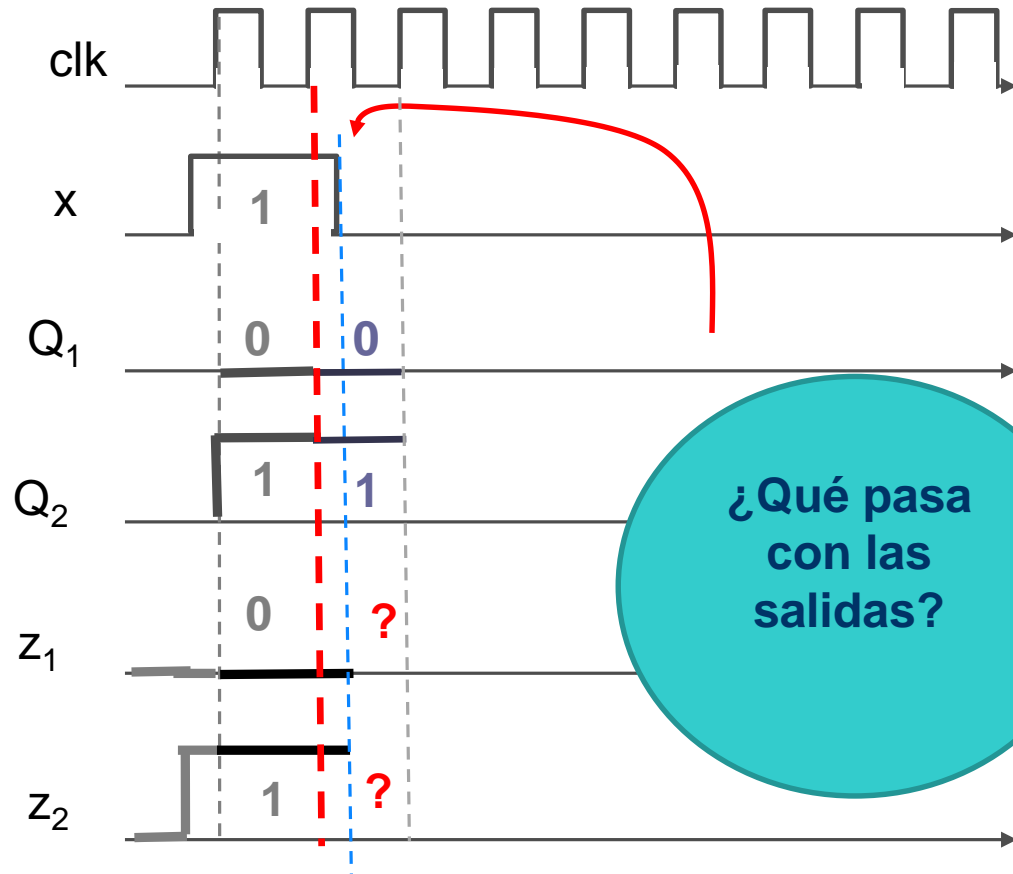
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)} = 0 \cdot 1 = 0$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

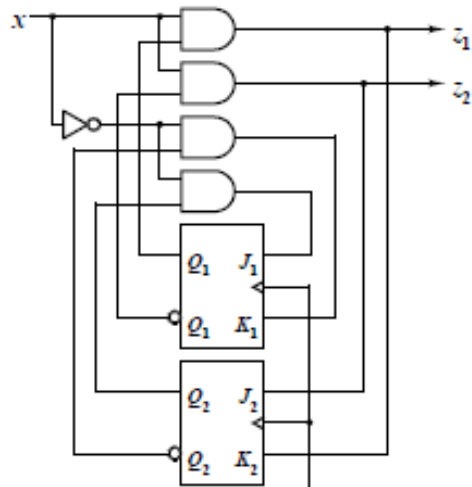
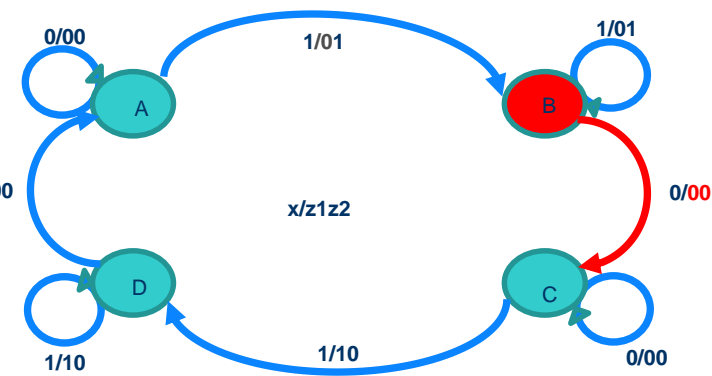
$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



¿Qué pasa con las salidas?

Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n) = 0 \cdot 0 = 0$$

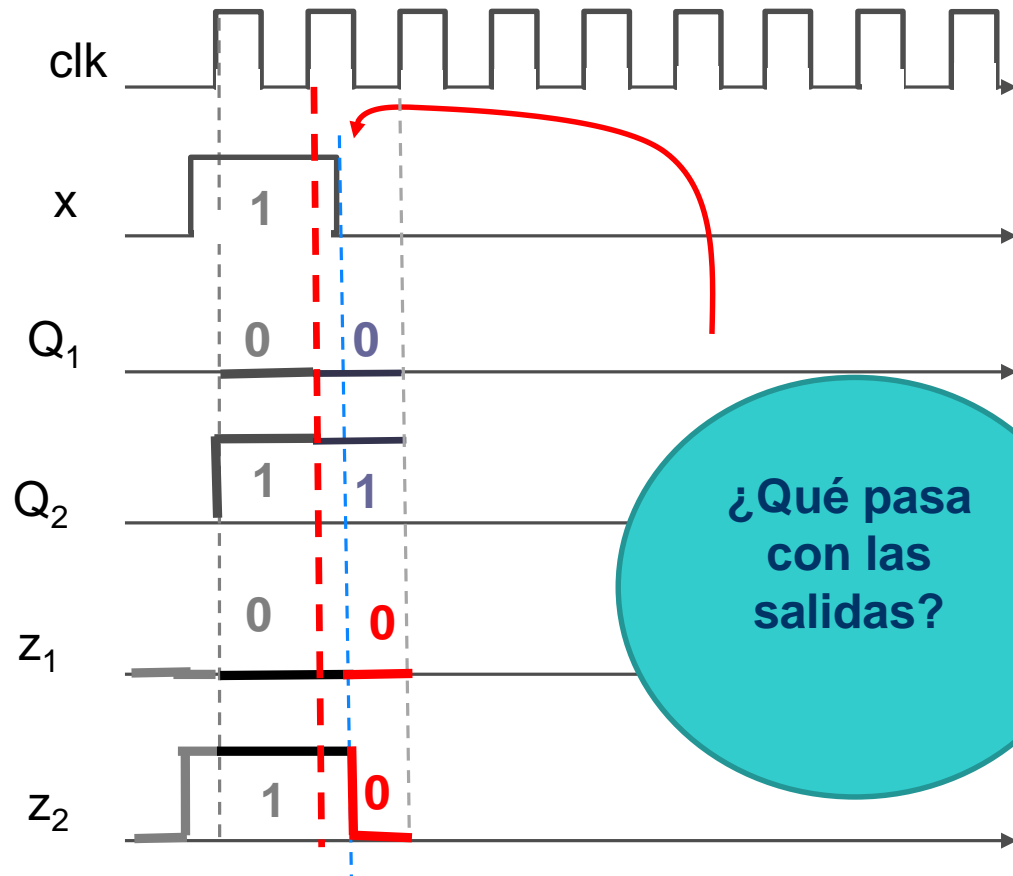
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)} = 0 \cdot 1 = 0$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

