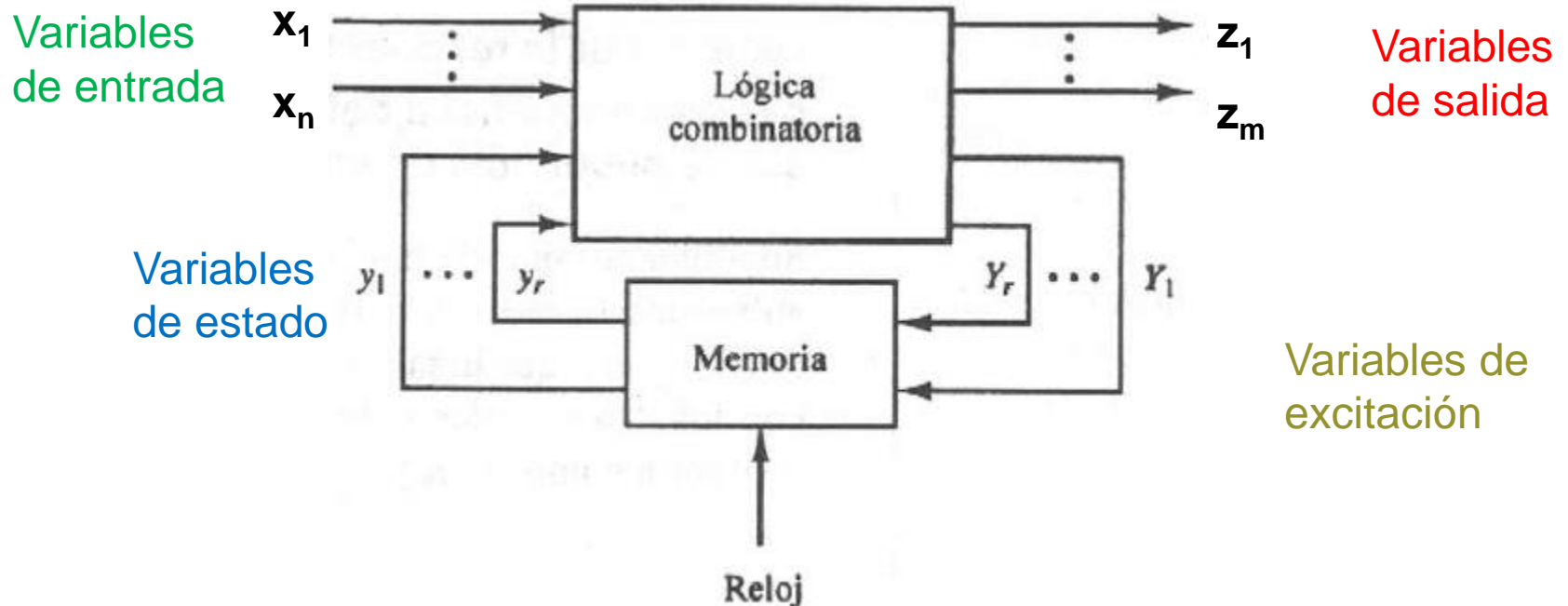


Técnicas y Dispositivos Digitales II

Teoría General de los
Circuitos Secuenciales
Sincrónicos (CSS)



Modelo de Circuito Secuencial Sincrónico (CSS)



Modelo de Circuito Secuencial Sincrónico (CSS)

La salida es función de la entrada actual, y de entradas pasadas.

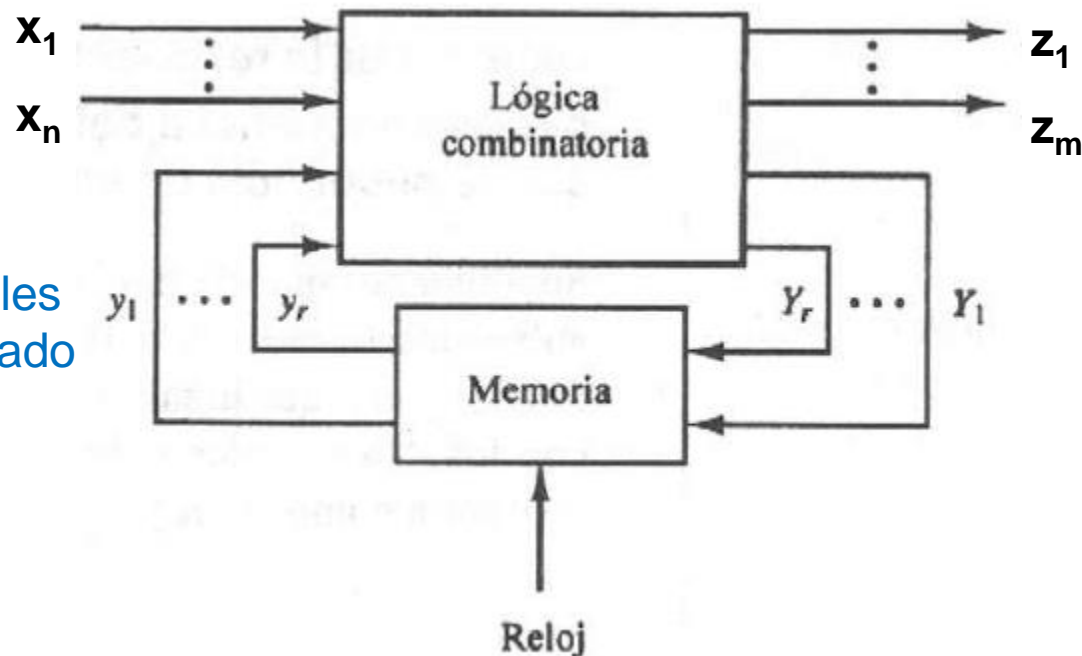


Variables de salida

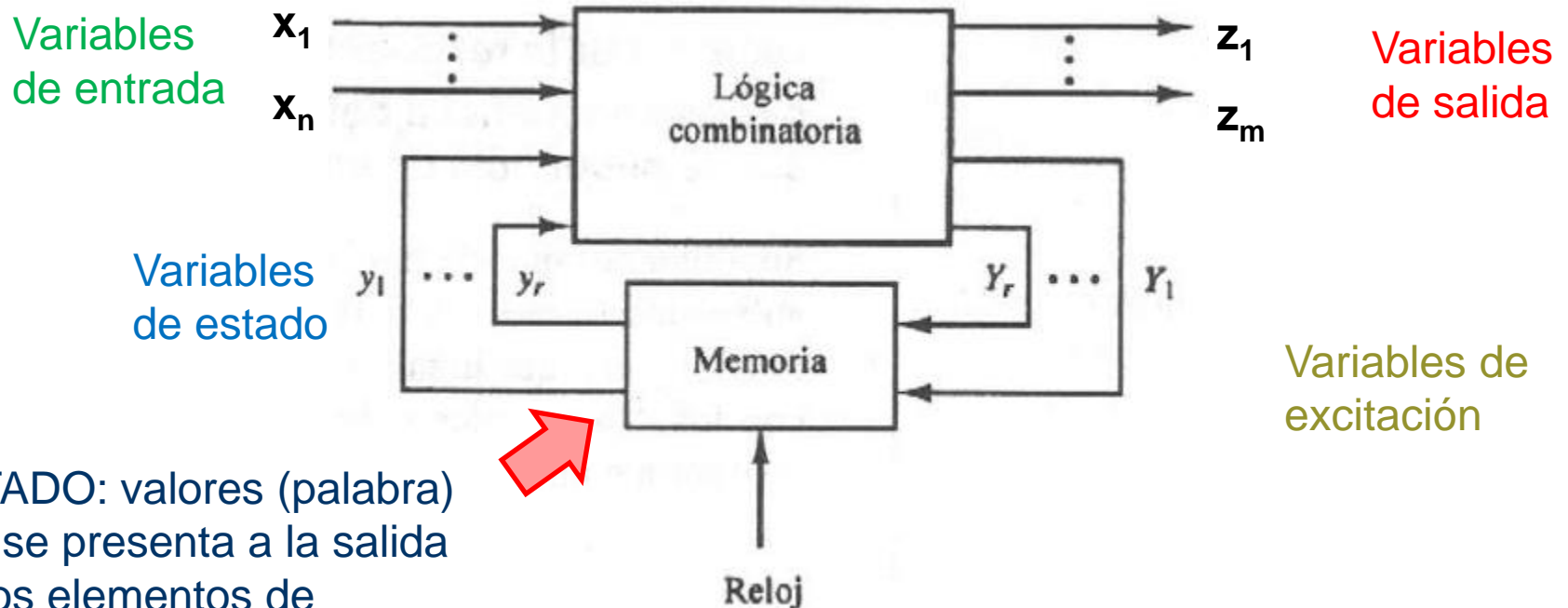
Variables de entrada

Variables de estado

Variables de excitación

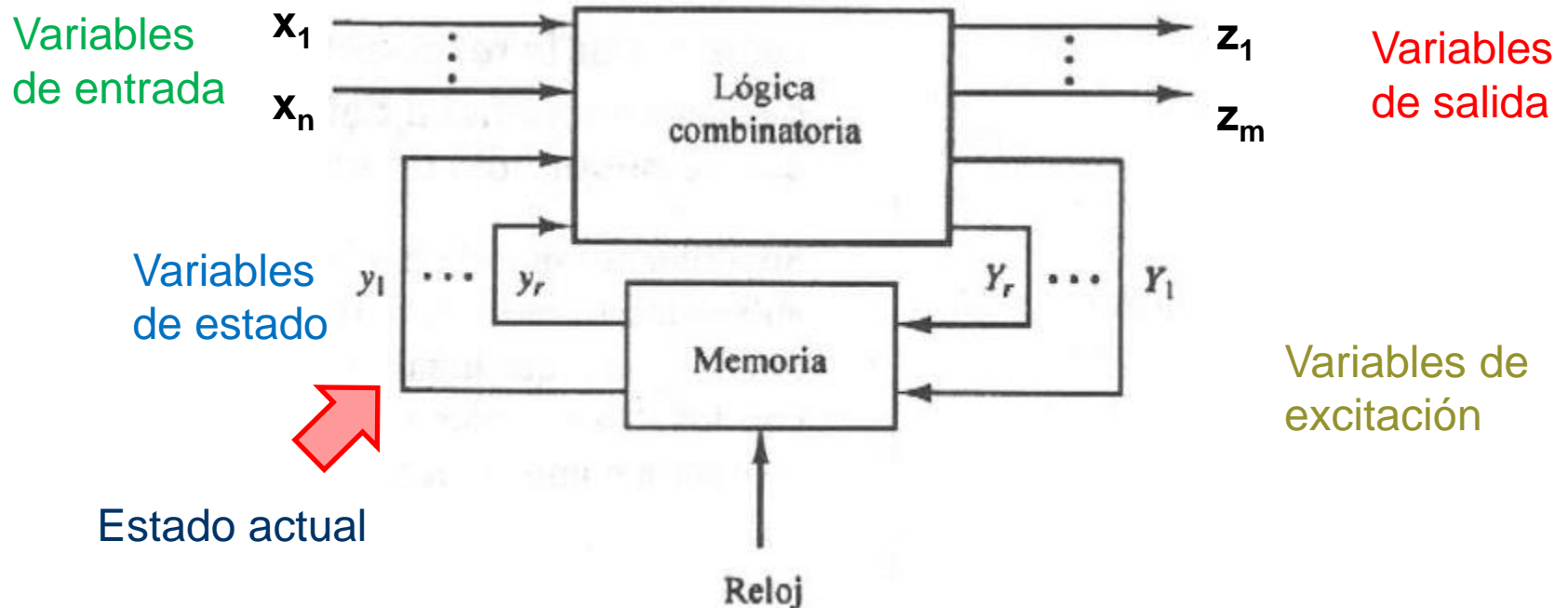


Modelo de Circuito Secuencial Sincrónico (CSS)

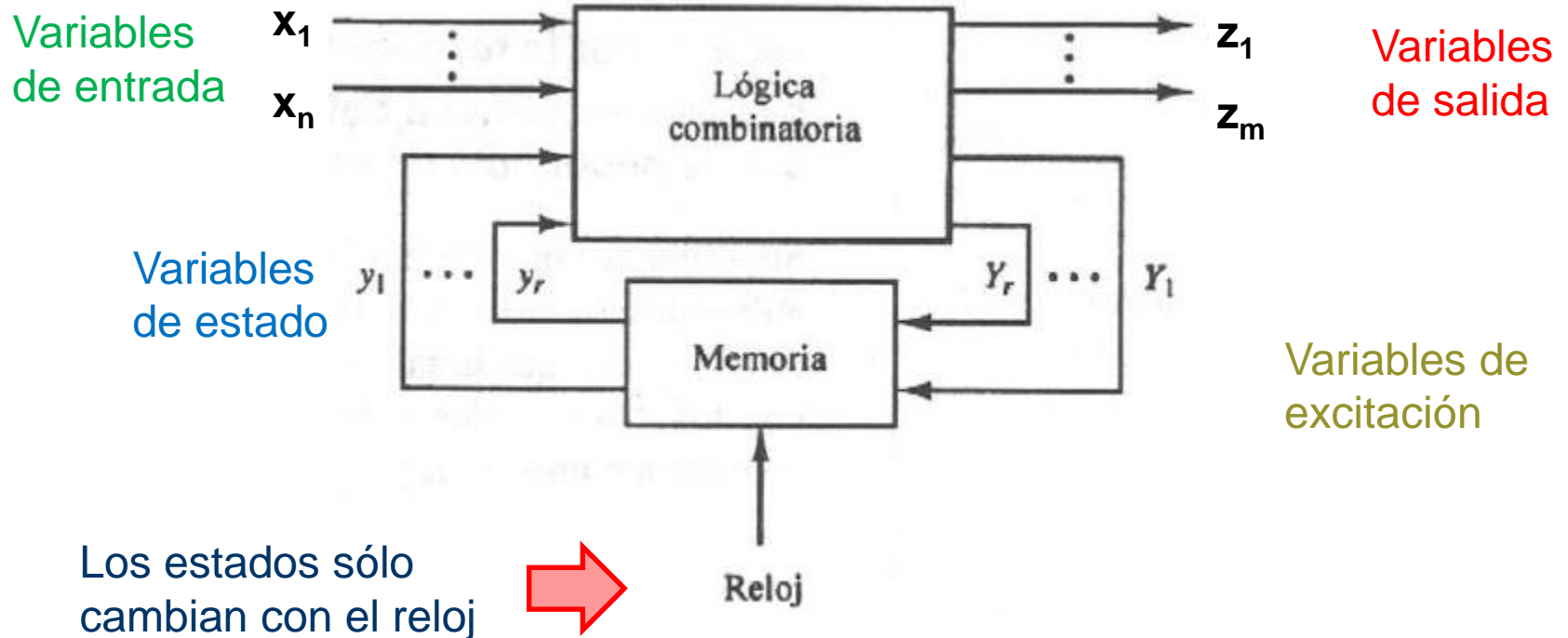


ESTADO: valores (palabra) que se presenta a la salida de los elementos de memoria (Biestables)

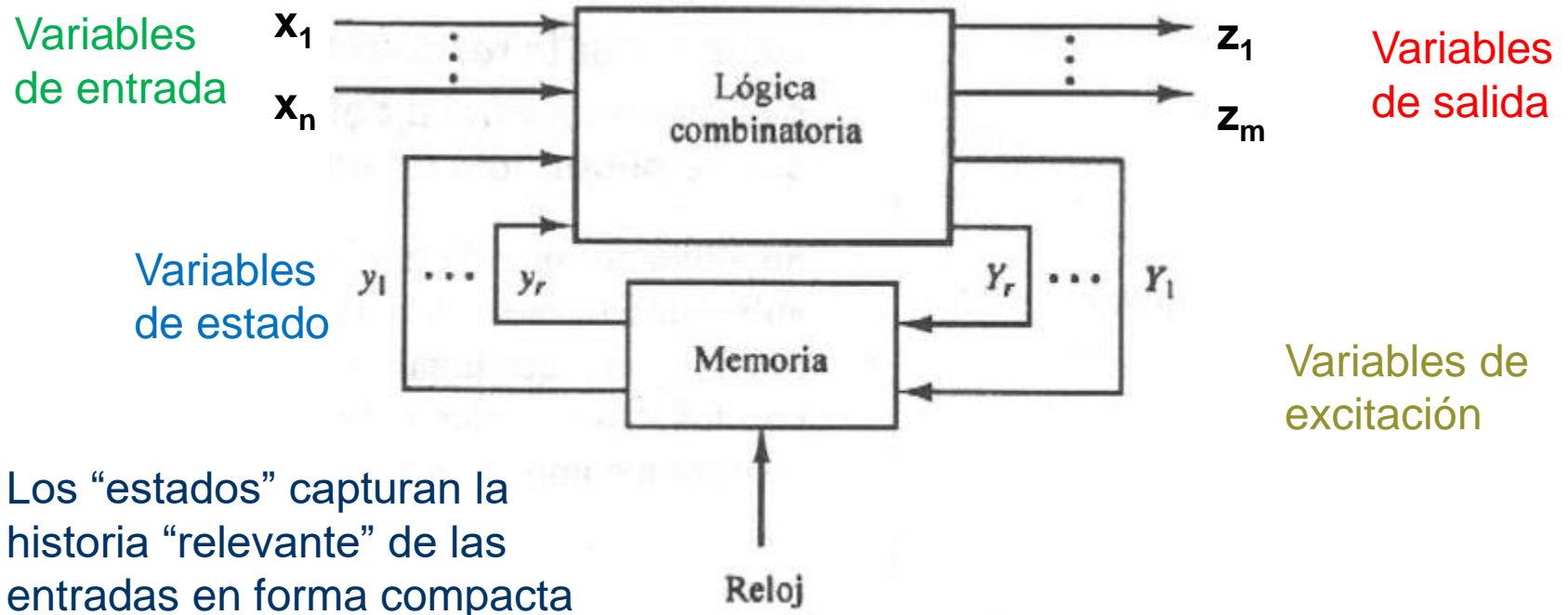
Modelo de Circuito Secuencial Sincrónico (CSS)



Modelo de Circuito Secuencial Sincrónico (CSS)



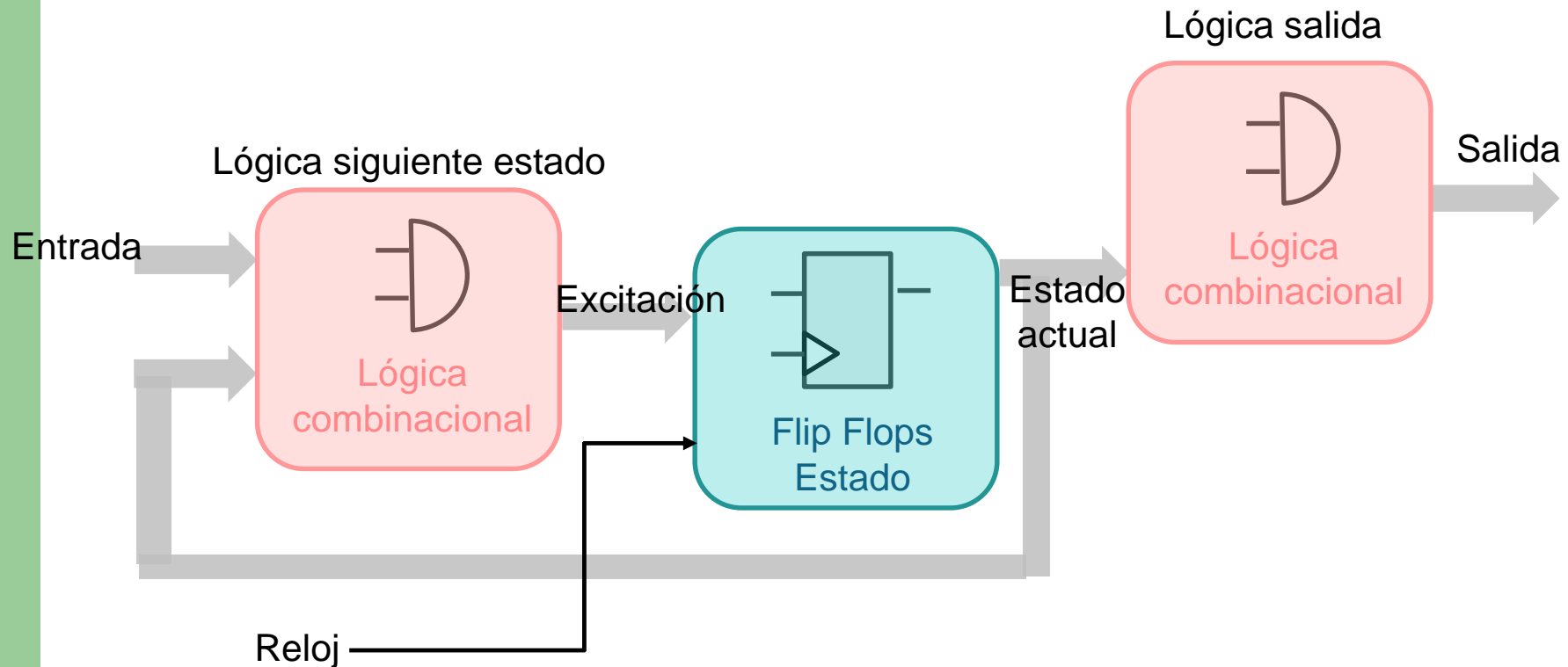
Modelo de Circuito Secuencial Sincrónico (CSS)