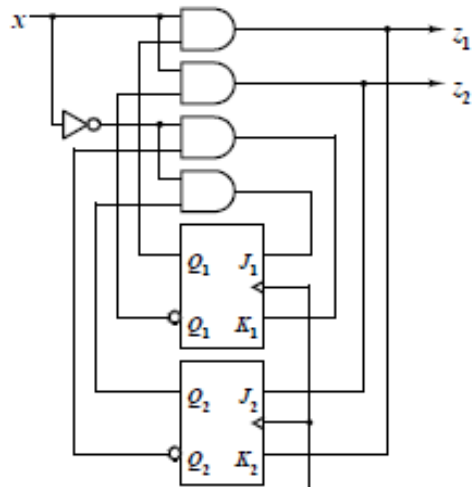
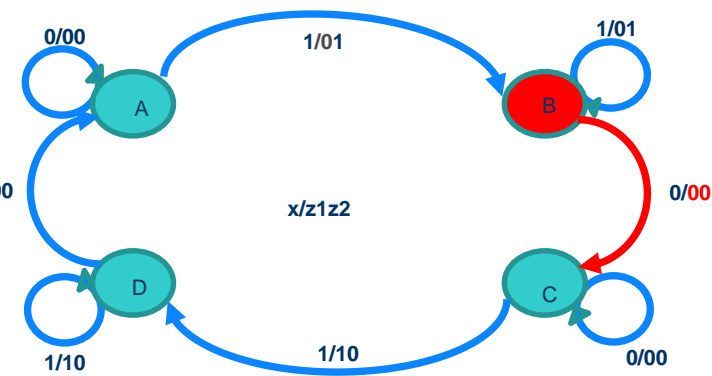
$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



¿Qué pasa con las salidas?

Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n) = 0 \cdot 0 = 0$$

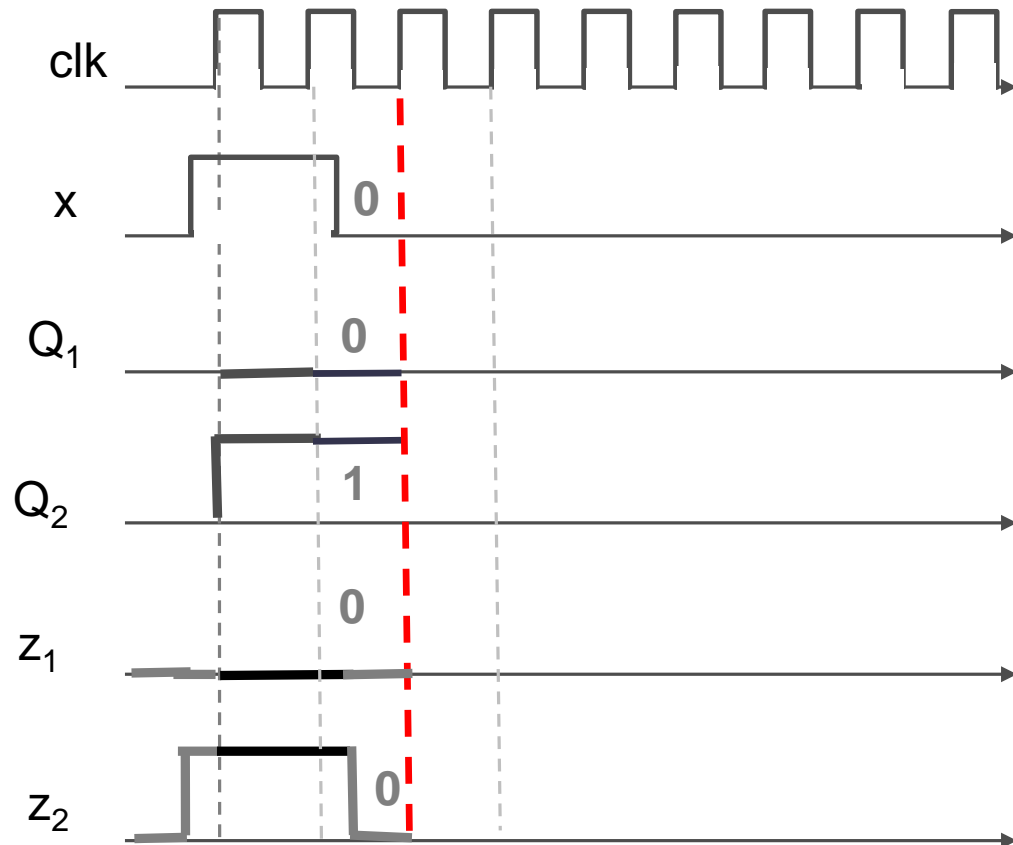
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)} = 0 \cdot 1 = 0$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)}$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)}$$