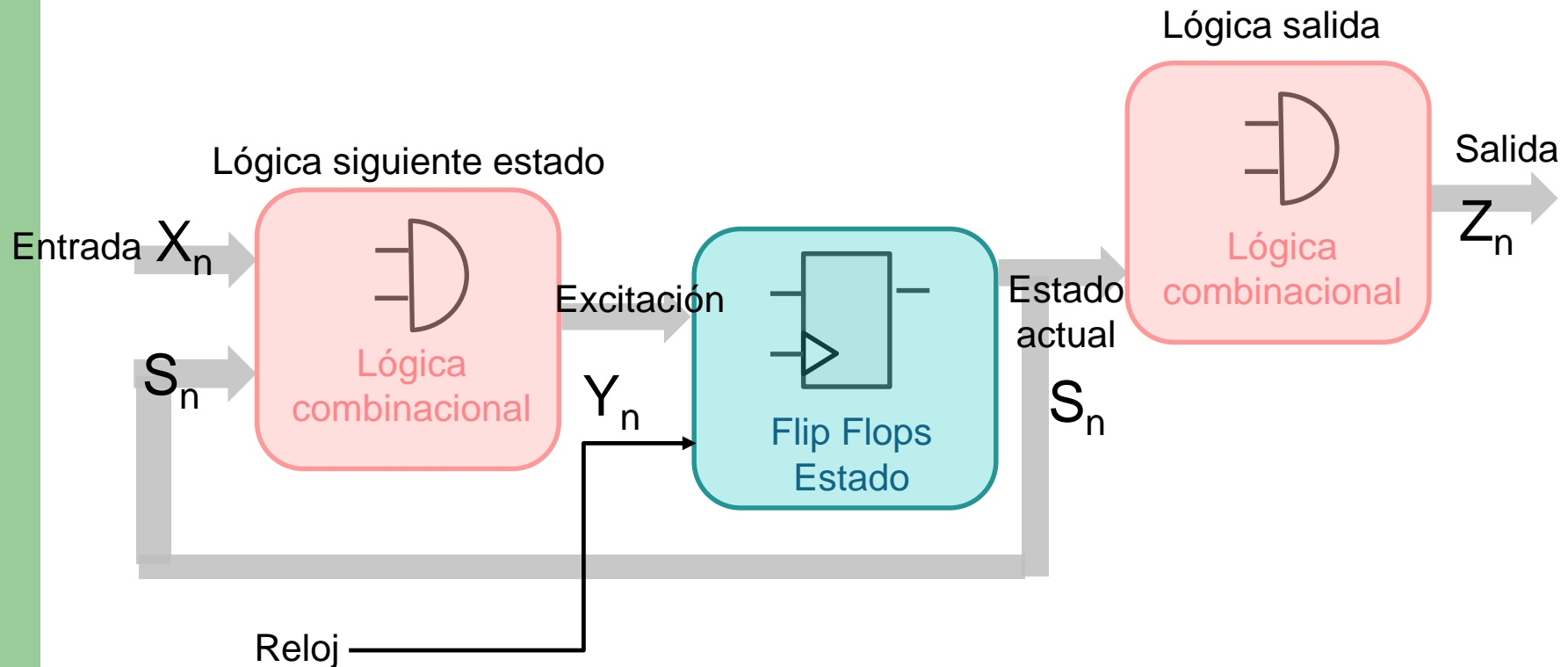
Modelos de Mealy y Moore

- Según el tipo de comportamiento del circuito con respecto a las entradas y salidas tenemos dos modelos o tipos de máquina de estado.
- Estas máquinas son de tipo Moore o tipo Mealy.

Modelo Moore

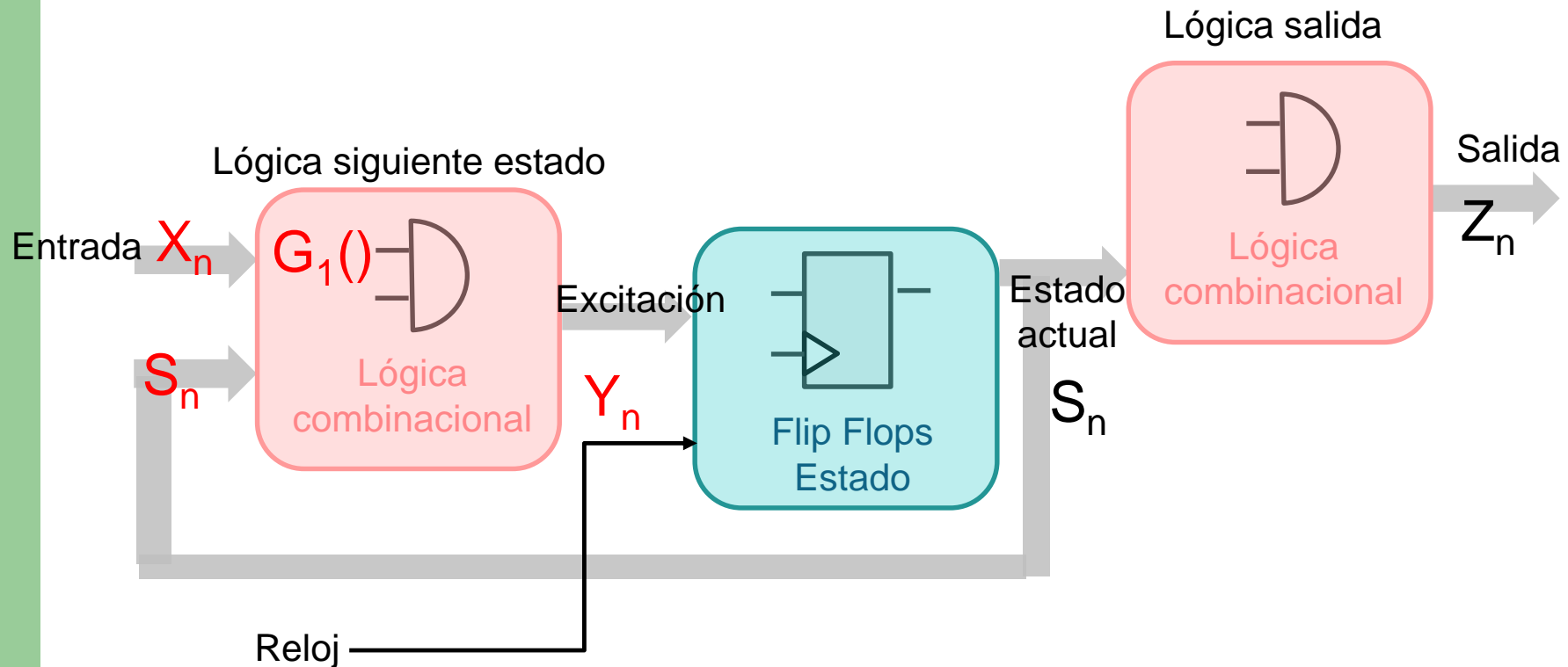


Modelo Moore



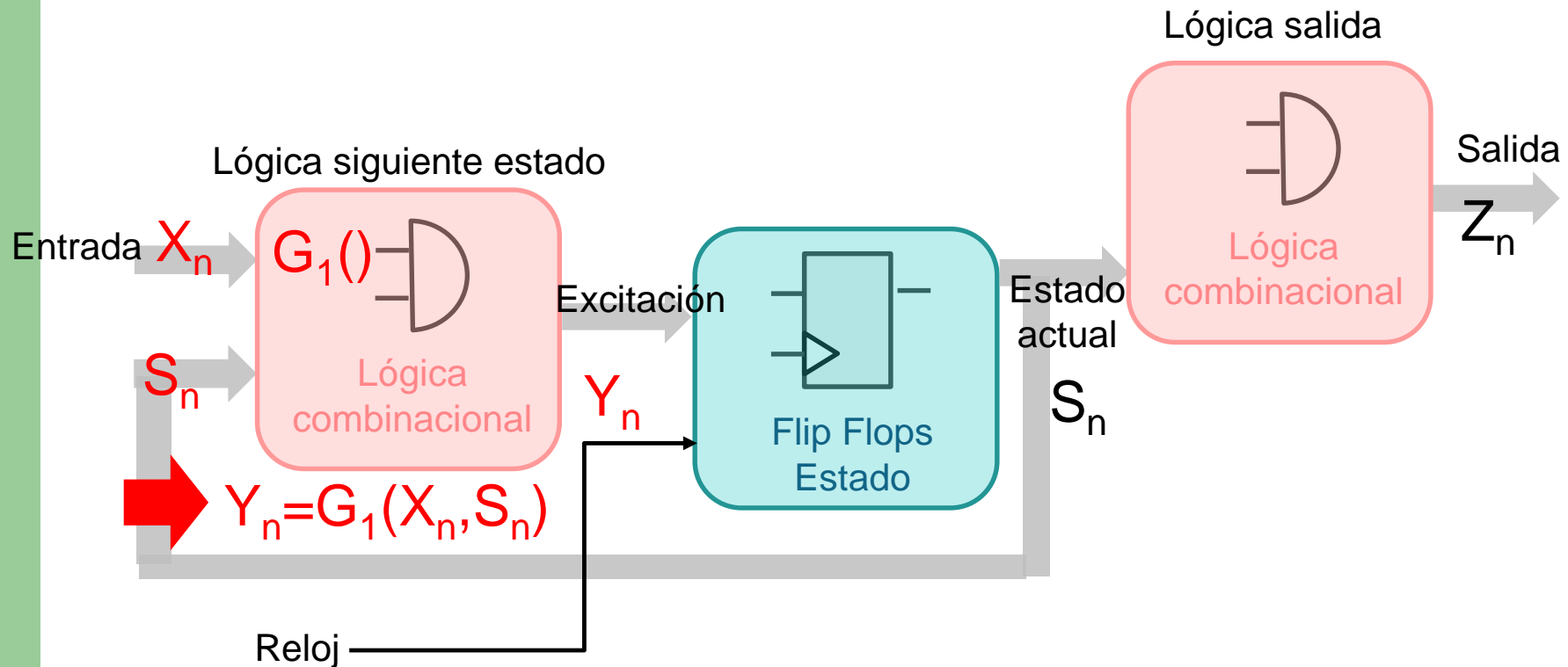
Modelo Moore

Próximo estado



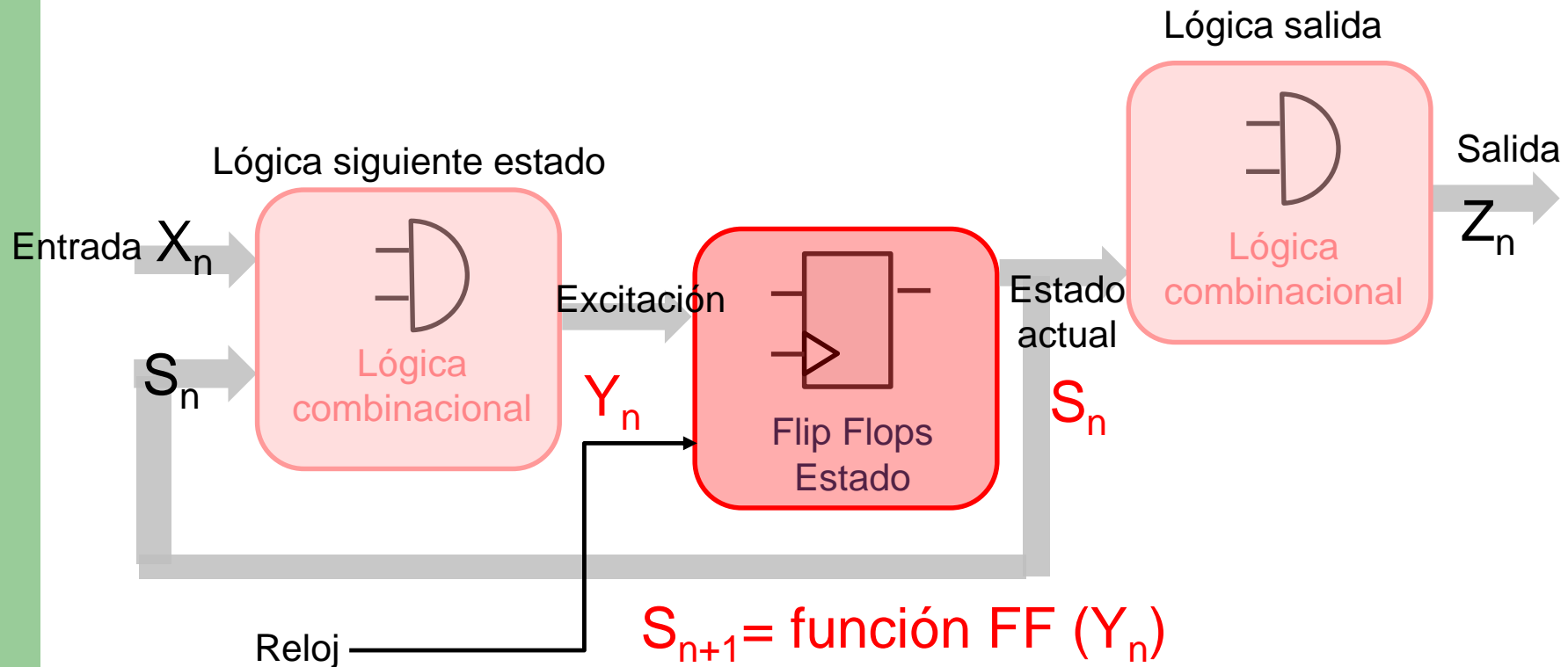
Modelo Moore

Próximo estado

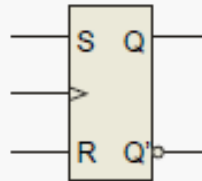
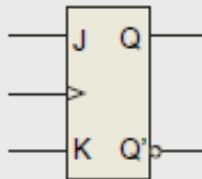
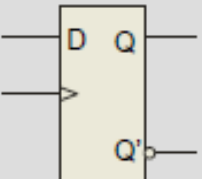
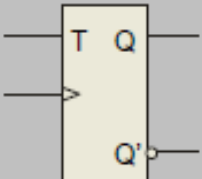


Modelo Moore

Próximo estado



S_{n+1} = función FF (Y_n)

Biestable	Símbolo	Tabla Característica	Ec. Característica	Tabla de Excitación																																			
SR		<table><tr><th>S</th><th>R</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>NA</td></tr></table>	S	R	Q(siguiente)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	NA	$Q(siguiente) = S + R'Q$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>S</th><th>R</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>X</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>X</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	S	R	0	0	0	X	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	X	0
S	R	Q(siguiente)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	NA																																					
Q	Q(siguiente)	S	R																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	0																																				
1	0	0	1																																				
1	1	X	0																																				
JK		<table><tr><th>J</th><th>K</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>Q'</td></tr></table>	J	K	Q(siguiente)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	Q'	$Q(siguiente) = JQ' + K'Q$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>J</th><th>K</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>X</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>X</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>X</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>X</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	J	K	0	0	0	X	0	1	1	X	1	0	X	1	1	1	X	0
J	K	Q(siguiente)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	Q'																																					
Q	Q(siguiente)	J	K																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	X																																				
1	0	X	1																																				
1	1	X	0																																				
D		<table><tr><th>D</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	D	Q(siguiente)	0	0	1	1	$Q(siguiente) = D$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>D</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	D	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1														
D	Q(siguiente)																																						
0	0																																						
1	1																																						
Q	Q(siguiente)	D																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	0																																					
1	1	1																																					
T		<table><tr><th>T</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>1</td><td>Q'</td></tr></table>	T	Q(siguiente)	0	Q	1	Q'	$Q(siguiente) = TQ' + T'Q$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>T</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	T	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0														
T	Q(siguiente)																																						
0	Q																																						
1	Q'																																						
Q	Q(siguiente)	T																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	1																																					
1	1	0																																					

S_{n+1} = función FF (Y_n)

Biestable	Símbolo	Tabla Característica	Ec. Característica	Tabla de Excitación																																			
SR		<table><tr><th>S</th><th>R</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>NA</td></tr></table>	S	R	Q(siguiente)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	NA	<div>S_{n+1} $Q(\text{siguiente}) = S + R'Q$</div>	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>S</th><th>R</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>X</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>X</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	S	R	0	0	0	X	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	X	0
S	R	Q(siguiente)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	NA																																					
Q	Q(siguiente)	S	R																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	0																																				
1	0	0	1																																				
1	1	X	0																																				
JK		<table><tr><th>J</th><th>K</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>Q'</td></tr></table>	J	K	Q(siguiente)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	Q'	<div>$Q(\text{siguiente}) = JQ' + K'Q$</div>	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>J</th><th>K</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>X</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>X</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>X</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>X</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	J	K	0	0	0	X	0	1	1	X	1	0	X	1	1	1	X	0
J	K	Q(siguiente)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	Q'																																					
Q	Q(siguiente)	J	K																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	X																																				
1	0	X	1																																				
1	1	X	0																																				
D		<table><tr><th>D</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	D	Q(siguiente)	0	0	1	1	<div>$Q(\text{siguiente}) = D$</div>	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>D</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	D	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1														
D	Q(siguiente)																																						
0	0																																						
1	1																																						
Q	Q(siguiente)	D																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	0																																					
1	1	1																																					
T		<table><tr><th>T</th><th>Q(siguiente)</th></tr><tr><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>1</td><td>Q'</td></tr></table>	T	Q(siguiente)	0	Q	1	Q'	<div>$Q(\text{siguiente}) = TQ' + T'Q$</div>	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiente)</th><th>T</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiente)	T	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0														
T	Q(siguiente)																																						
0	Q																																						
1	Q'																																						
Q	Q(siguiente)	T																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	1																																					
1	1	0																																					

S_{n+1} = función FF (Y_n)

Biestable	Símbolo	Tabla Característica	Ec. Característica	Tabla de Excitación																																			
SR		<table><tr><th>S</th><th>R</th><th>Q(siguiete)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>NA</td></tr></table>	S	R	Q(siguiete)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	NA	$Q(\text{siguiete}) = S + R'Q$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiete)</th><th>S</th><th>R</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>X</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>X</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiete)	S	R	0	0	0	X	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	X	0
S	R	Q(siguiete)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	NA																																					
Q	Q(siguiete)	S	R																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	0																																				
1	0	0	1																																				
1	1	X	0																																				
JK		<table><tr><th>J</th><th>K</th><th>Q(siguiete)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>Q'</td></tr></table>	J	K	Q(siguiete)	0	0	Q	0	1	0	1	0	1	1	1	Q'	$Q(\text{siguiete}) = JQ' + K'Q$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiete)</th><th>J</th><th>K</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>X</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>X</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>X</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>X</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiete)	J	K	0	0	0	X	0	1	1	X	1	0	X	1	1	1	X	0
J	K	Q(siguiete)																																					
0	0	Q																																					
0	1	0																																					
1	0	1																																					
1	1	Q'																																					
Q	Q(siguiete)	J	K																																				
0	0	0	X																																				
0	1	1	X																																				
1	0	X	1																																				
1	1	X	0																																				
D		<table><tr><th>D</th><th>Q(siguiete)</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	D	Q(siguiete)	0	0	1	1	$Q(\text{siguiete}) = D$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiete)</th><th>D</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	Q	Q(siguiete)	D	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1														
D	Q(siguiete)																																						
0	0																																						
1	1																																						
Q	Q(siguiete)	D																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	0																																					
1	1	1																																					
T		<table><tr><th>T</th><th>Q(siguiete)</th></tr><tr><td>0</td><td>Q</td></tr><tr><td>1</td><td>Q'</td></tr></table>	T	Q(siguiete)	0	Q	1	Q'	$Q(\text{siguiete}) = TQ' + T'Q$	<table><tr><th>Q</th><th>Q(siguiete)</th><th>T</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	Q	Q(siguiete)	T	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0														
T	Q(siguiete)																																						
0	Q																																						
1	Q'																																						
Q	Q(siguiete)	T																																					
0	0	0																																					
0	1	1																																					
1	0	1																																					
1	1	0																																					

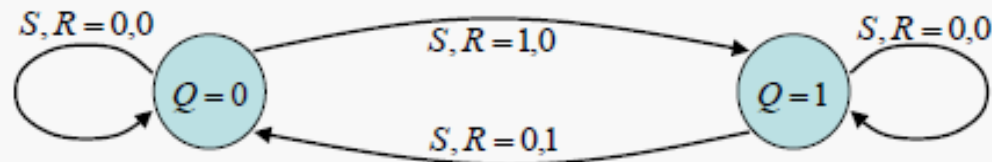
S_{n+1} = función FF (Y_n)

Diagramas de Estados de Biestables

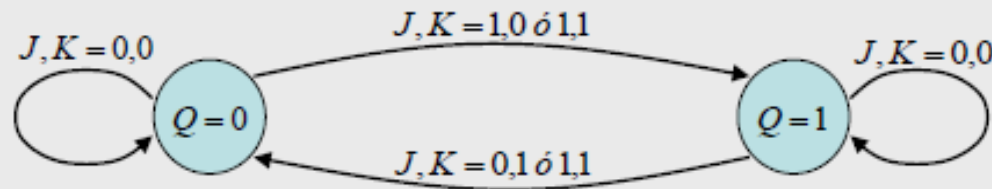
Biestable

Diagrama de estados

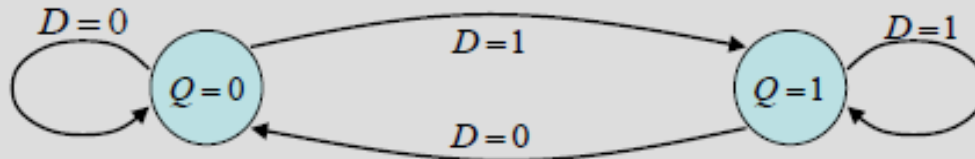
SR



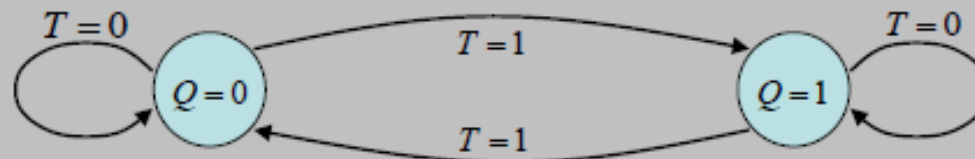
JK



D

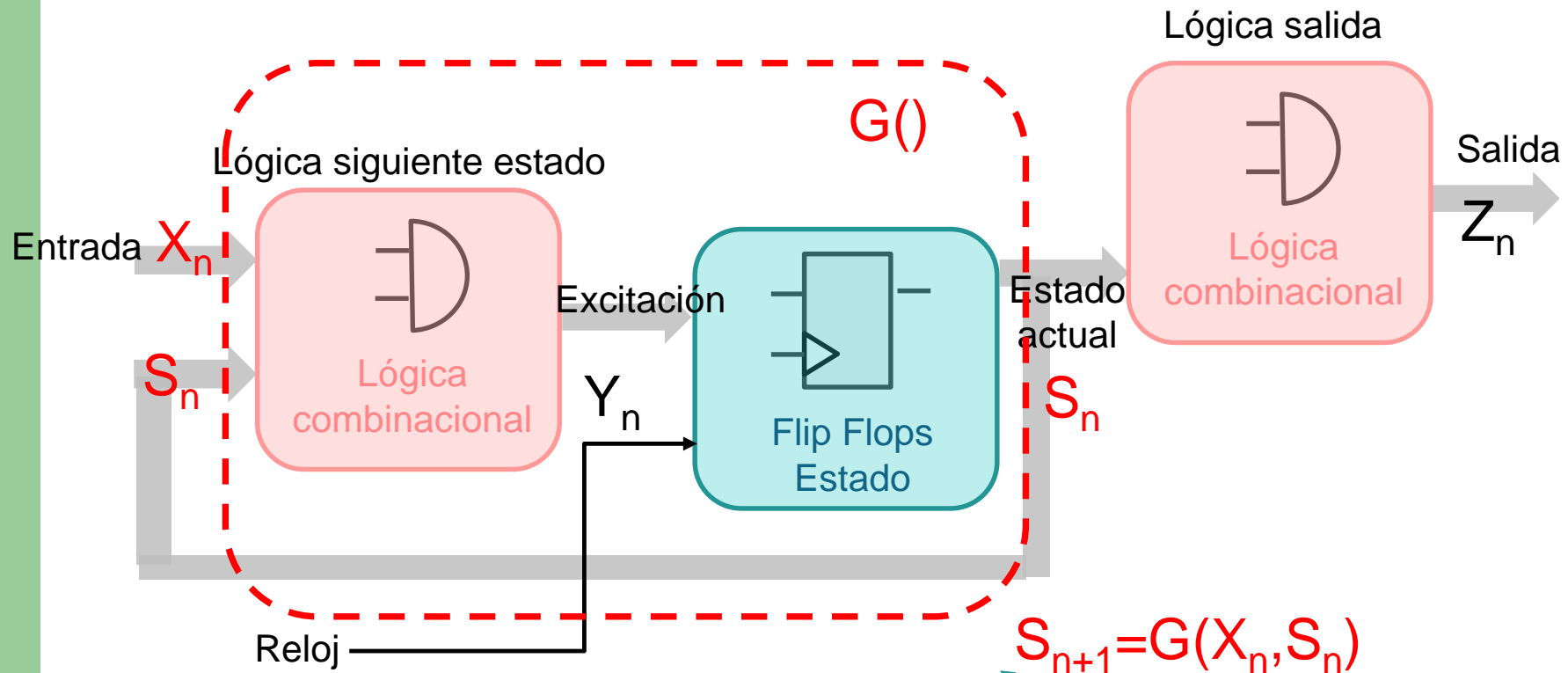


T



Modelo Moore

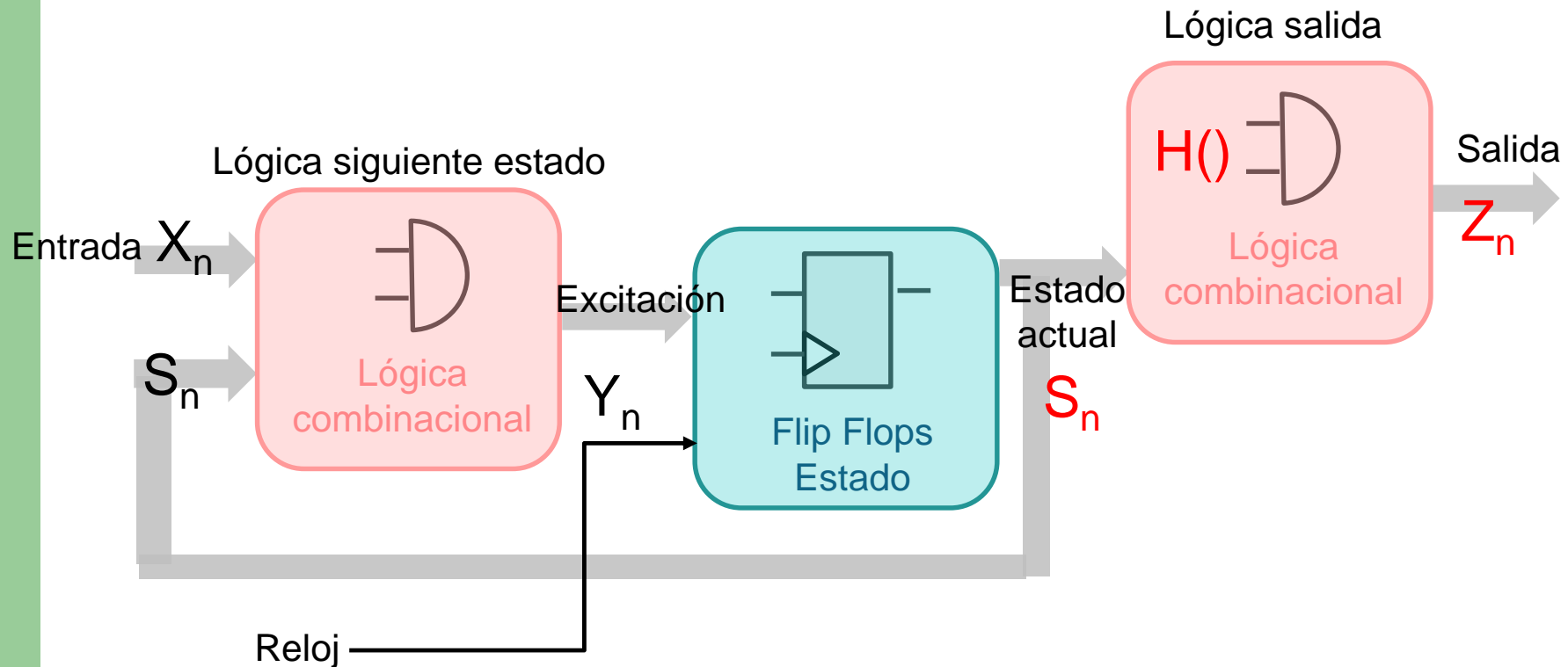
Próximo estado



Lógica combinacional + transferencia del FF

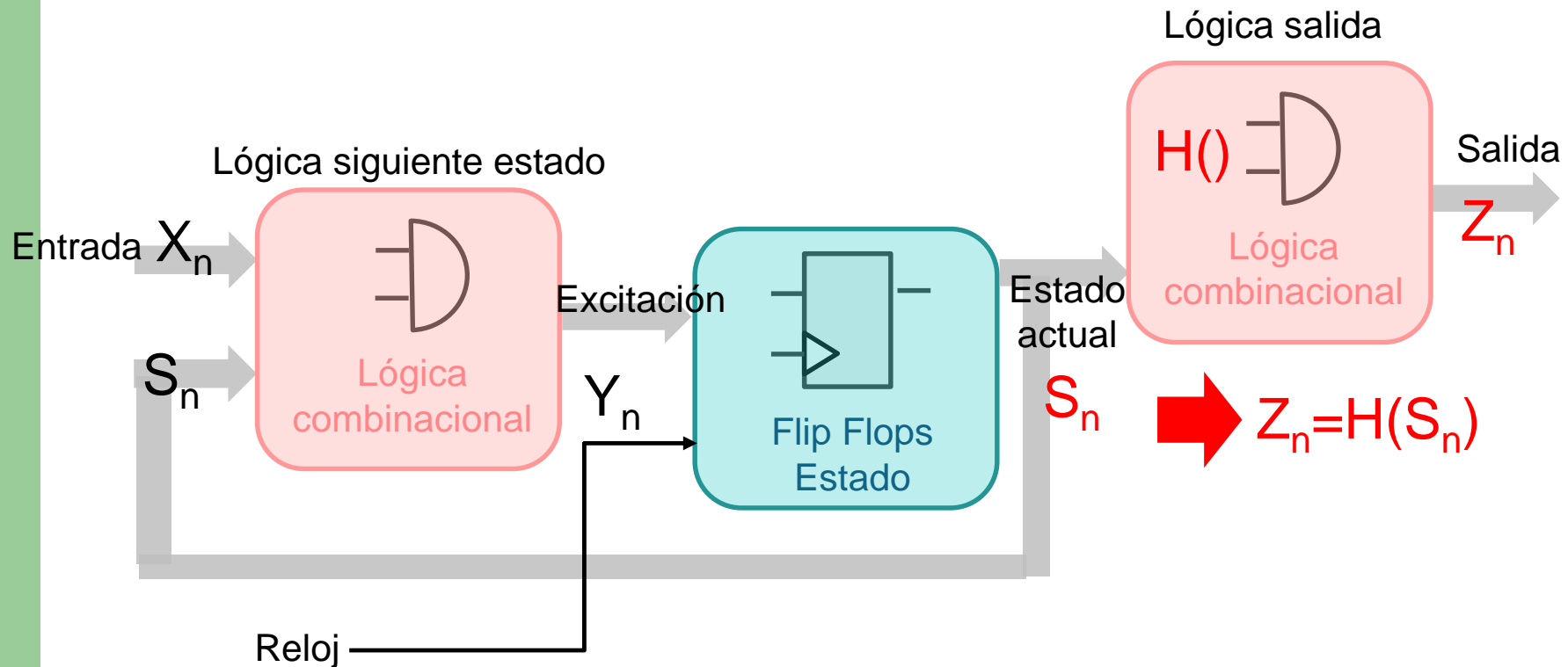
Modelo Moore

Salida



Modelo Moore

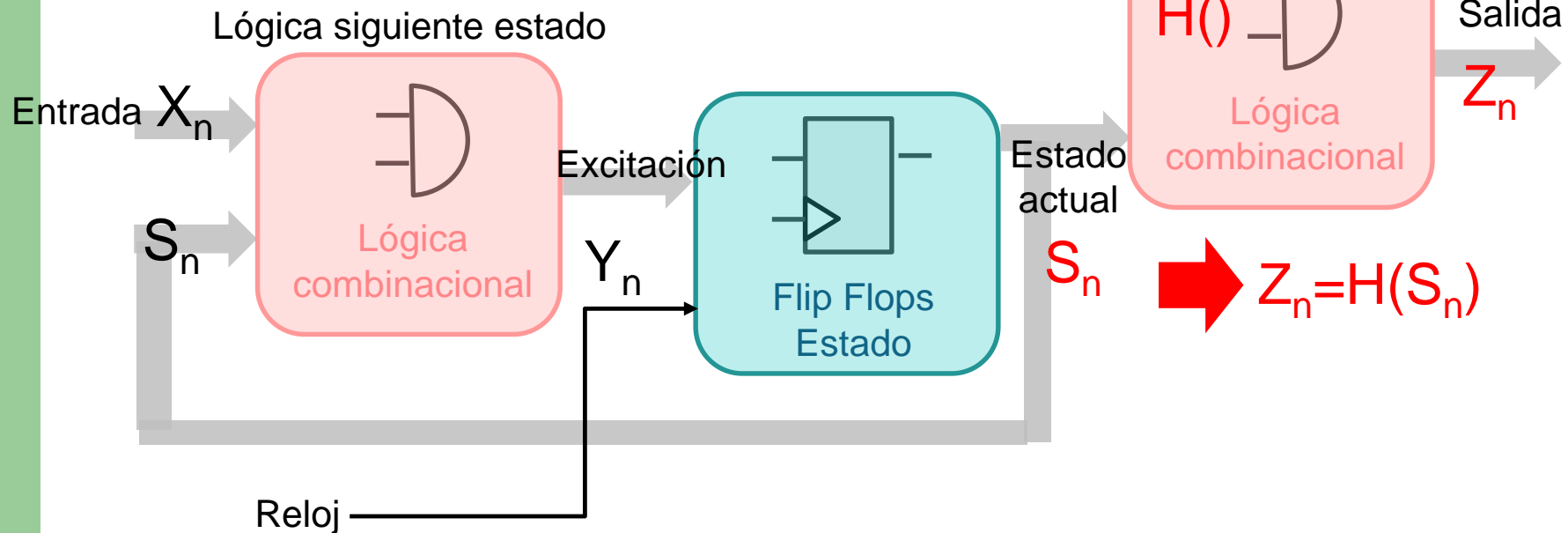
Salida



Modelo Moore

La salida sólo depende del estado, no involucra la entrada

Salida



Modelo Moore

- La salida sólo depende del estado, no involucra la entrada
- Z_n función de salida y S_{n+1} función de próximo estado

$$Z_n = H(S_n)$$

$$S_{n+1} = G(X_n, S_n)$$

Modelo Moore

- La salida sólo depende del estado, no involucra la entrada
- Z_n función de salida y S_{n+1} función de próximo estado

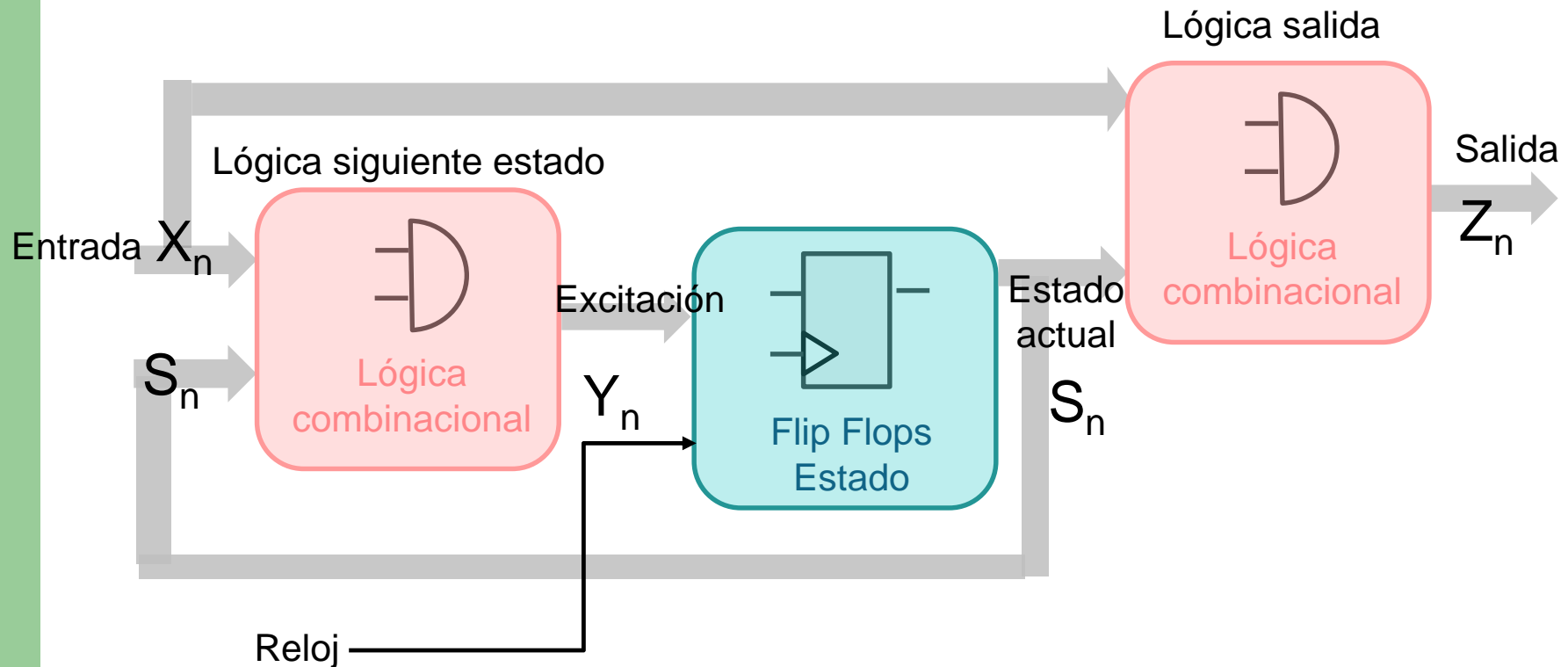
$$Z_n = H(S_n)$$

$$S_{n+1} = G(X_n, S_n)$$

Ventaja

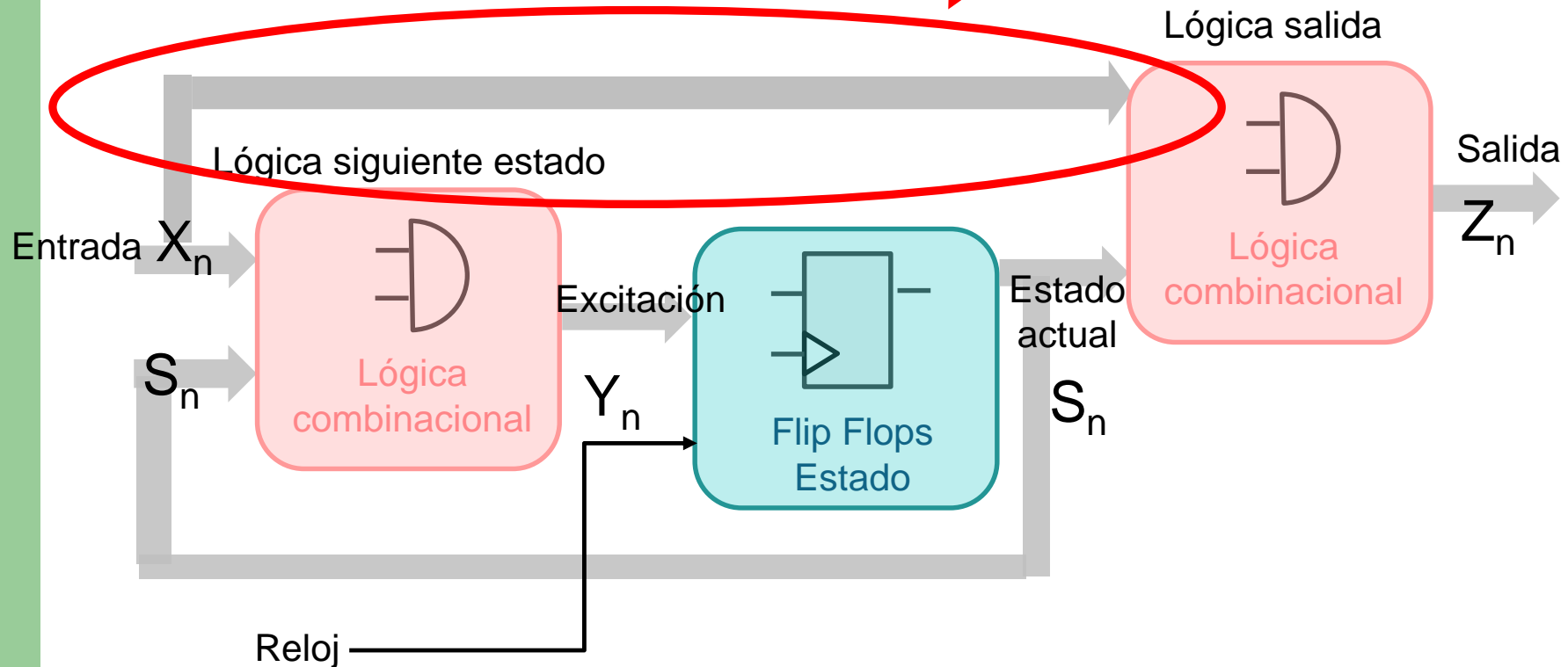
Los cambios en la entrada no originan glitches no deseados a la salida.