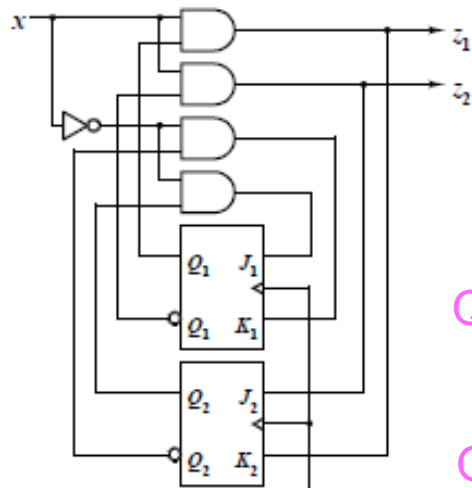
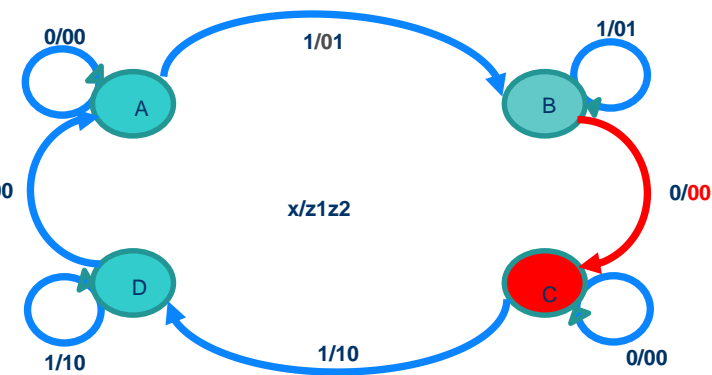
$$K_2(n) = y_1(n)x(n)$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)} = 0 \cdot 1 = 0$$

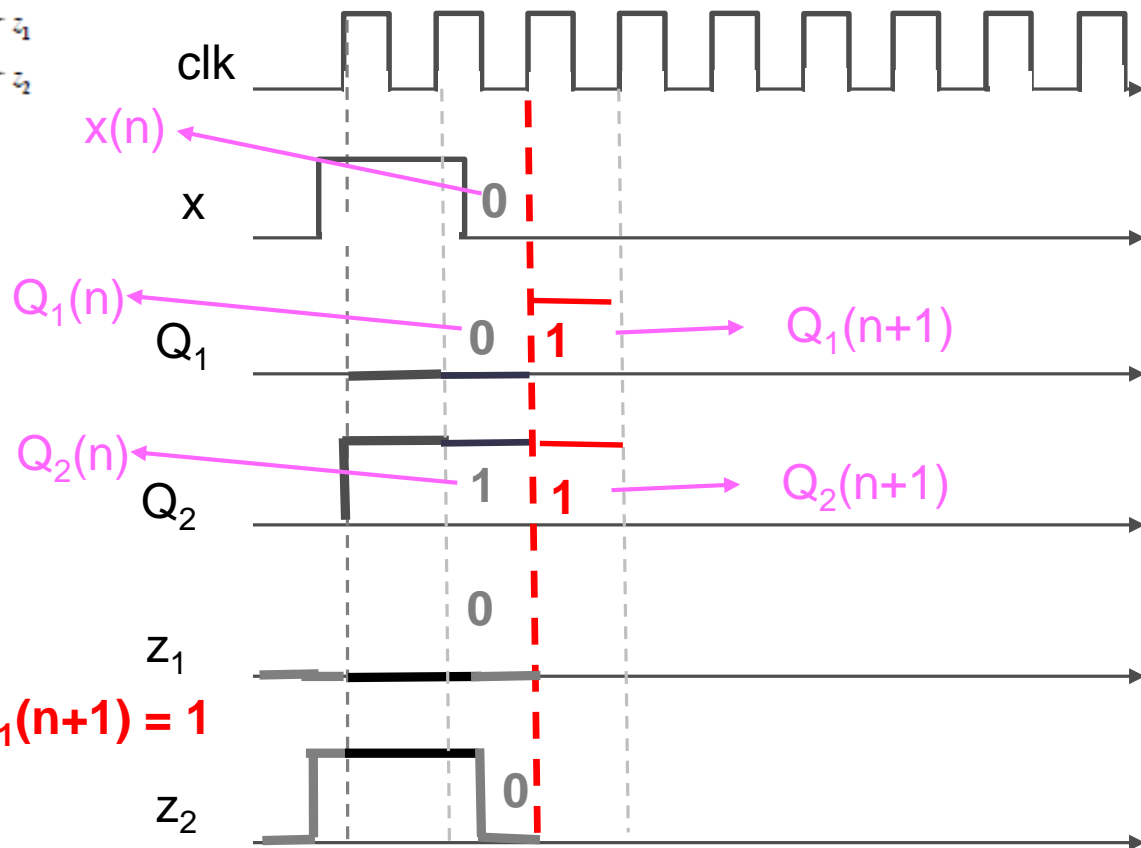
$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)} = 1 \cdot 1 = 1$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n) = 0 \cdot 0 = 0$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n) = 1 \cdot 0 = 0$$