Modelo Mealy



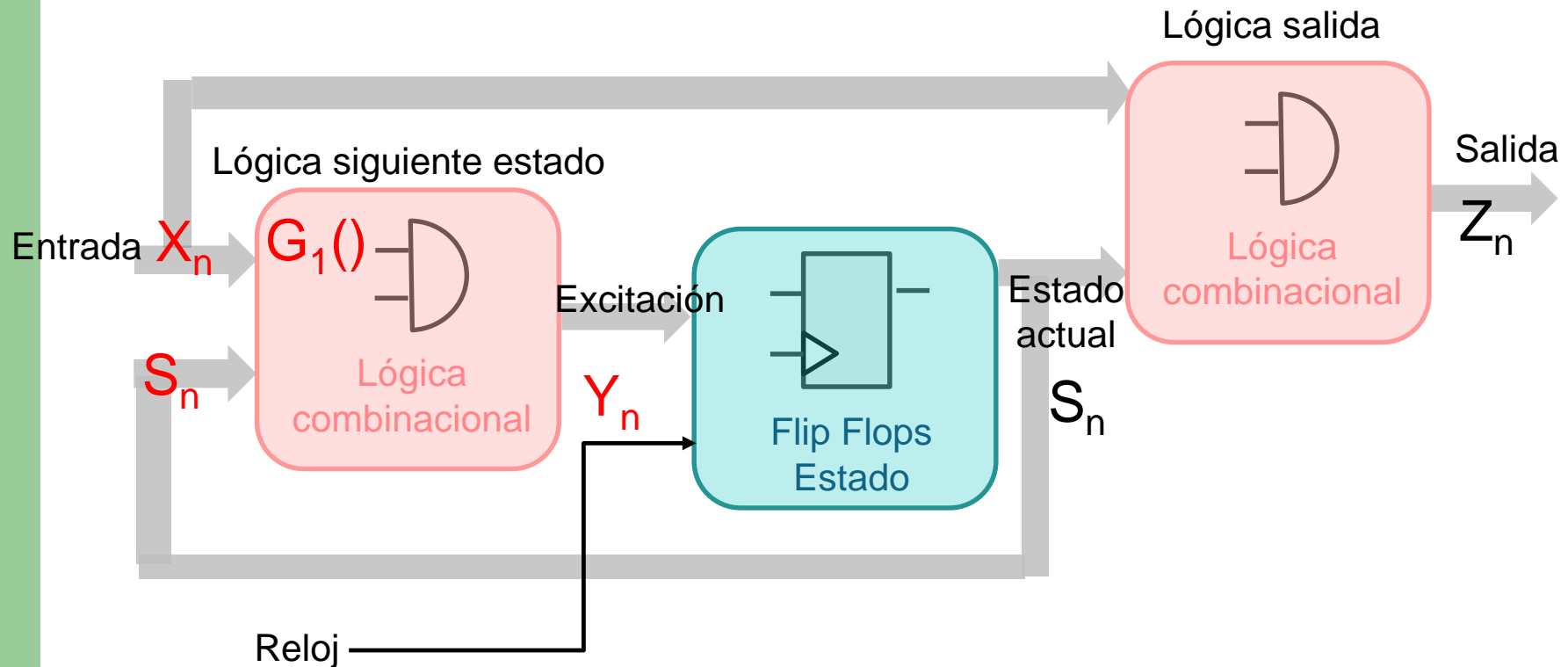
Modelo Mealy

Diferencia con modelo de Moore



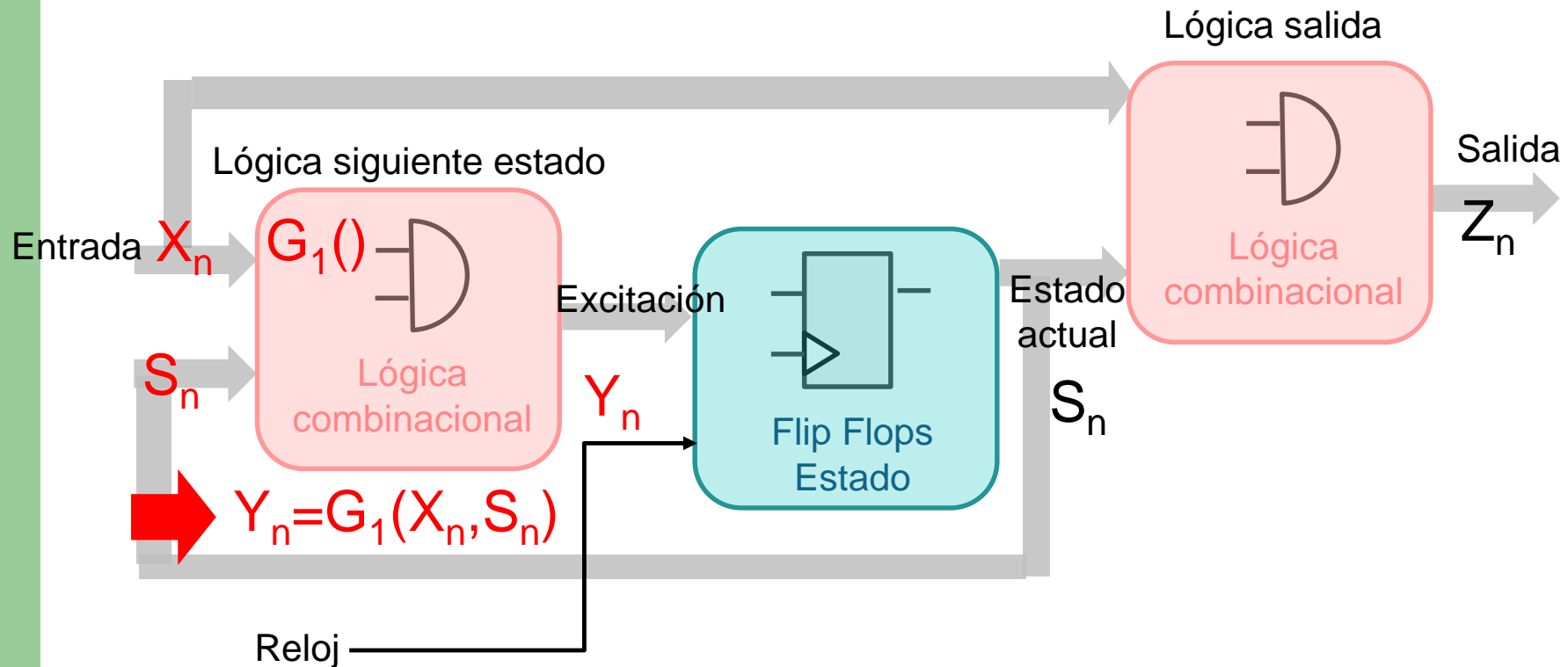
Modelo Mealy

Próximo estado



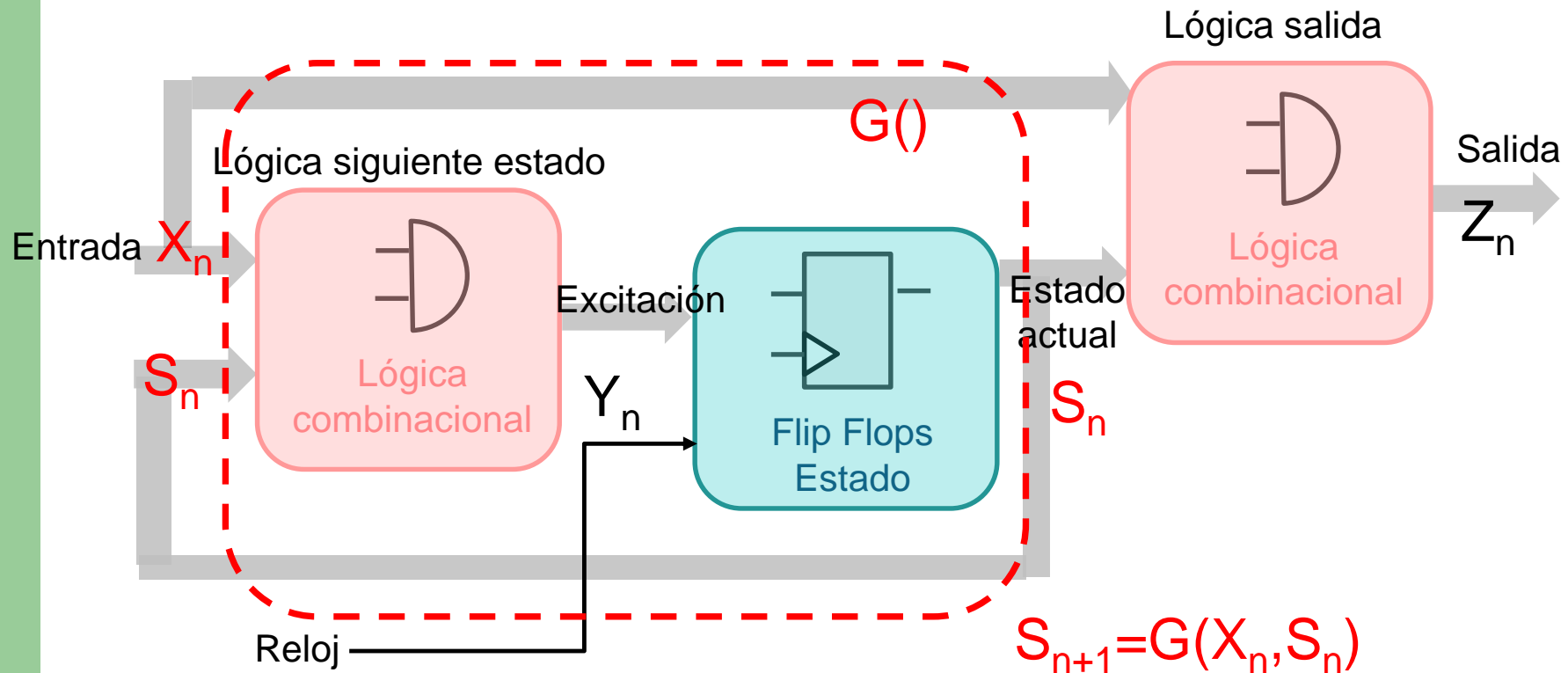
Modelo Mealy

Próximo estado



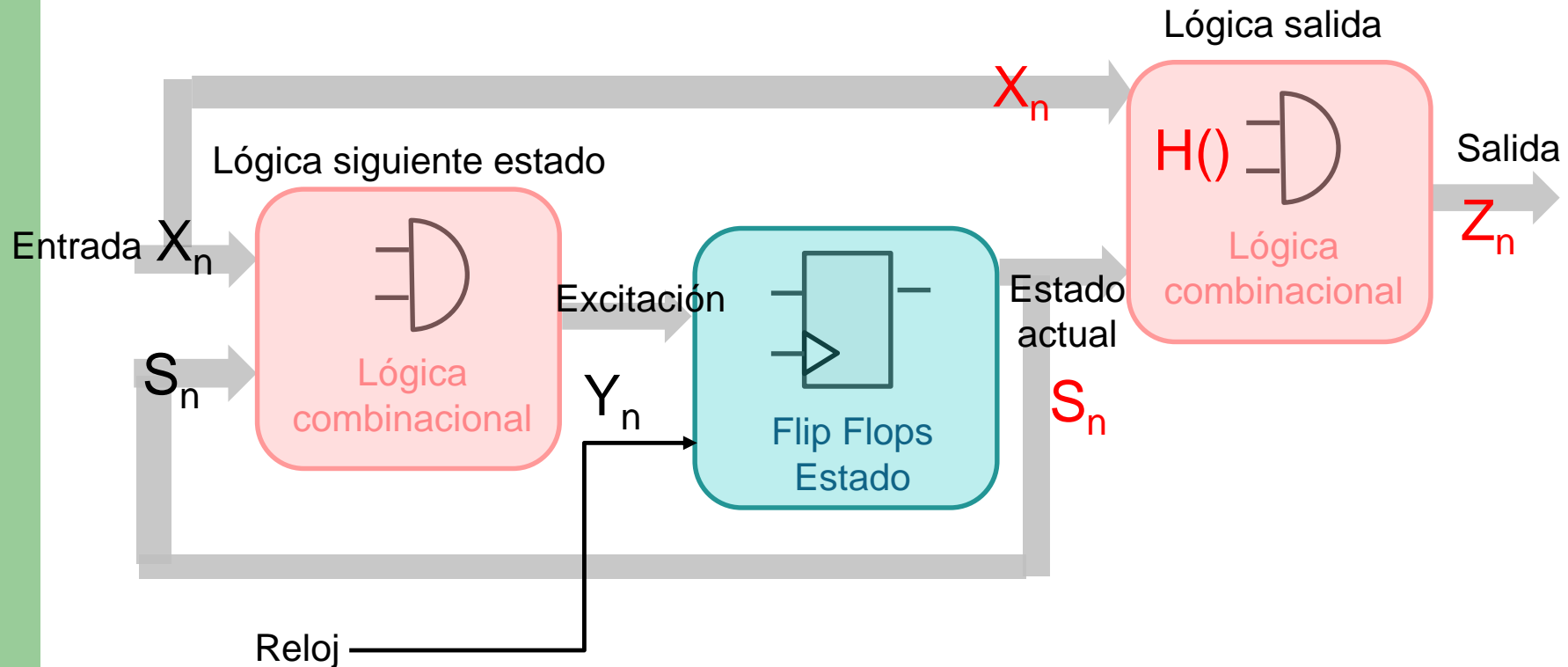
Modelo Mealy

Próximo estado



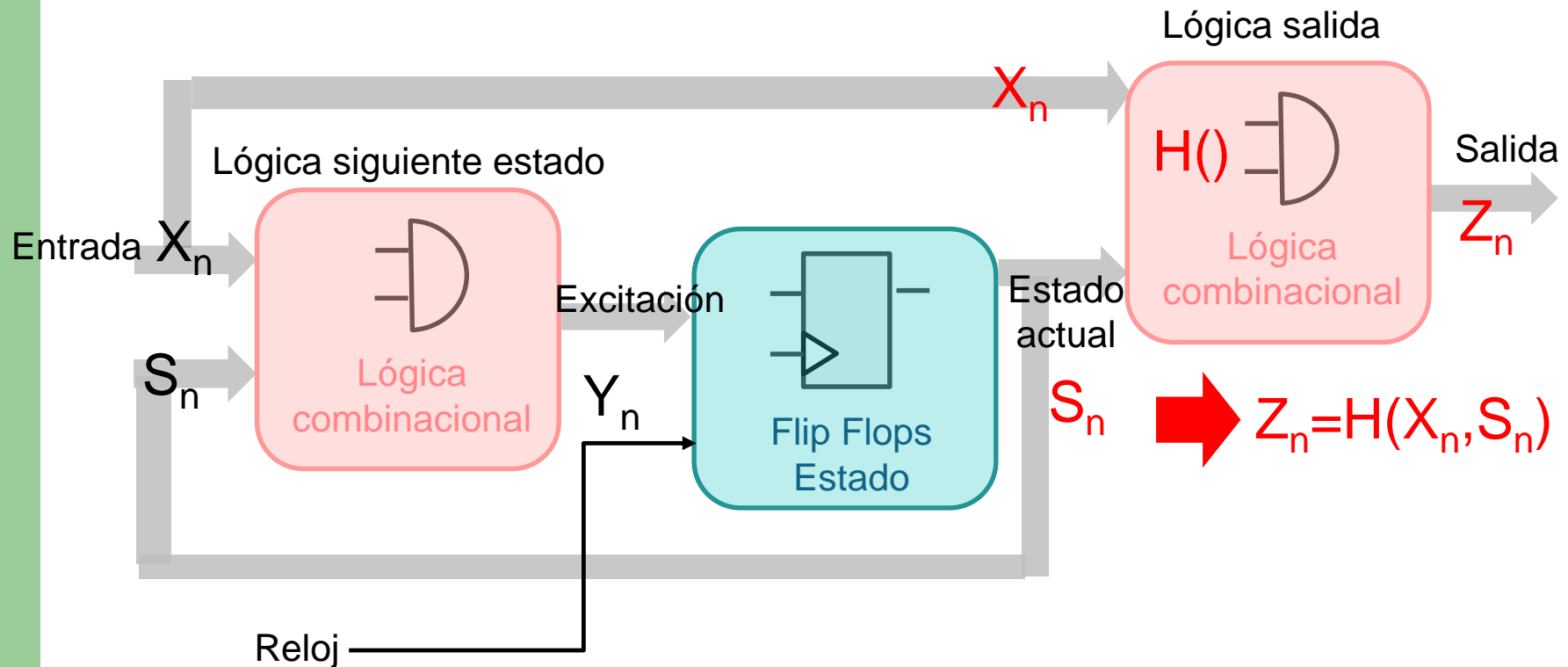
Modelo Mealy

Salida



Modelo Mealy

Salida



Modelo Mealy

- Un cambio en la entrada en cualquier instante del ciclo de reloj influye inmediatamente en la salida
- Z_n función de salida y S_{n+1} función de próximo estado

$$Z_n = H(X_n, S_n)$$

$$S_{n+1} = G(X_n, S_n)$$

Modelo Mealy

- Un cambio en la entrada en cualquier instante del ciclo de reloj influye inmediatamente en la salida
- Z_n función de salida y S_{n+1} función de próximo estado

$$Z_n = H(X_n, S_n)$$

$$S_{n+1} = G(X_n, S_n)$$

Ventaja

Mayor flexibilidad en el diseño, en general requieren menos estados que Moore.

Descripción de Máquinas de Estados

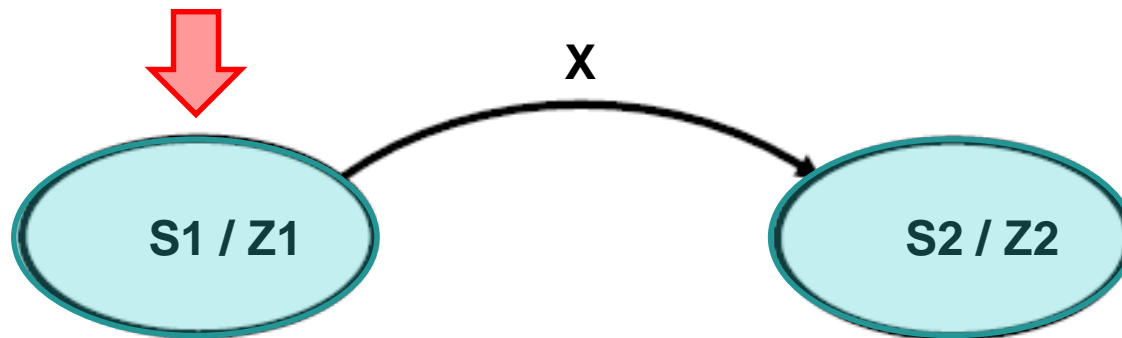
Herramientas para describir una Máquina de Estados:

- Diagrama de Estados
- Tabla de Transiciones

Definen su funcionamiento. Permiten determinar la respuesta del circuito a cualquier secuencia de entrada.

Diagrama de Estados. Modelo Moore

Estado actual / Salida del estado S1



Las salida se asocia a cada estado, no depende de la entrada. La salida sólo cambia con los flancos del reloj.

Diagrama de Estados. Modelo Moore

Estado actual / Salida del estado S1

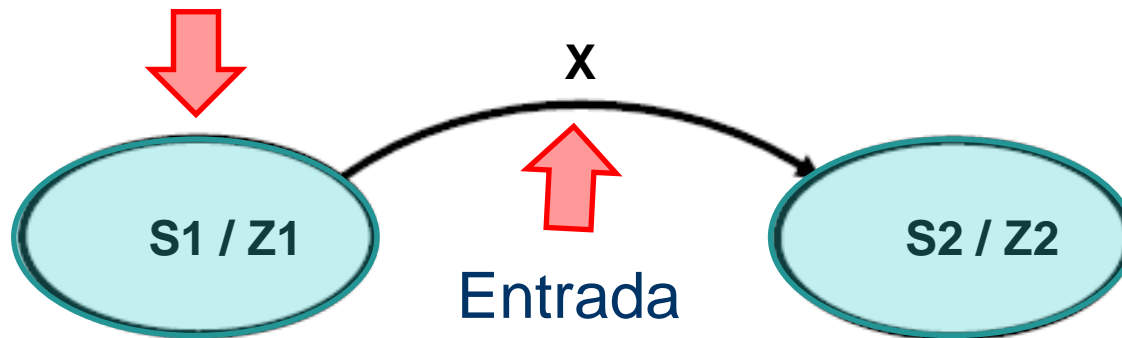
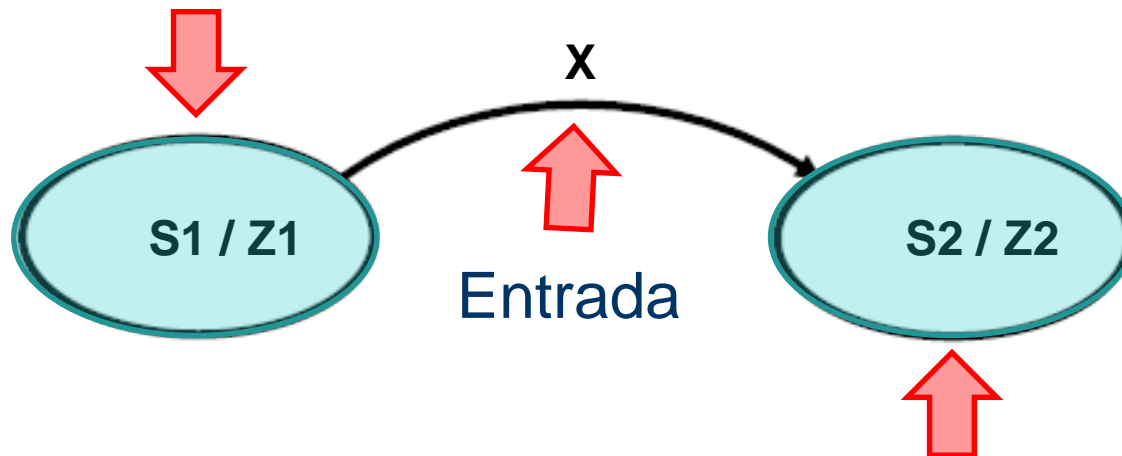


Diagrama de Estados. Modelo Moore

Estado actual / Salida del estado S1



Estado siguiente / Salida del estado S2

Diagrama de Estados. Modelo Mealy

Estado actual

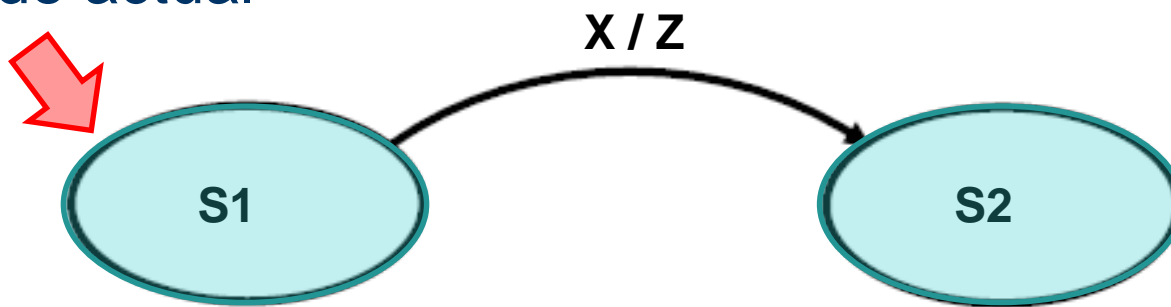
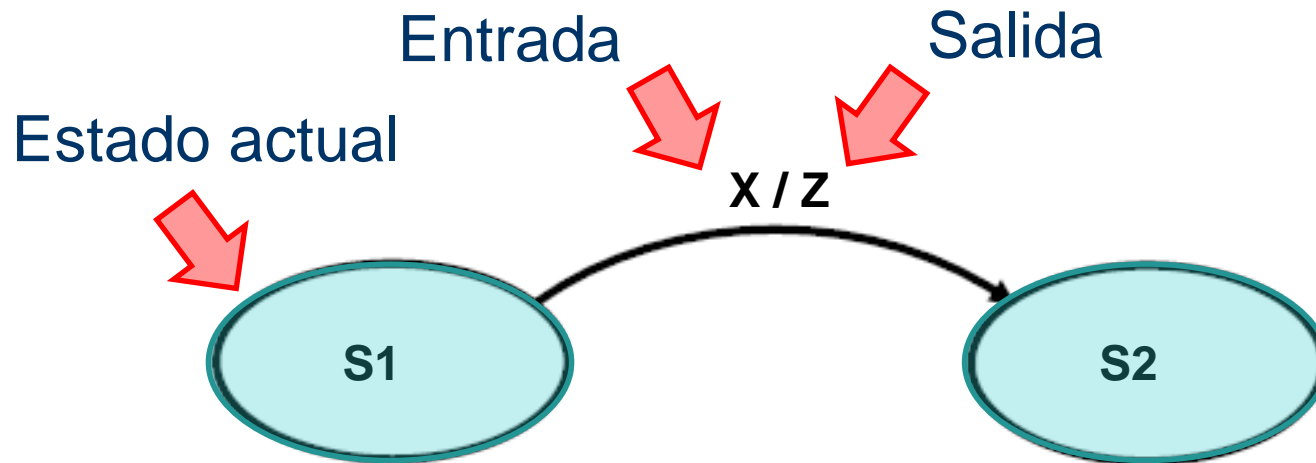


Diagrama de Estados. Modelo Mealy



La salida depende del estado actual y de la entrada → se asocia a las transiciones (cambios) entre estados

Diagrama de Estados. Modelo Mealy

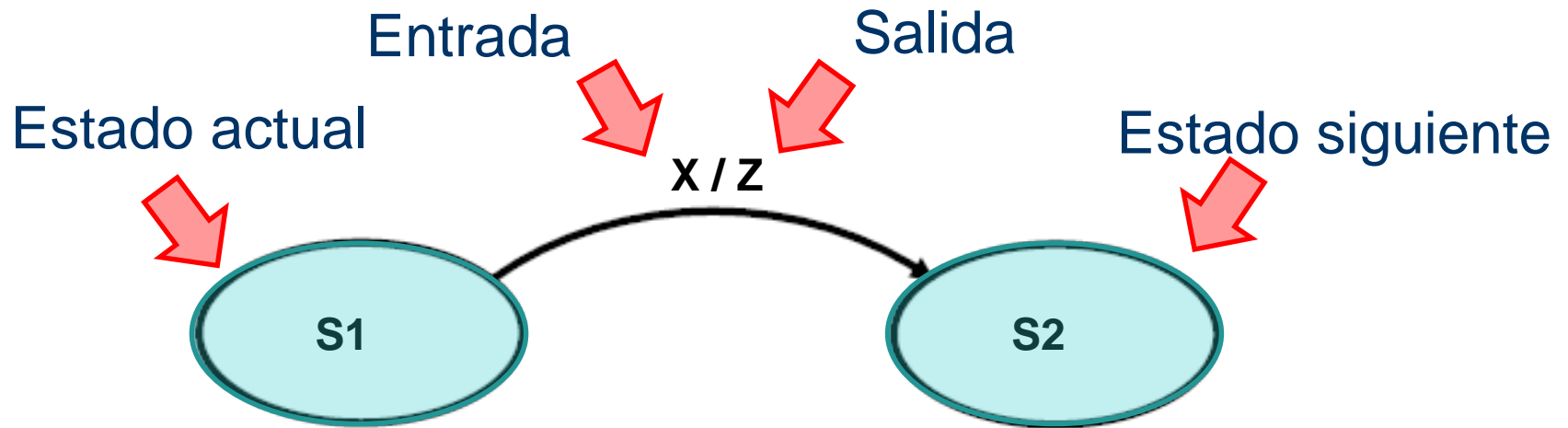


Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

State	Input X		Output
	0	1	Z
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

Estados

State	Input X		Output
	0	1	Z
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

Entradas

State	Input X		Output Z
	0	1	
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

Salidas

State	Input X		Output
	0	1	Z
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

Estados
siguientes

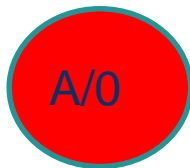
State	Input X		Output
	0	1	Z
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

Relación con Diagrama de Estados



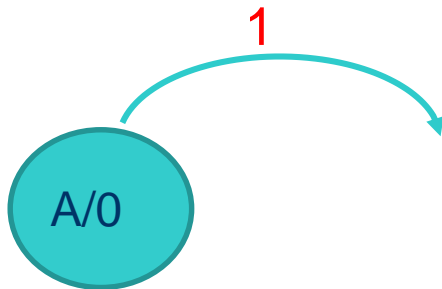
State	Input X		Output
	0	1	Z
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

Relación con Diagrama de Estados



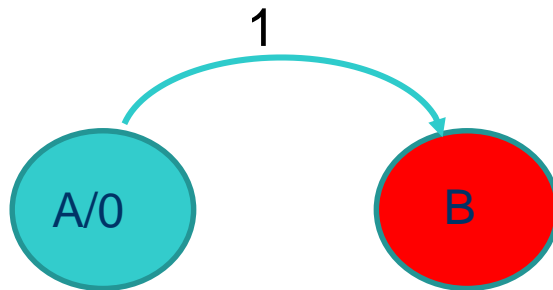
State	Input X		Output
S	0	1	Z
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida

Relación con Diagrama de Estados

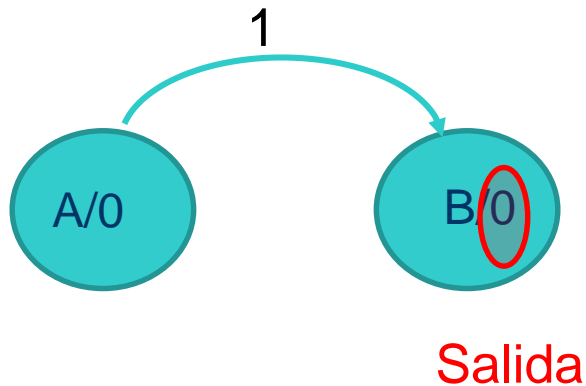


State	Input X		Output
S	0	1	Z
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida



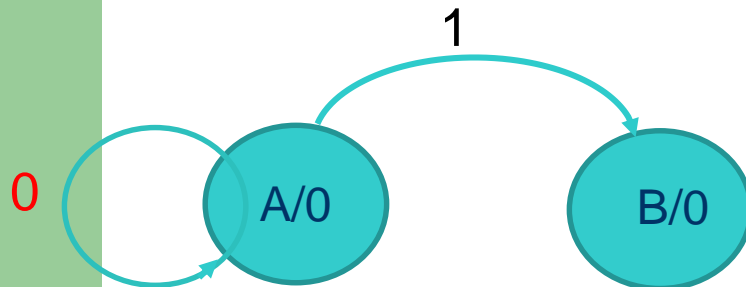
Máquina de Moore

State	Input X		Output
	0	1	Z
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida



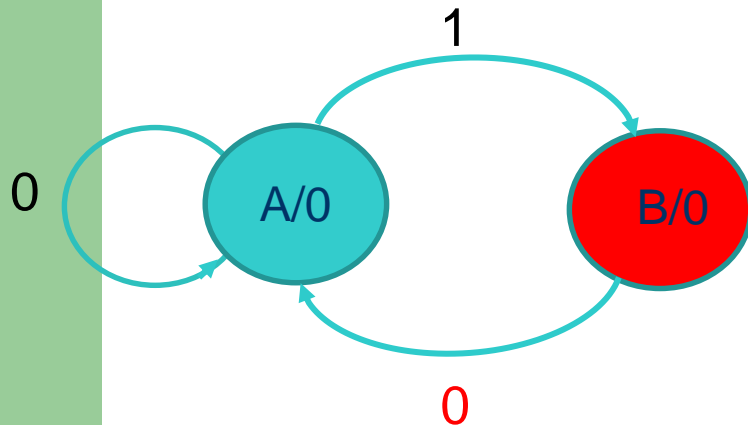
Máquina de Moore

State	Input X		Output
S	0	1	Z
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida



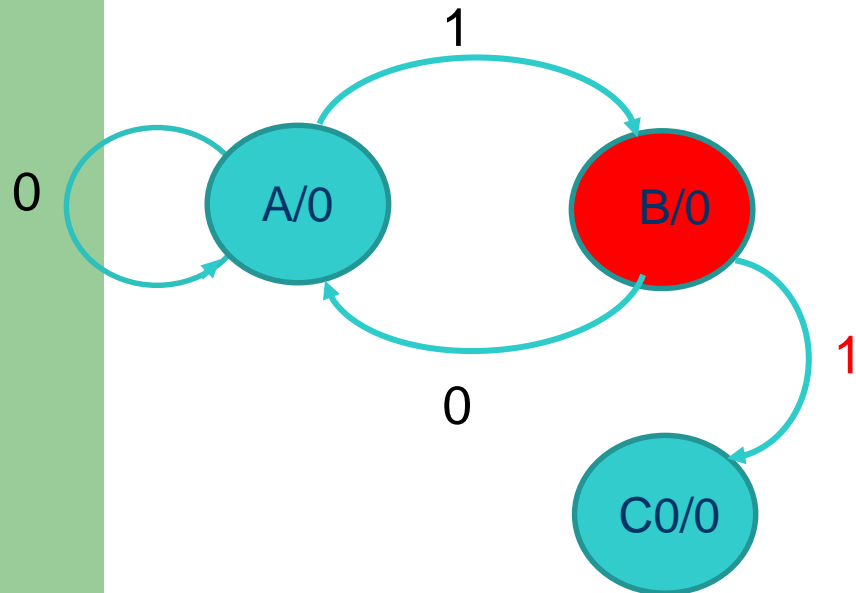
Máquina de Moore

State	Input X		Output
S	0	1	Z
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida



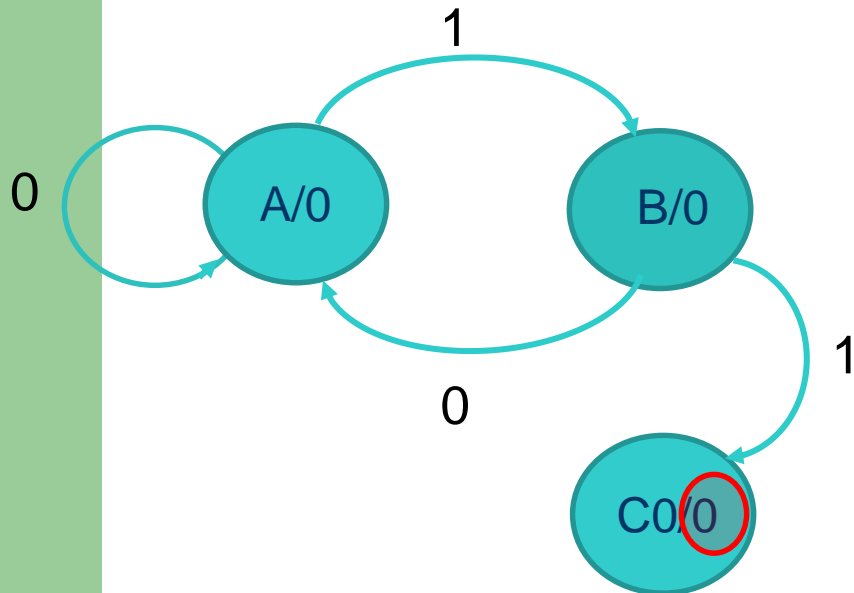
Máquina de Moore

State	Input X		Output
S	0	1	Z
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Moore

Tabla de estados/salida



Máquina de Moore

State	Input X		Output
	0	1	Z
S			
A	A	B	0
B	A	C0	0
C0	A	C1	0
C1	A	C1	1

Estado siguiente

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida

State	Input X	
	0	1
S		
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1

Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida
de Moore

State	Input X	
	0	1
S		
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1

Estados

Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida
de Moore

State	Input X	
	0	1
S		
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1

Entradas

Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida

State	Input X	
	0	1
S		
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1

Estados
siguientes

Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida

State	Input X	
	0	1
S		
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1

Salidas

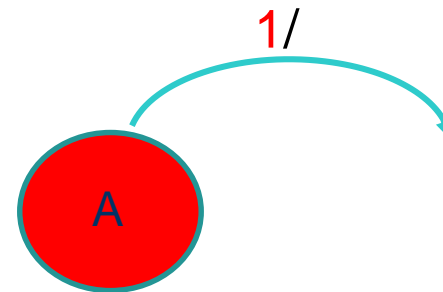
Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida

Relación con Diagrama de Estados

State	Input X	
S	0	1
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1



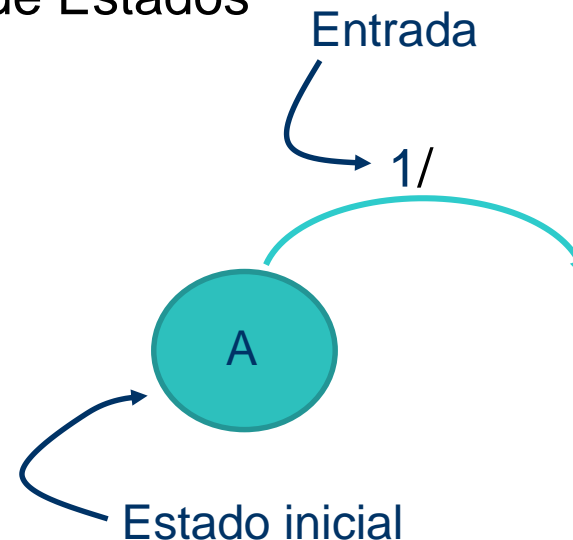
Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida

Relación con Diagrama de Estados

State	Input X	
S	0	1
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1



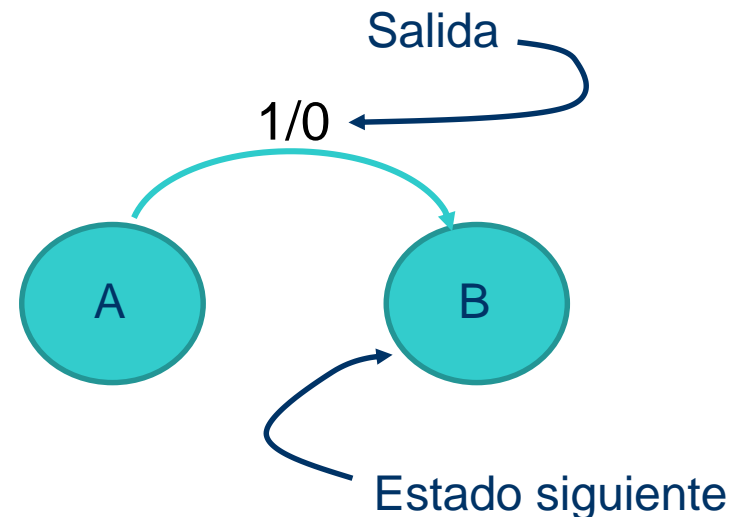
Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida

Relación con Diagrama de Estados

State	Input X	
S	0	1
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1



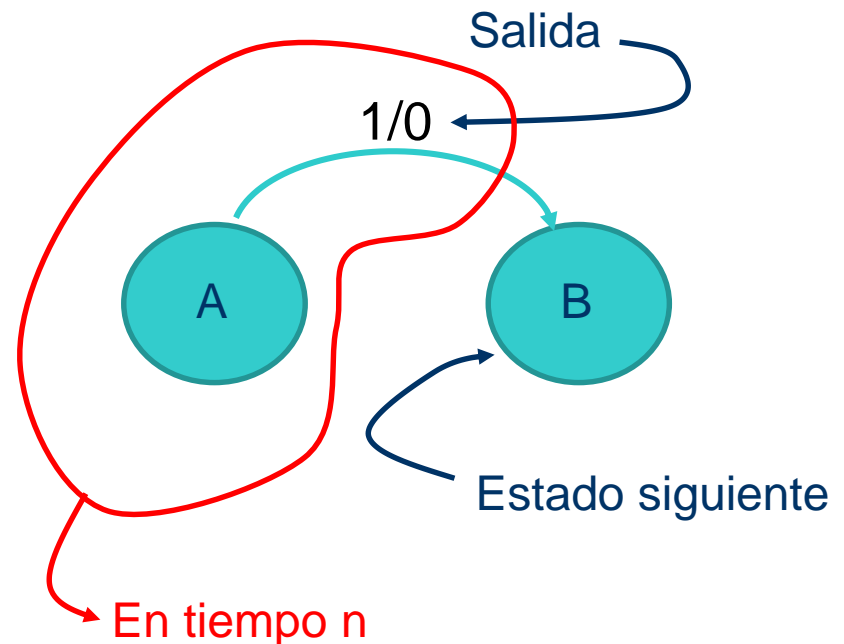
Estado siguiente, Salida

Tabla de Transiciones. Modelo Mealy

Tabla de estados/salida

Relación con Diagrama de Estados

State	Input X	
	0	1
A	A,0	B,0
B	A,0	C,0
C	A,0	C,1

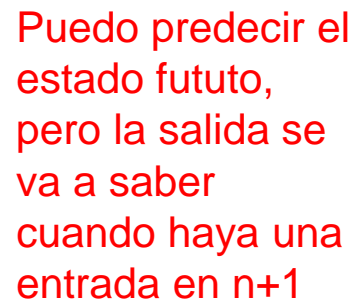


Estado siguiente, Salida

© 2015 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage or retrieval system, without prior written permission from Pearson Education, Inc. or its affiliate(s).

Relación con Diagrama de Estados

Diagram illustrating a transition from state A to state B,0. State A is highlighted with a red circle. A red arrow points from A to B,0, labeled A,0. A red arrow points down to B,0.