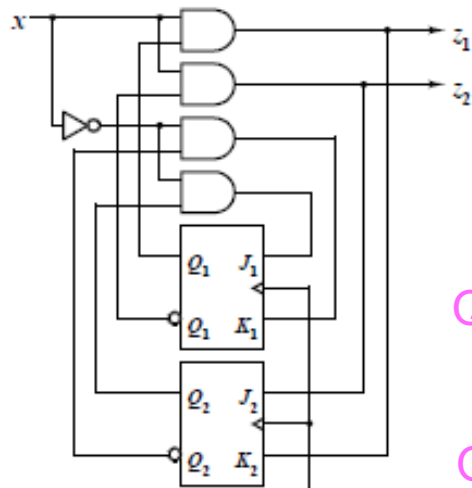
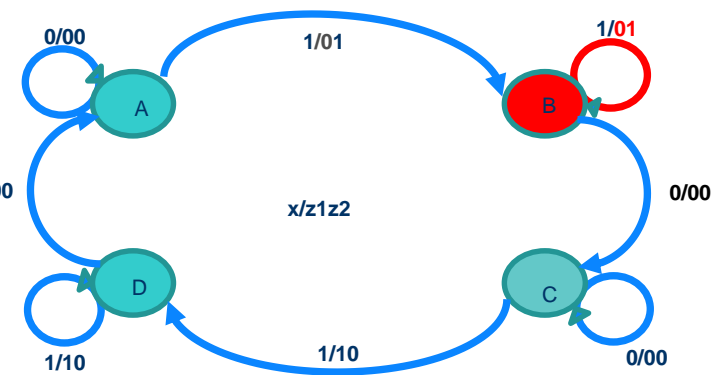
$$Q_1(n+1) = 1$$