En tiempo $n+1$

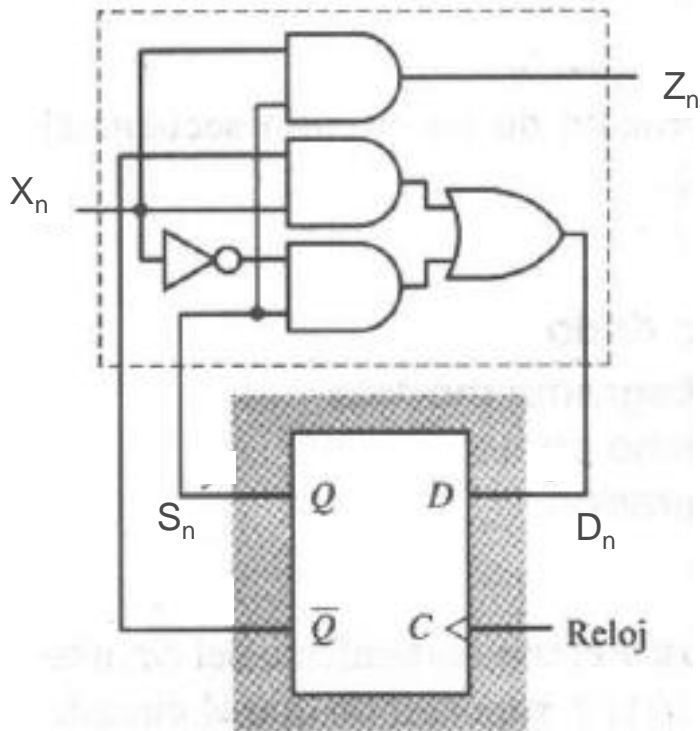
Análisis de Circuitos Secuenciales

- A partir de un circuito se pretende obtener la Tabla de transiciones y/o el Diagrama de estados.

Análisis de Circuitos Secuenciales

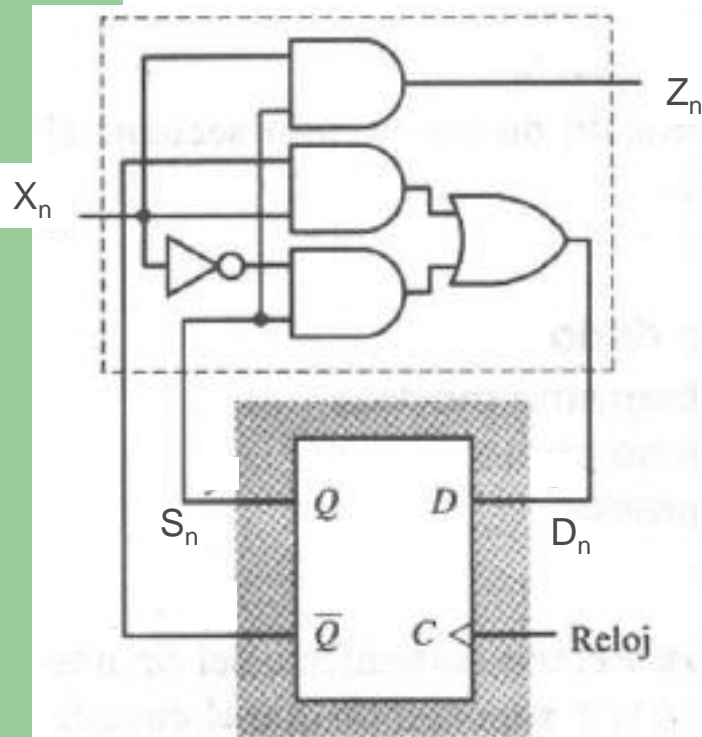
- A partir de un circuito se pretende obtener la Tabla de transiciones y/o el Diagrama de estados.

- Ejemplo:



Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

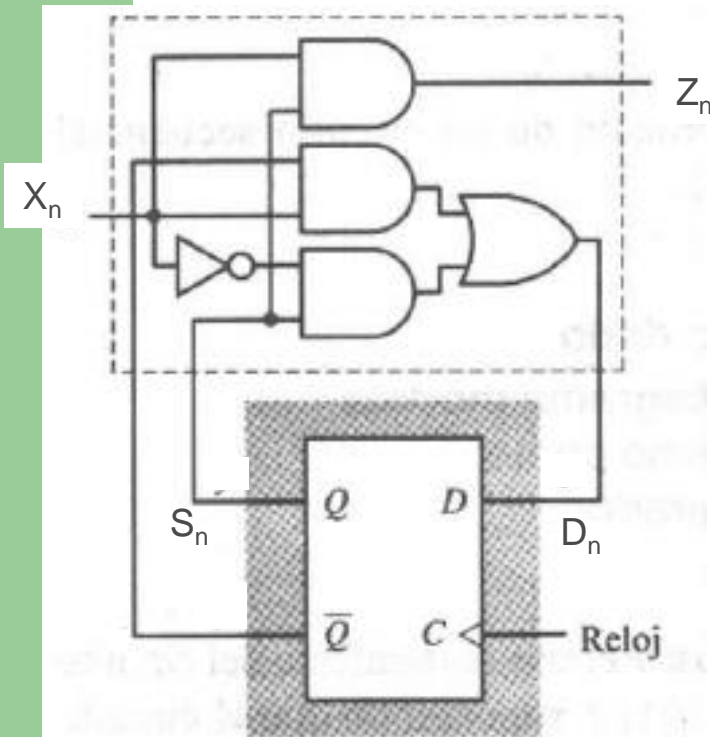


$$D_n = \overline{S_n} \cdot X_n + \overline{X_n} \cdot S_n = X_n \oplus S_n$$

$$Z_n = X_n \cdot S_n$$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:



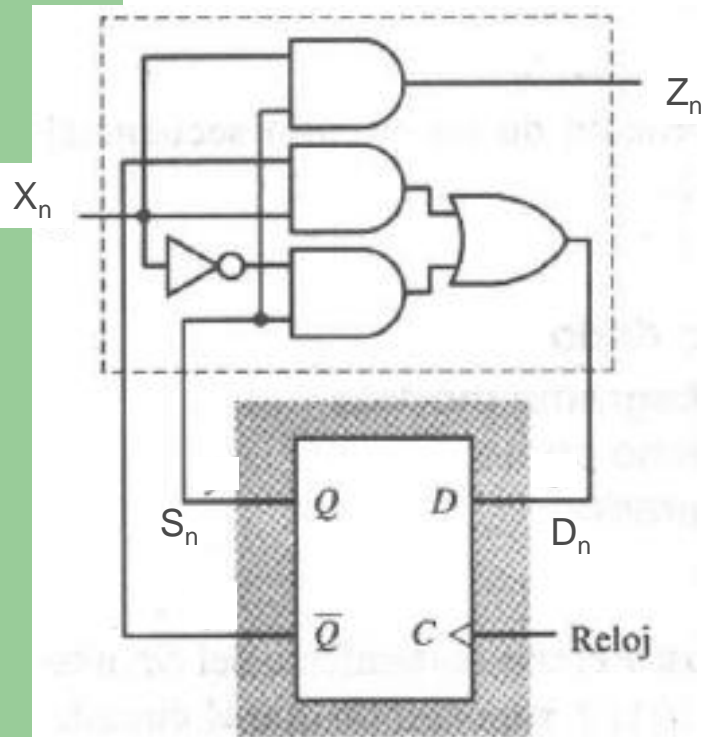
$$D_n = \overline{S_n} \cdot X_n + \overline{X_n} \cdot S_n = X_n \oplus S_n$$

$$Z_n = X_n \cdot S_n$$

$$\text{FFD: } Q_{n+1} = D_n$$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

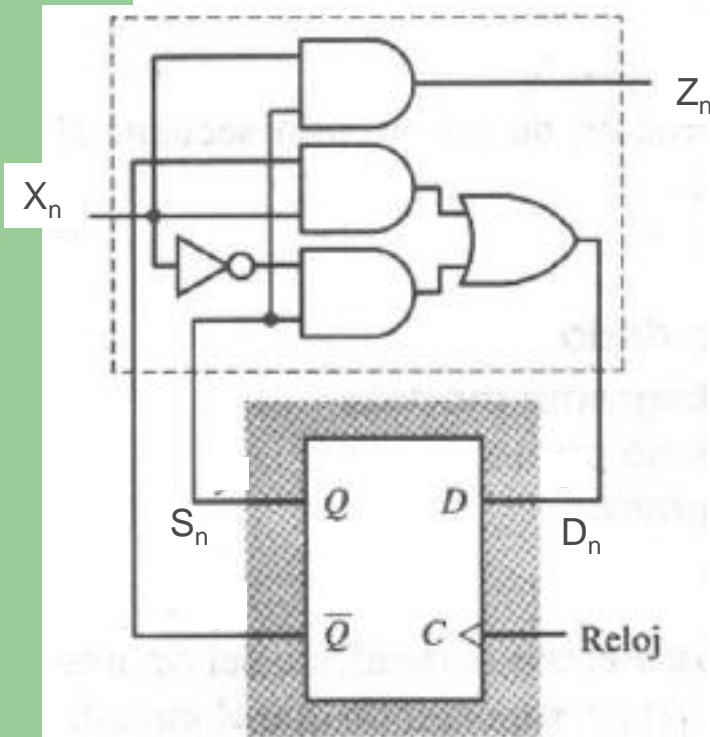


$$S_{n+1} = \overline{S_n} \cdot X_n + \overline{X_n} \cdot S_n = X_n \oplus S_n$$

$$Z_n = X_n \cdot S_n$$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:



$$S_{n+1} = \overline{S_n} \cdot X_n + \overline{X_n} \cdot S_n = X_n \oplus S_n$$

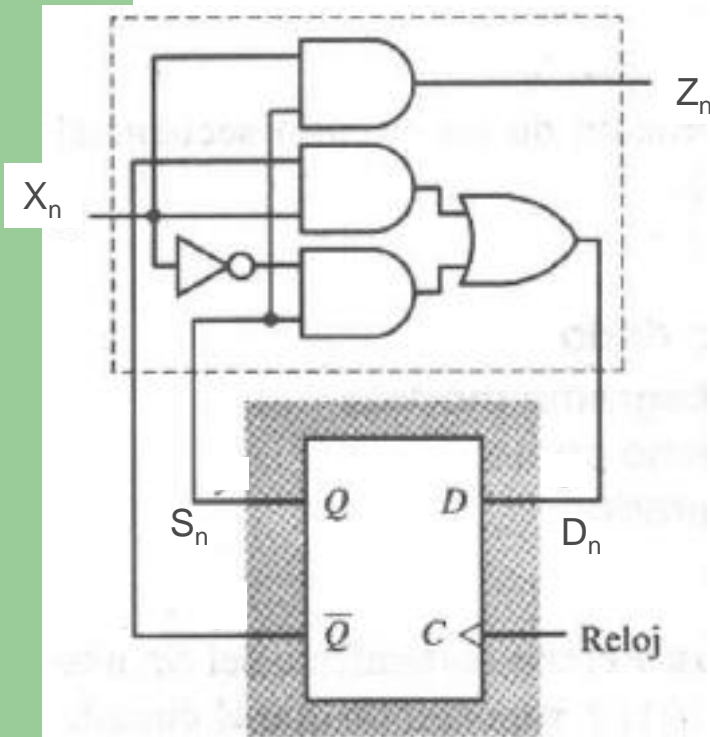
$$Z_n = X_n \cdot S_n$$

Salida depende también
de la entrada → Mealy

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Tabla de transiciones:



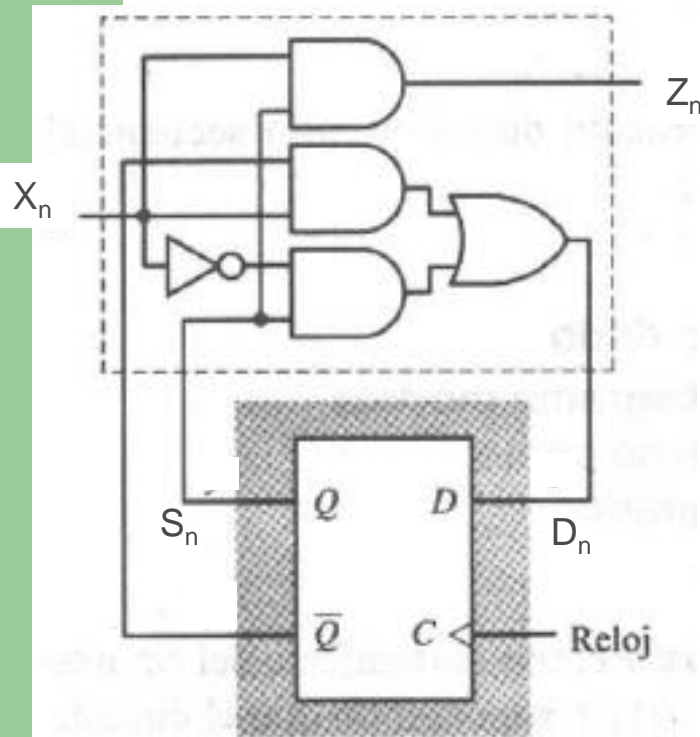
Entrada X_n $\begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$

Estado	Entrada X_n	
S_n	0	1

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Tabla de transiciones:



Entrada X_n $\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 1 \end{array} \right.$

Estado S_n $\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 1 \end{array} \right.$

Estado	Entrada X_n	
S_n	0	1
0		
1		

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

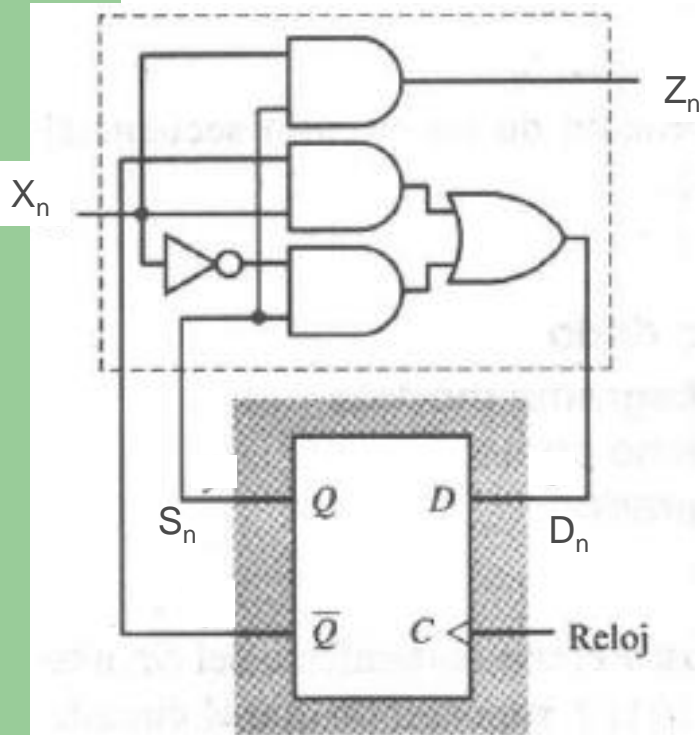
Tabla de transiciones:

$$S_{n+1} = \overline{S_n} \cdot X_n + \overline{X_n} \cdot S_n = X_n \oplus S_n$$

$$Z_n = X_n \cdot S_n$$

S_{n+1}, Z_n

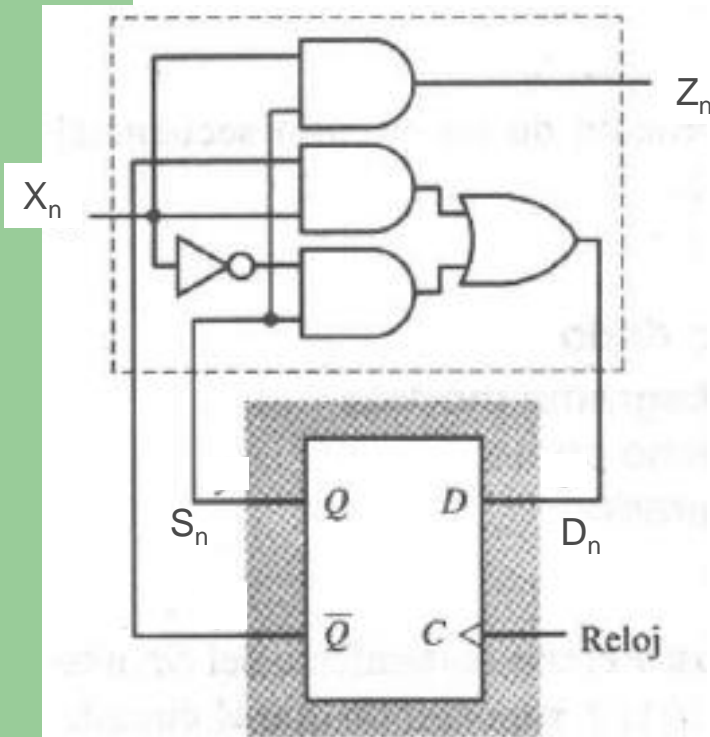
Estado	Entrada X_n	
	0	1
S_n		
0		
1		



Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Tabla de transiciones:



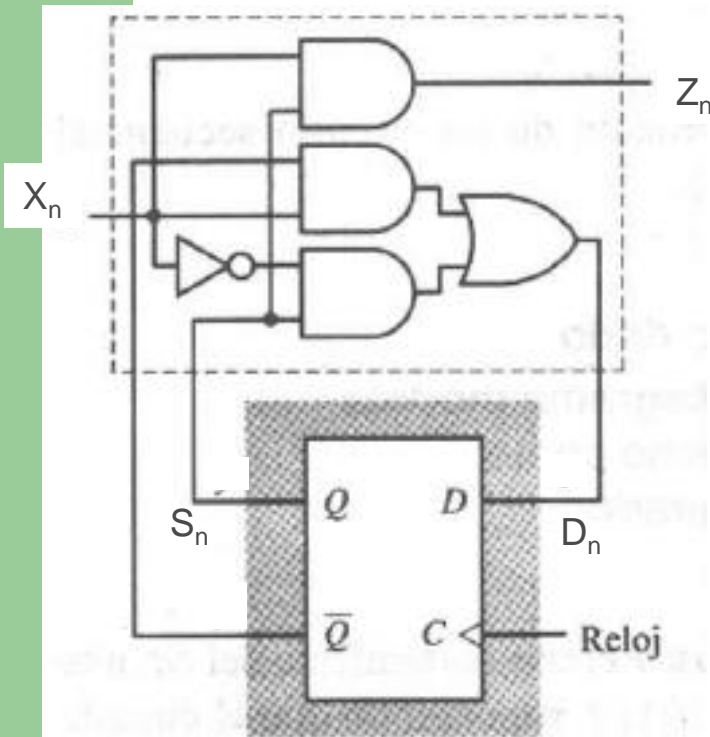
Estado	Entrada X_n	
	0	1
S_n	0	1
0	0	
1		

Con $S_n=0$ y $X_n=0$: $S_{n+1} = S_n \oplus X_n = 0 \oplus 0 = 0$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Tabla de transiciones:



Estado	Entrada X_n	
S_n	0	1
0	0,0	
1		

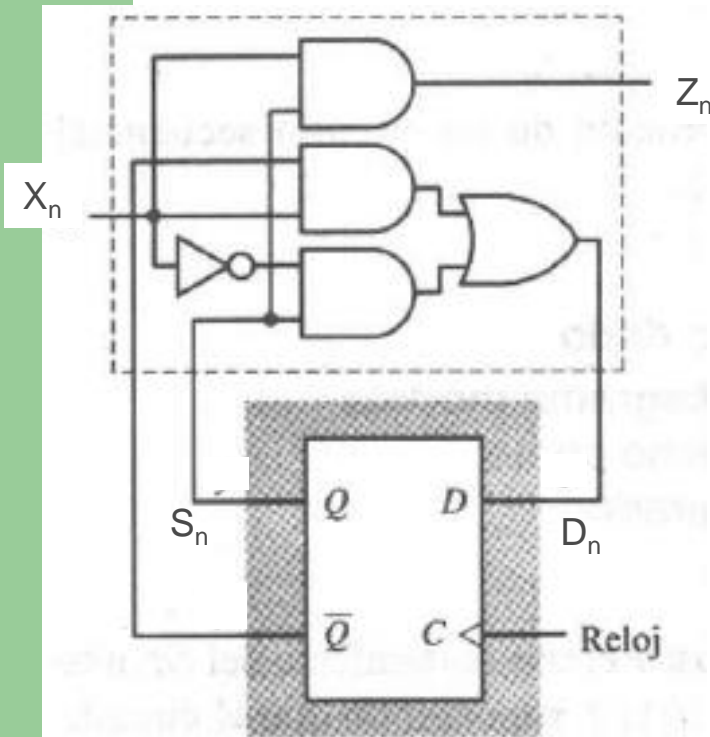
Con $S_n=0$ y $X_n=0$: $S_{n+1} = S_n \oplus X_n = 0 \oplus 0 = 0$

$Z_n = S_n \cdot X_n = 0 \cdot 0 = 0$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Tabla de transiciones:

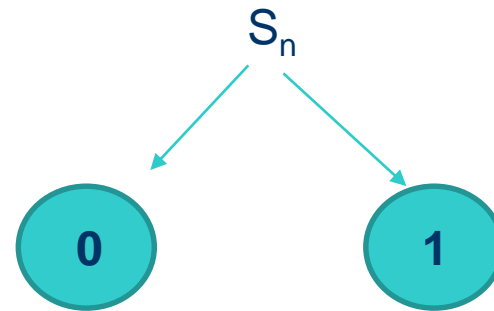
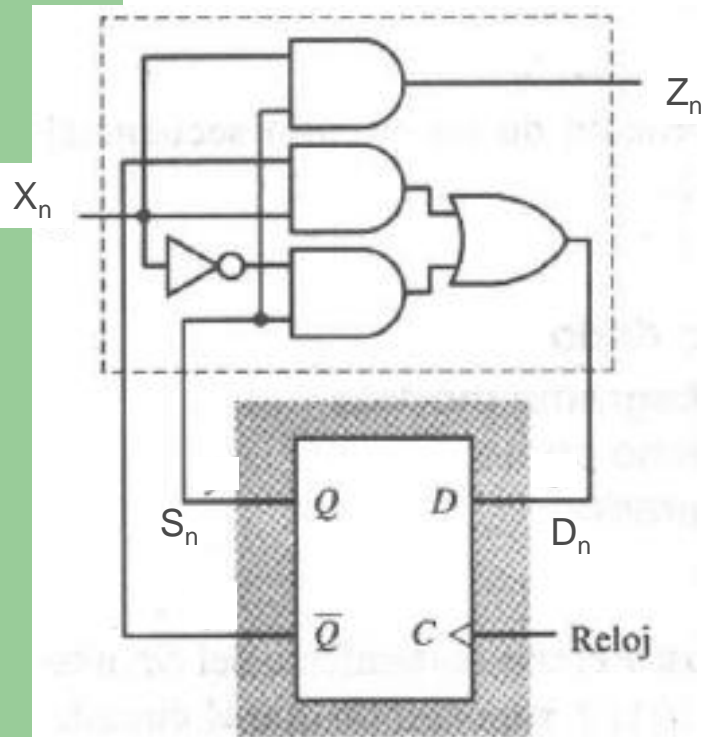


Estado	Entrada X_n	
	0	1
S_n	0,0	1,0
0	0,0	1,0
1	1,0	0,1

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

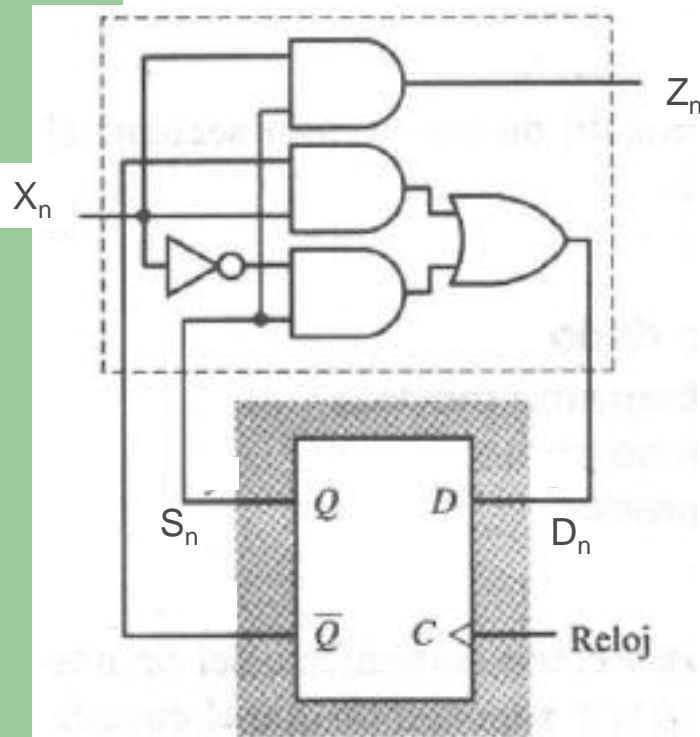
Diagrama de Estados:



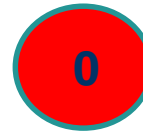
Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Diagrama de Estados:



0

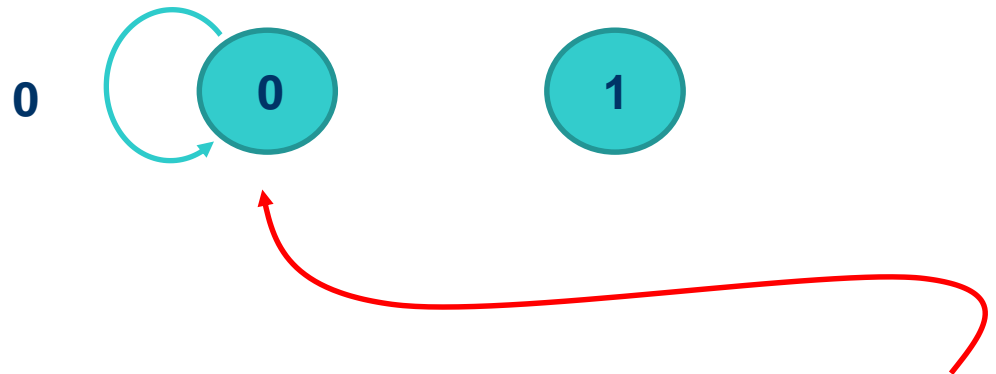
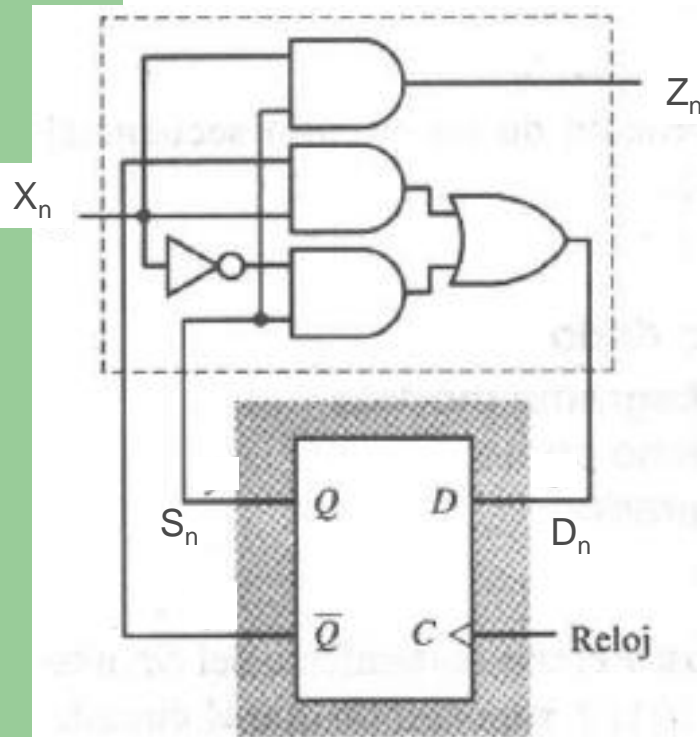


Con $S_n=0$ y $X_n=0$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Diagrama de Estados:

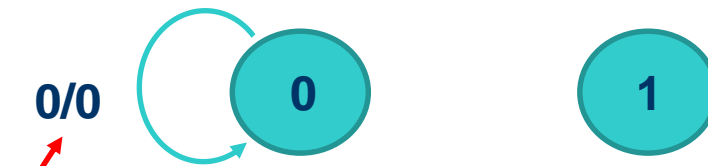
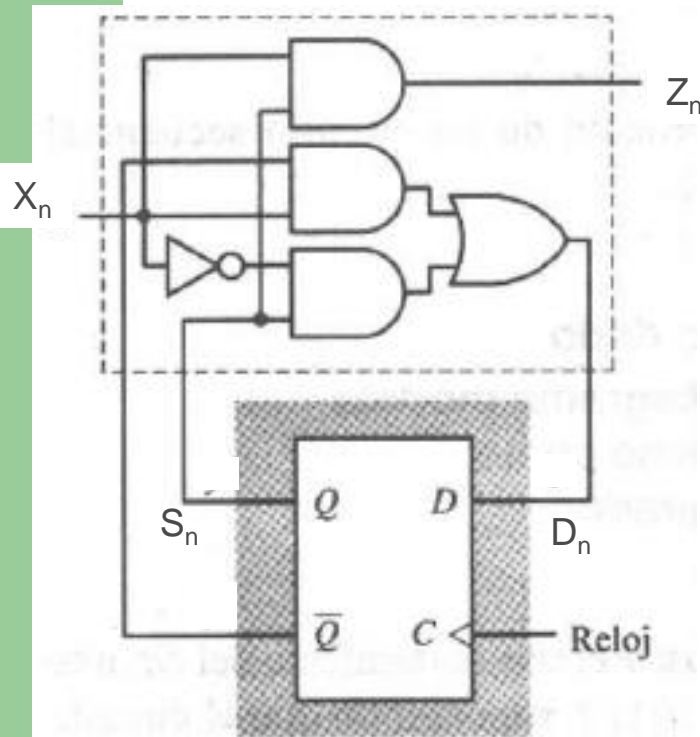


Con $S_n=0$ y $X_n=0 \Rightarrow S_{n+1} = S_n \oplus X_n = 0 \oplus 0 = 0$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Diagrama de Estados:

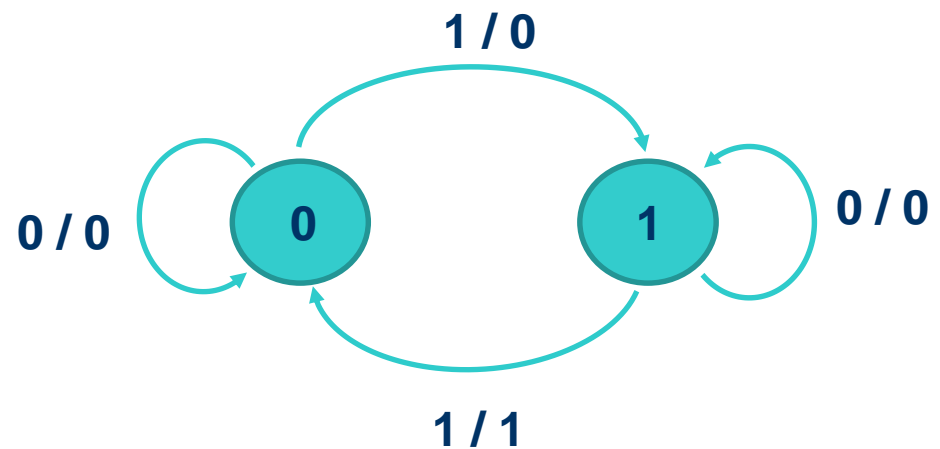
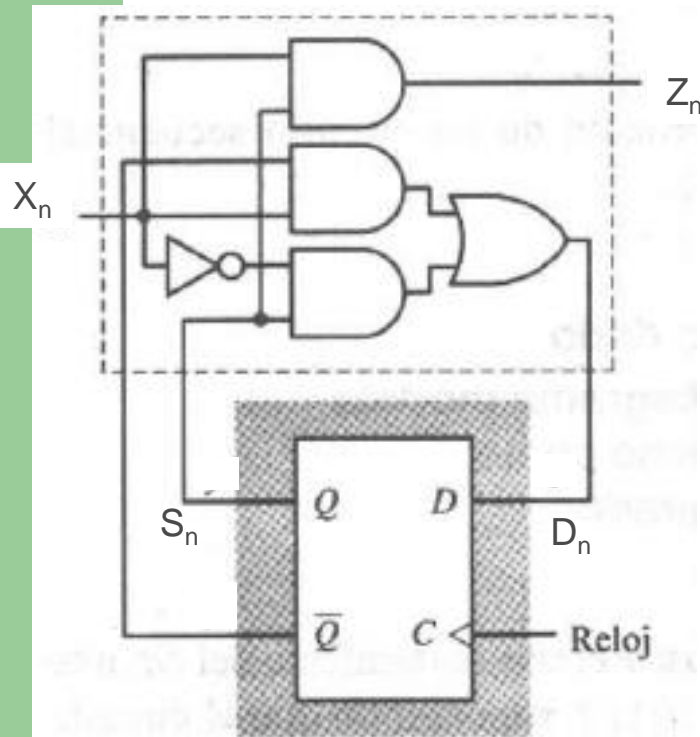


Con $S_n=0$ y $X_n=0 \Rightarrow S_{n+1} = S_n \oplus X_n = 0 \oplus 0 = 0$
 $Z_n = S_n \cdot X_n = 0 \cdot 0 = 0$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ejemplo:

Diagrama de Estados:



Análisis de Circuitos Secuenciales

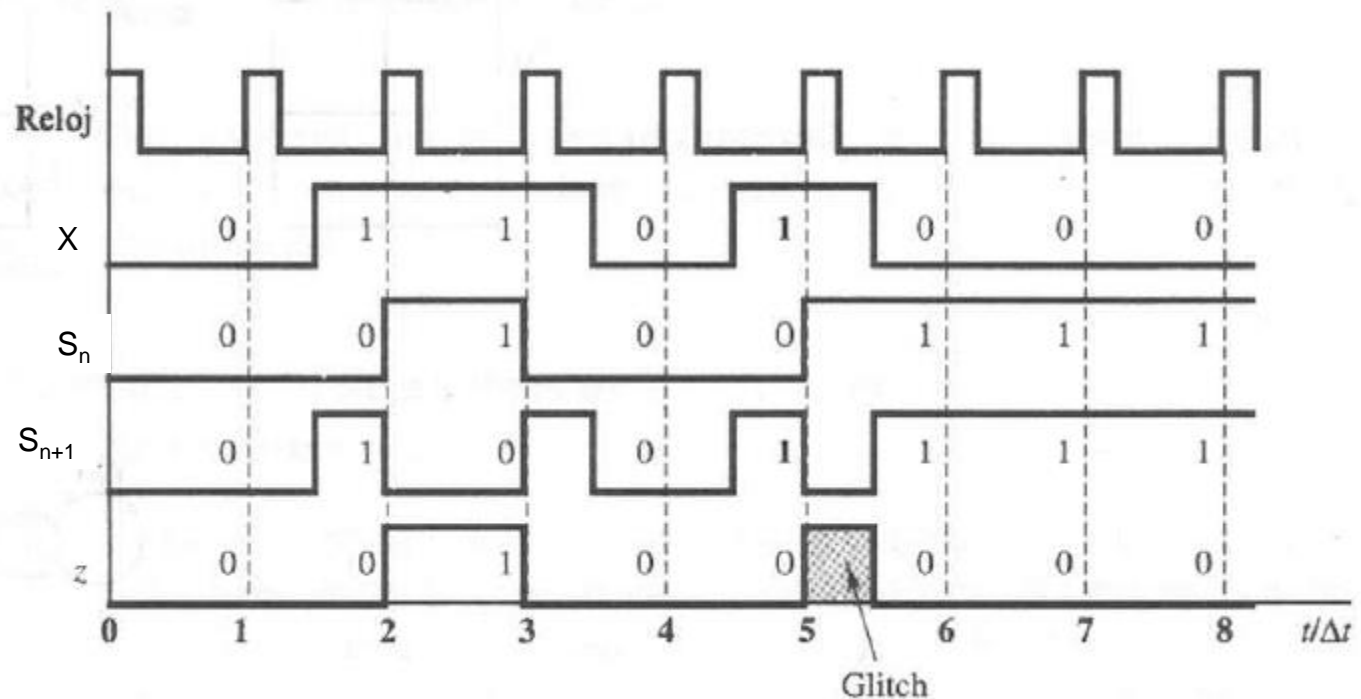
- A veces se desea obtener un diagrama de tiempos que ilustre su funcionamiento.
- Esto es posible con la secuencia de entrada y el estado inicial.

Análisis de Circuitos Secuenciales

- A veces se desea obtener un diagrama de tiempos que ilustre su funcionamiento.
- Esto es y el est

$X=01101000$

$S_{\text{inicial}}=0$



Análisis de Circuitos Secuenciales

- El proceso se resume en los siguientes pasos:

Paso 1) Obtener las ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito, mediante análisis combinacional.

Análisis de Circuitos Secuenciales

- El proceso se resume en los siguientes pasos:

Paso 1) Obtener las ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito, mediante análisis combinacional.

Paso 2) Obtener ecuaciones de estado siguiente teniendo en cuenta la tabla de los biestables involucrados (FF-D, FF-JK, FF-T, etc.)

Análisis de Circuitos Secuenciales

- El proceso se resume en los siguientes pasos:

Paso 1) Obtener las ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito, mediante análisis combinacional.

Paso 2) Obtener ecuaciones de estado siguiente teniendo en cuenta la tabla de los biestables involucrados (FF-D, FF-JK, FF-T, etc.)

Paso 3) Obtener la tabla de estados/salida, asociando un símbolo de estado a cada código de las variables de estado (Ej: A=00, B=01, C=10, D=11).

Análisis de Circuitos Secuenciales

- El proceso se resume en los siguientes pasos:

Paso 1) Obtener las ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito, mediante análisis combinacional.

Paso 2) Obtener ecuaciones de estado siguiente teniendo en cuenta la tabla de los biestables involucrados (FF-D, FF-JK, FF-T, etc.)

Paso 3) Obtener la tabla de estados/salida, asociando un símbolo de estado a cada código de las variables de estado (Ej: A=00, B=01, C=10, D=11).

Paso 4) Dibujar Diagrama de Estados.

Análisis de Circuitos Secuenciales

- El proceso se resume en los siguientes pasos:

Paso 1) Obtener las ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito, mediante análisis combinacional.

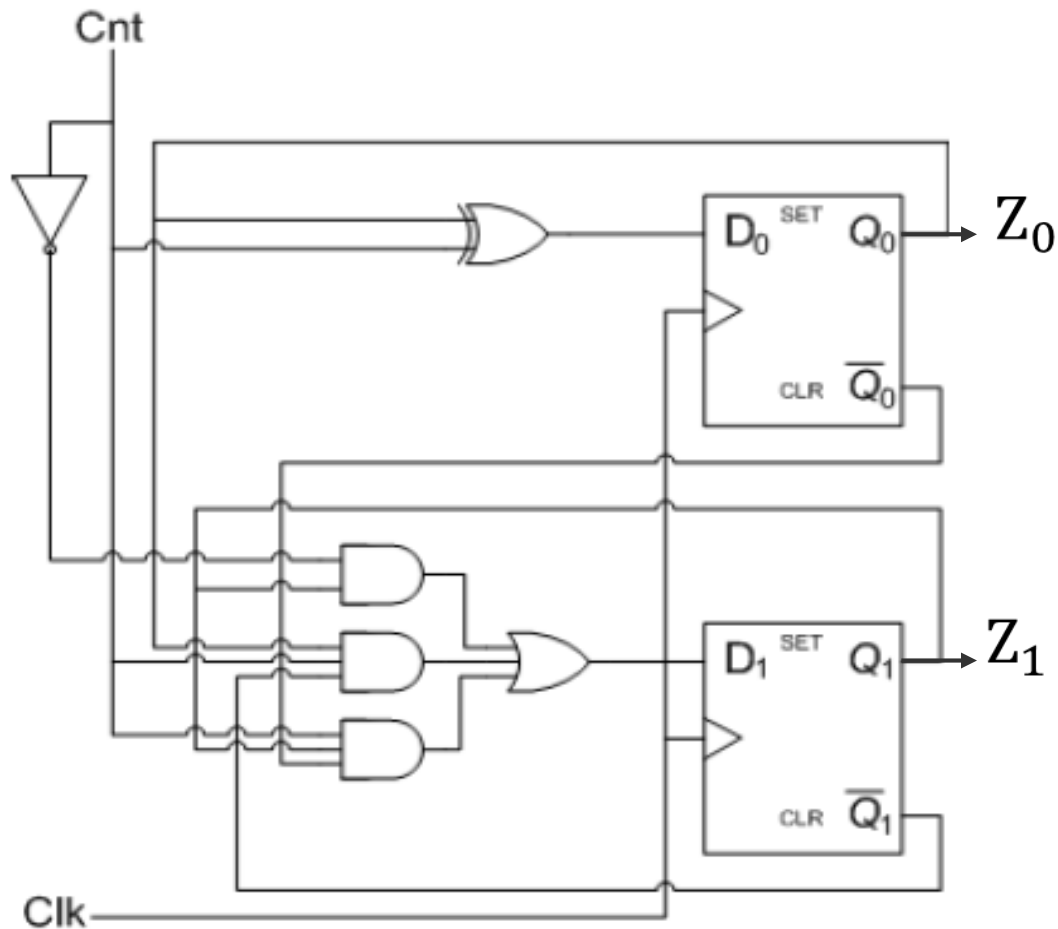
Paso 2) Obtener ecuaciones de estado siguiente teniendo en cuenta la tabla de los biestables involucrados (FF-D, FF-JK, FF-T, etc.)

Paso 3) Obtener la tabla de estados/salida, asociando un símbolo de estado a cada código de las variables de estado (Ej: A=00, B=01, C=10, D=11).