$$Q_2(n+1) = Q_2(n)$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

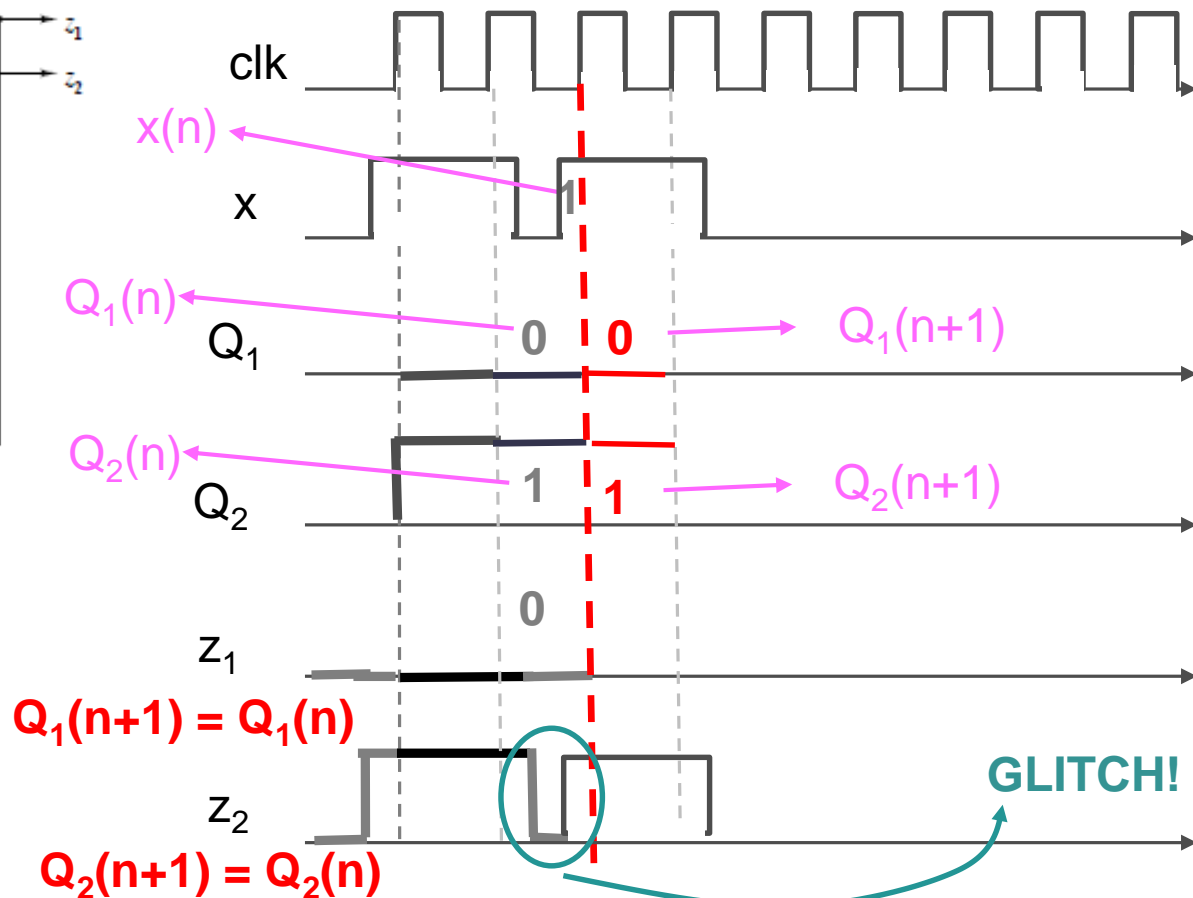
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)} = 0 \cdot 0 = 0$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)} = 1 \cdot 0 = 0$$

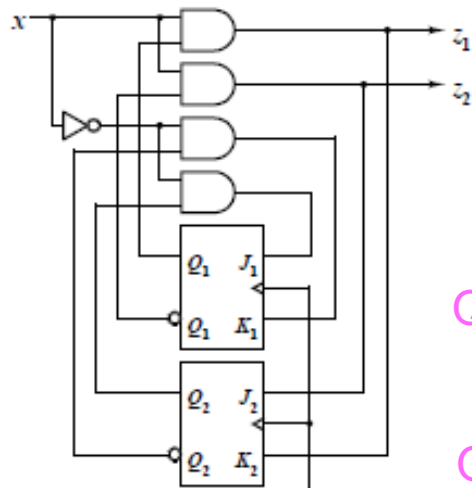
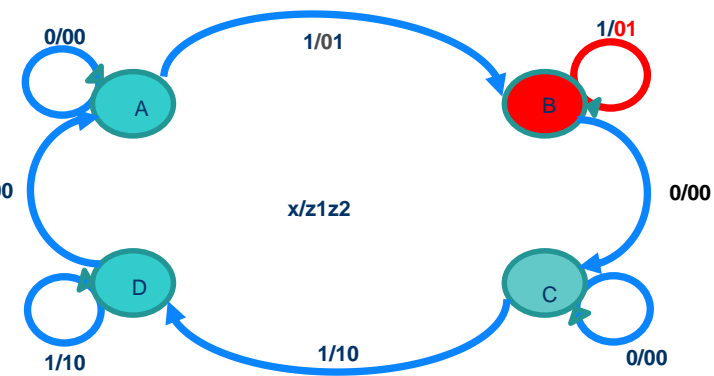
$$K_2(n) = y_1(n)x(n) = 0 \cdot 0 = 0$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n) = 1 \cdot 0 = 0$$



Realización del Control:

Q1Q2
A=00
B=01
C=11
D=10



$$Z_1(n) = x(n)y_1(n)$$

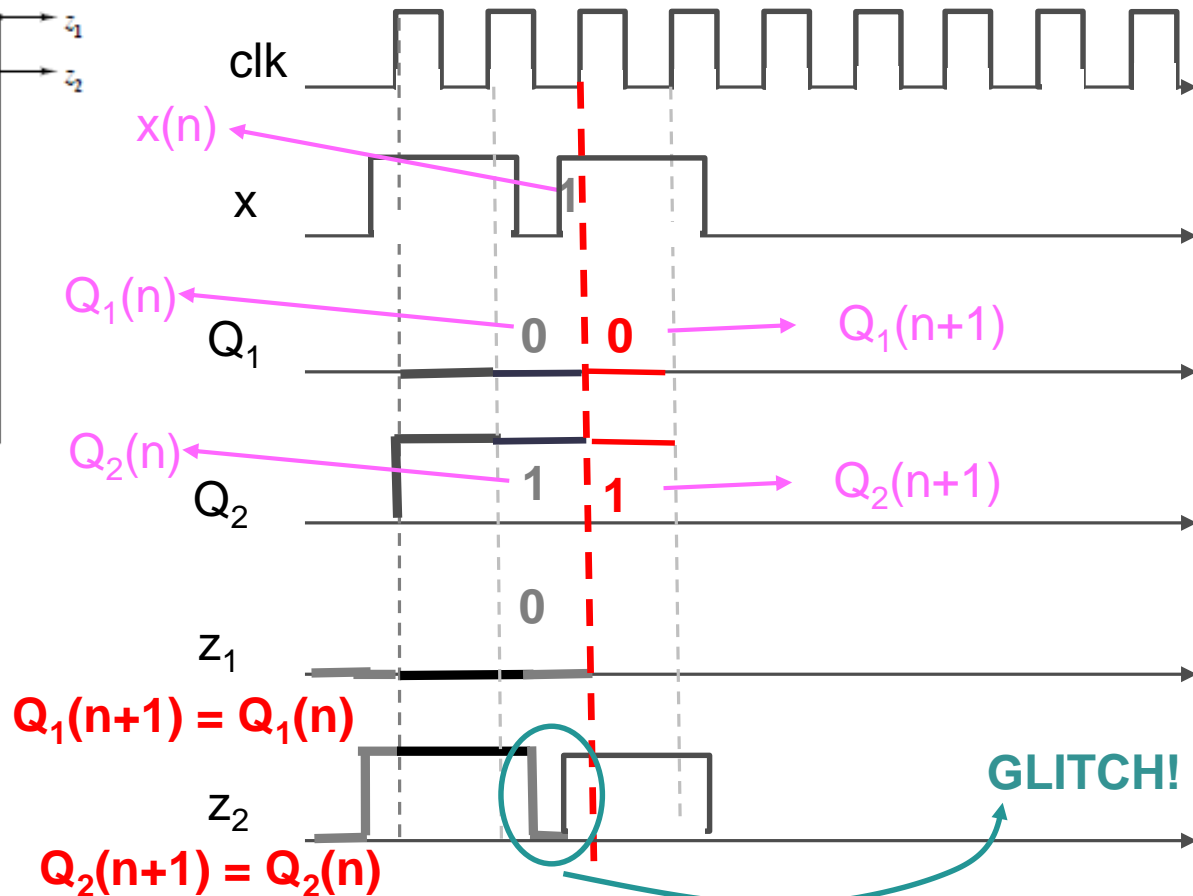
$$Z_2(n) = x(n)\overline{y_1(n)}$$

$$K_1(n) = \overline{y_2(n)}\overline{x(n)} = 0 \cdot 0 = 0$$

$$J_1(n) = y_2(n)\overline{x(n)} = 1 \cdot 0 = 0$$

$$K_2(n) = y_1(n)x(n) = 0 \cdot 0 = 0$$

$$J_2(n) = \overline{y_1(n)}x(n) = 1 \cdot 0 = 0$$



Referencias

Nelson, V. P., Nagle, H. T., Carroll, B. D., Irwin, J. D., Palmas Velasco, O. A. T., & Hernández PÚrez, C. R. T. (1996). *Análisis y diseño de circuitos lógicos digitales*. Pearson Educación.