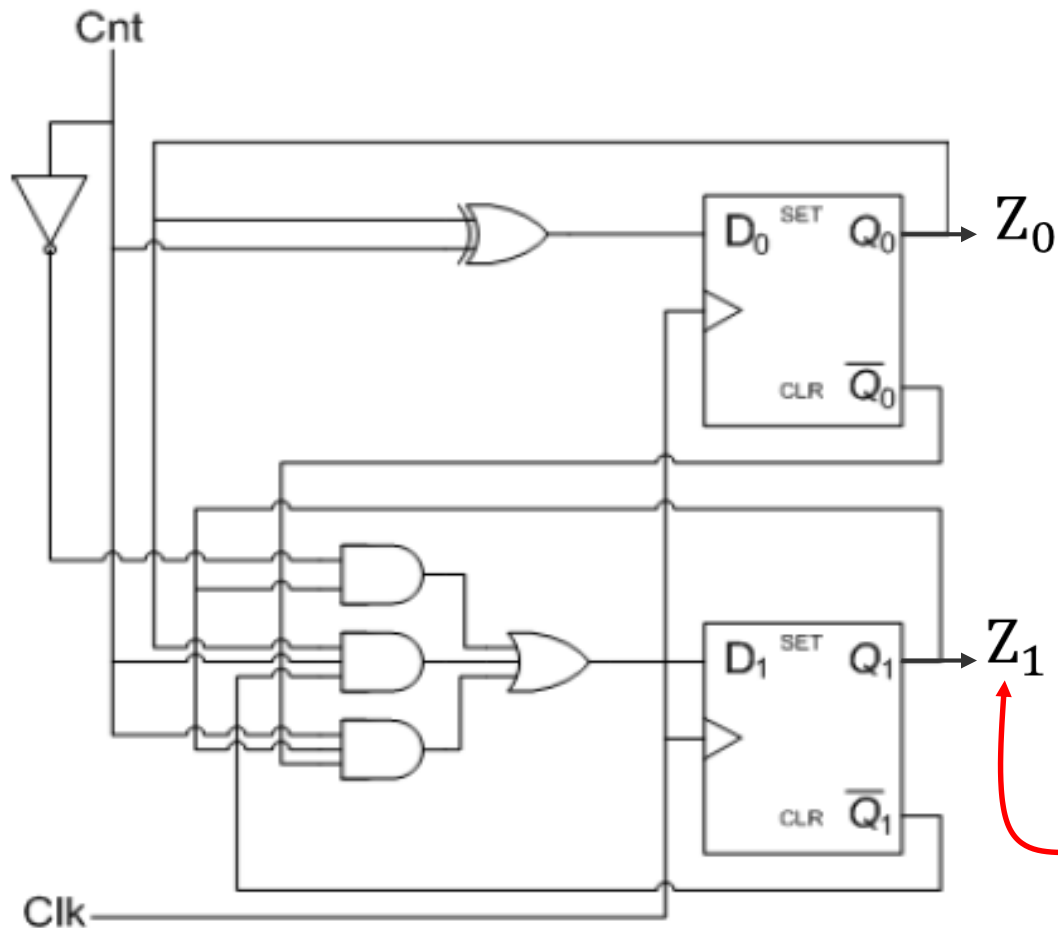
Paso 4) Dibujar Diagrama de Estados.

Paso 5) Desarrollar diagramas de tiempo, para una secuencia de entrada y un estado inicial dados.

Ejemplo: Realice el análisis del Siguiete Circuito.

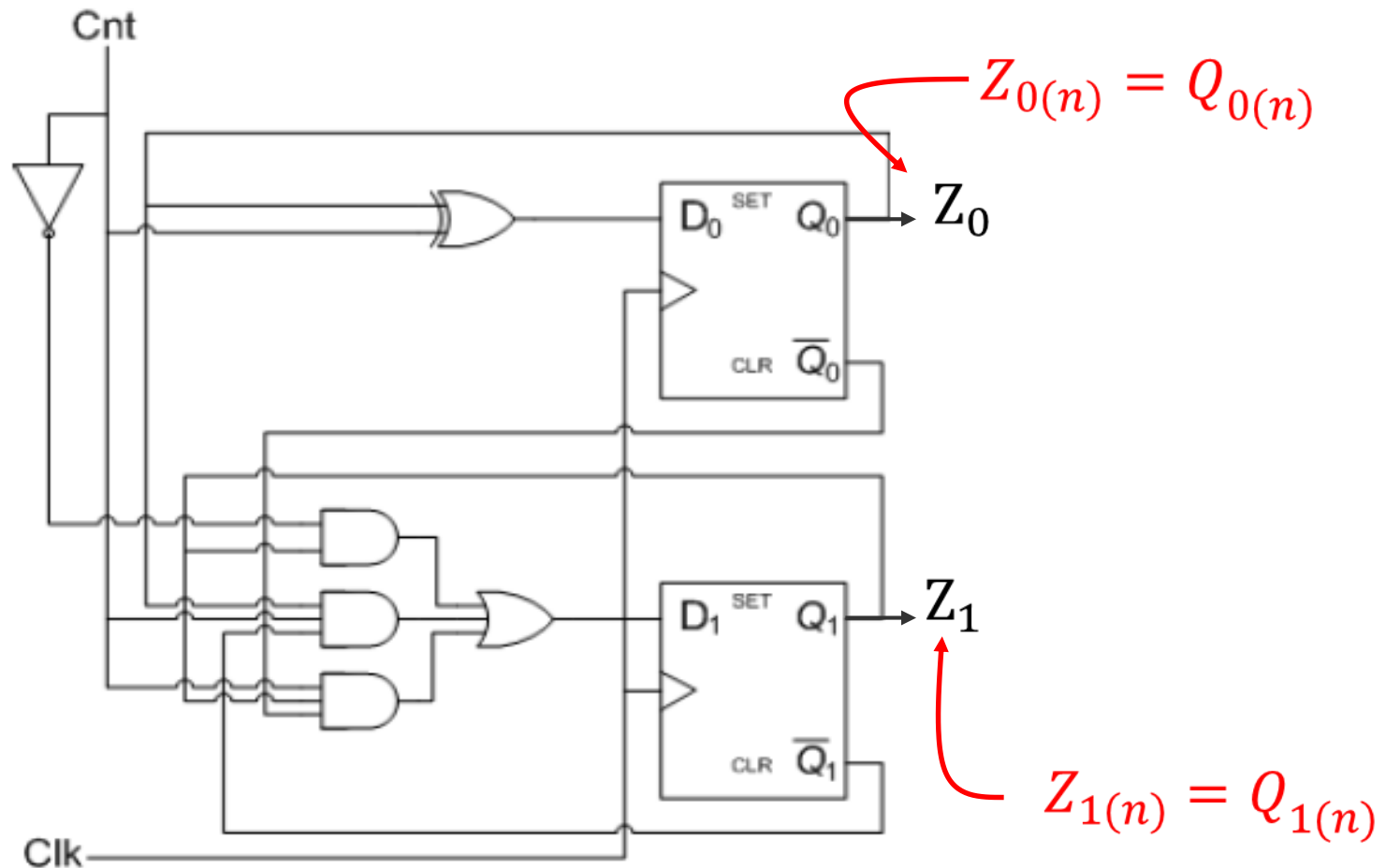


Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

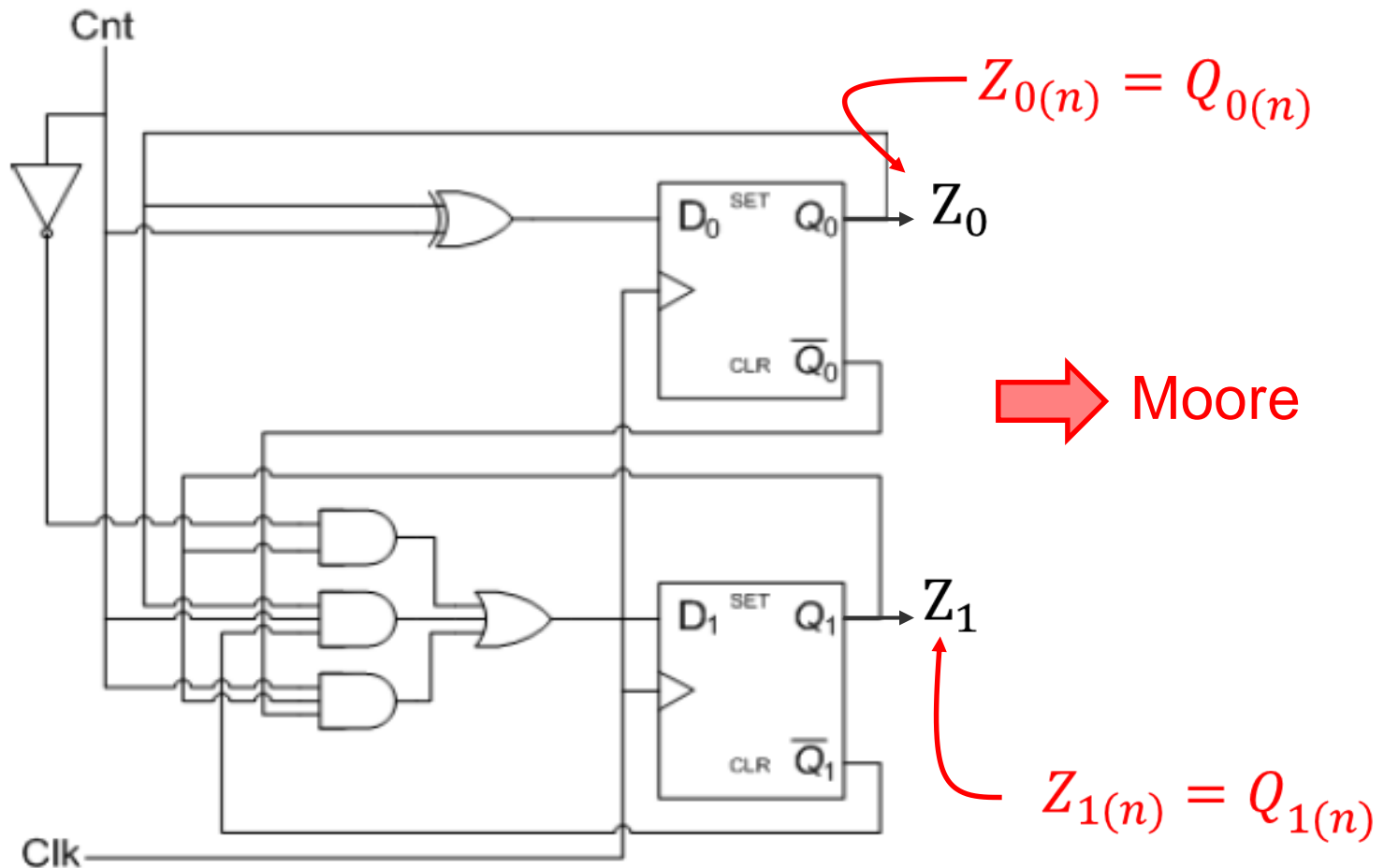


$$Z_{1(n)} = Q_{1(n)}$$

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

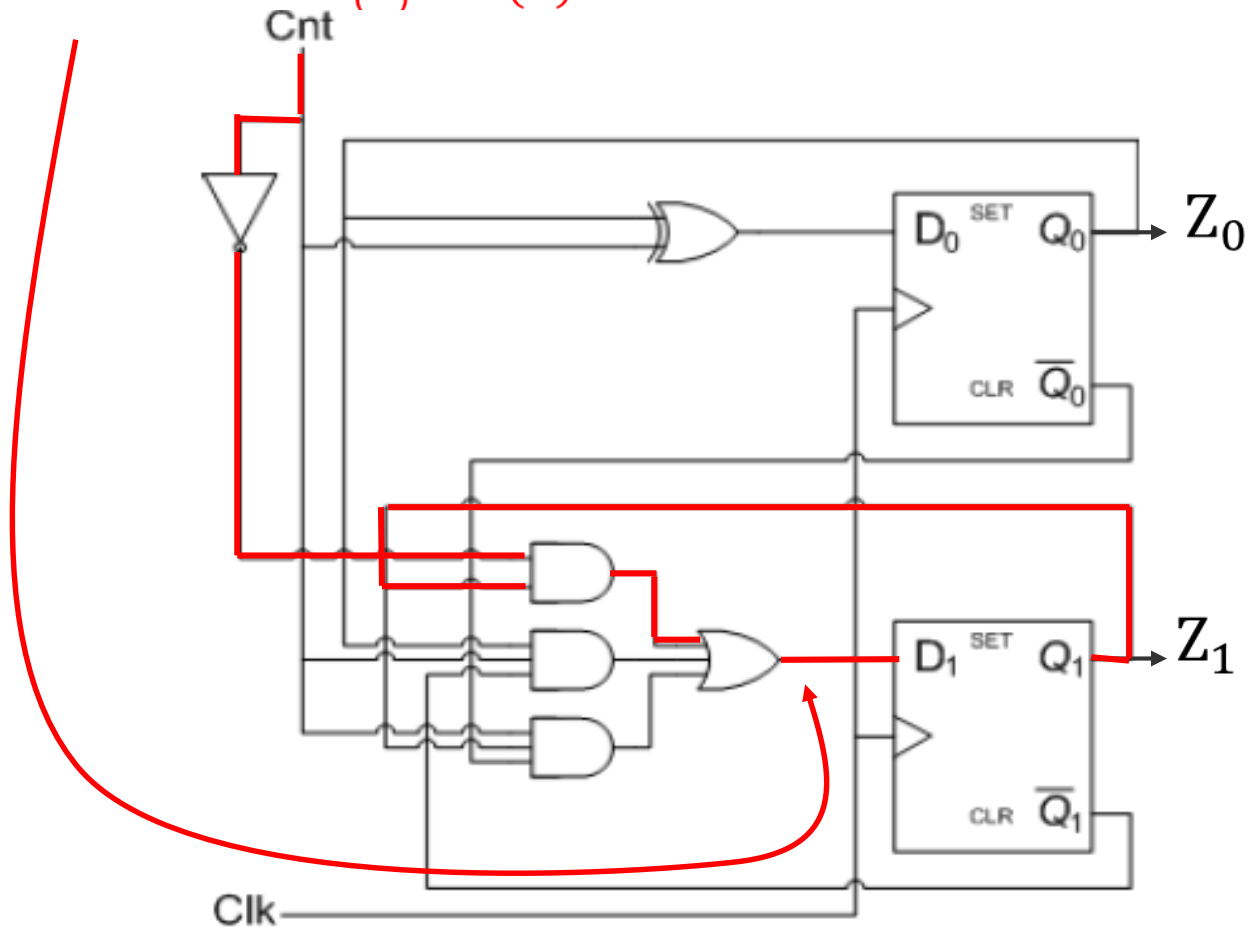


Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



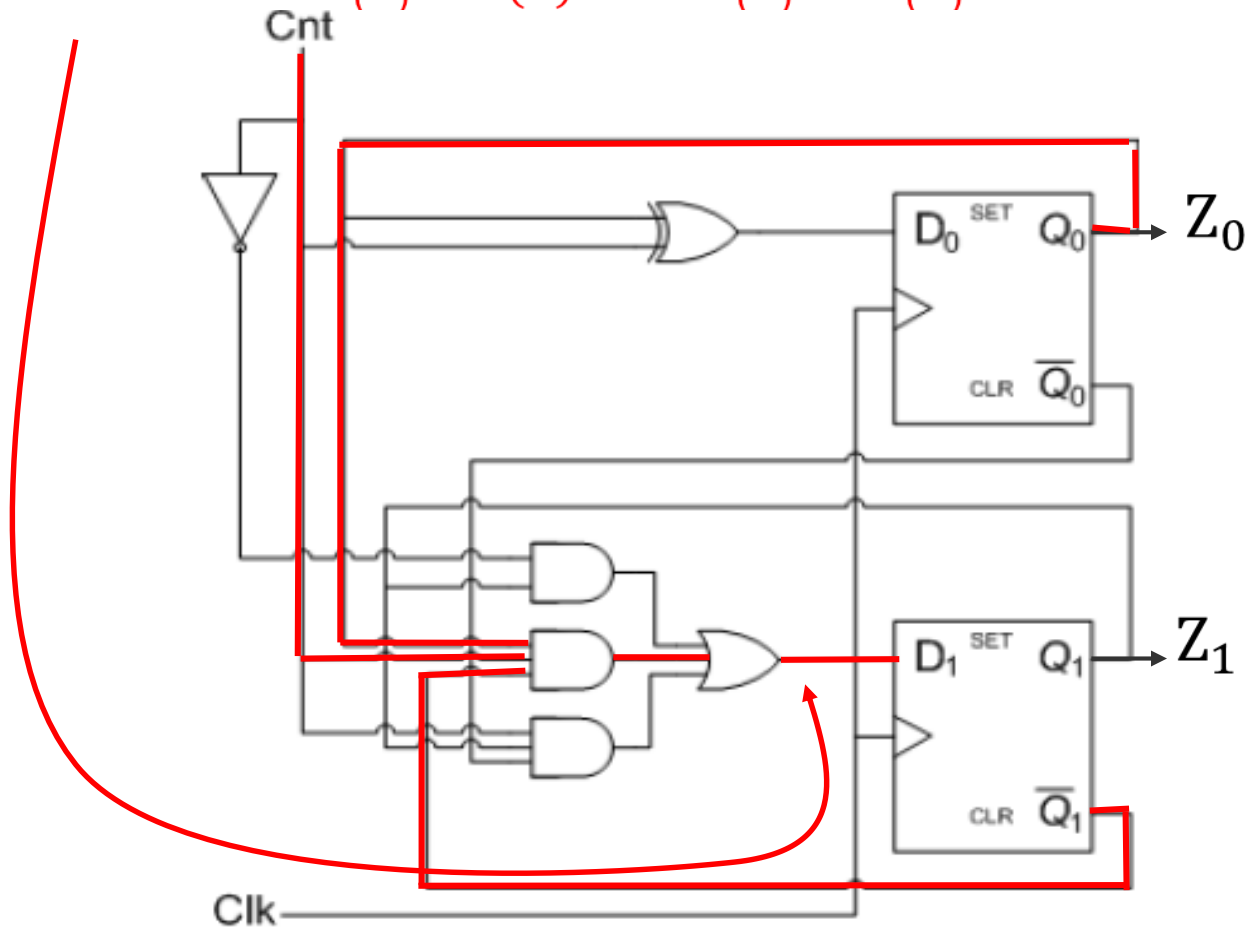
Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$D_{1(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)}$$



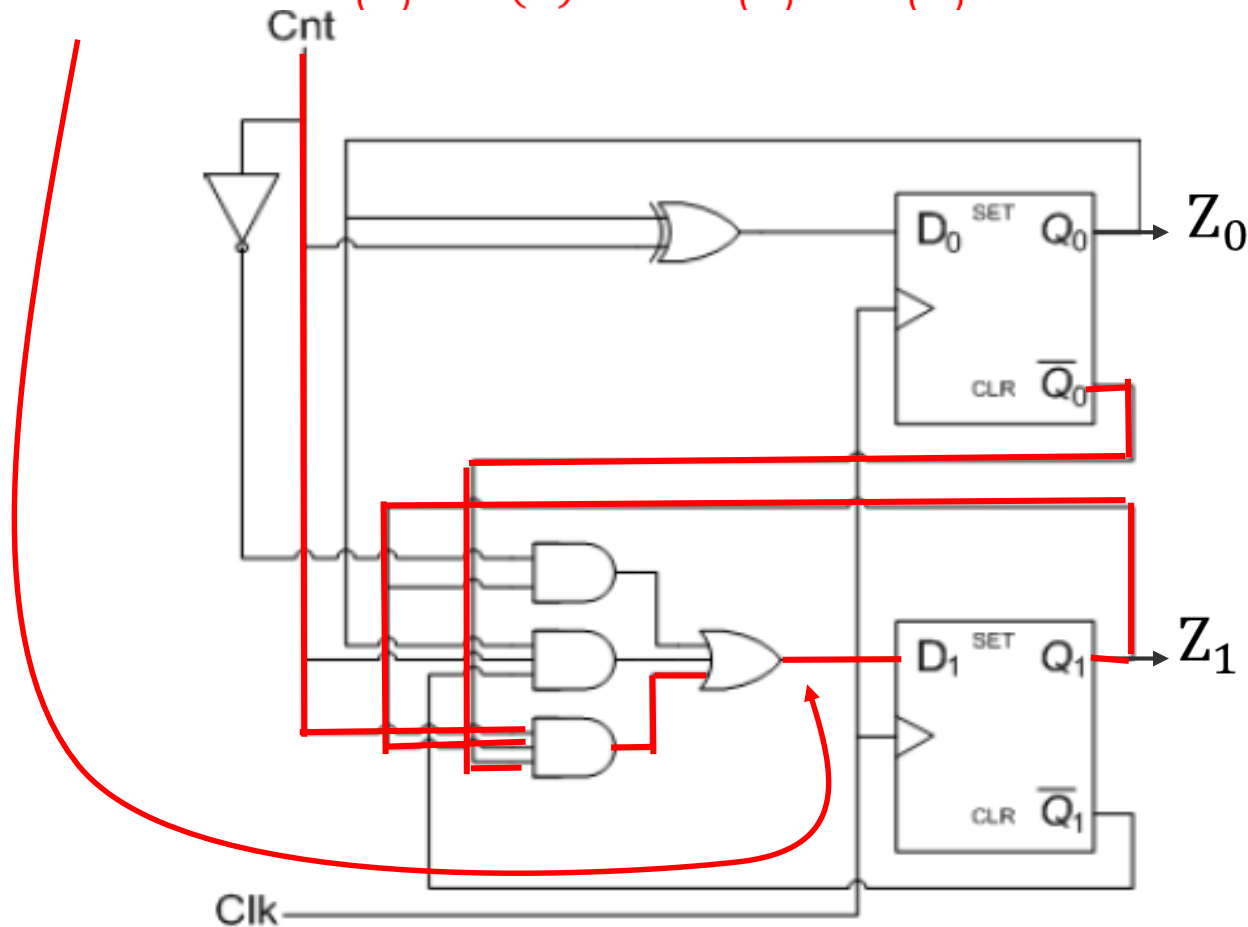
Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$D_{1(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{1(n)} \cdot Q_{0(n)}$$



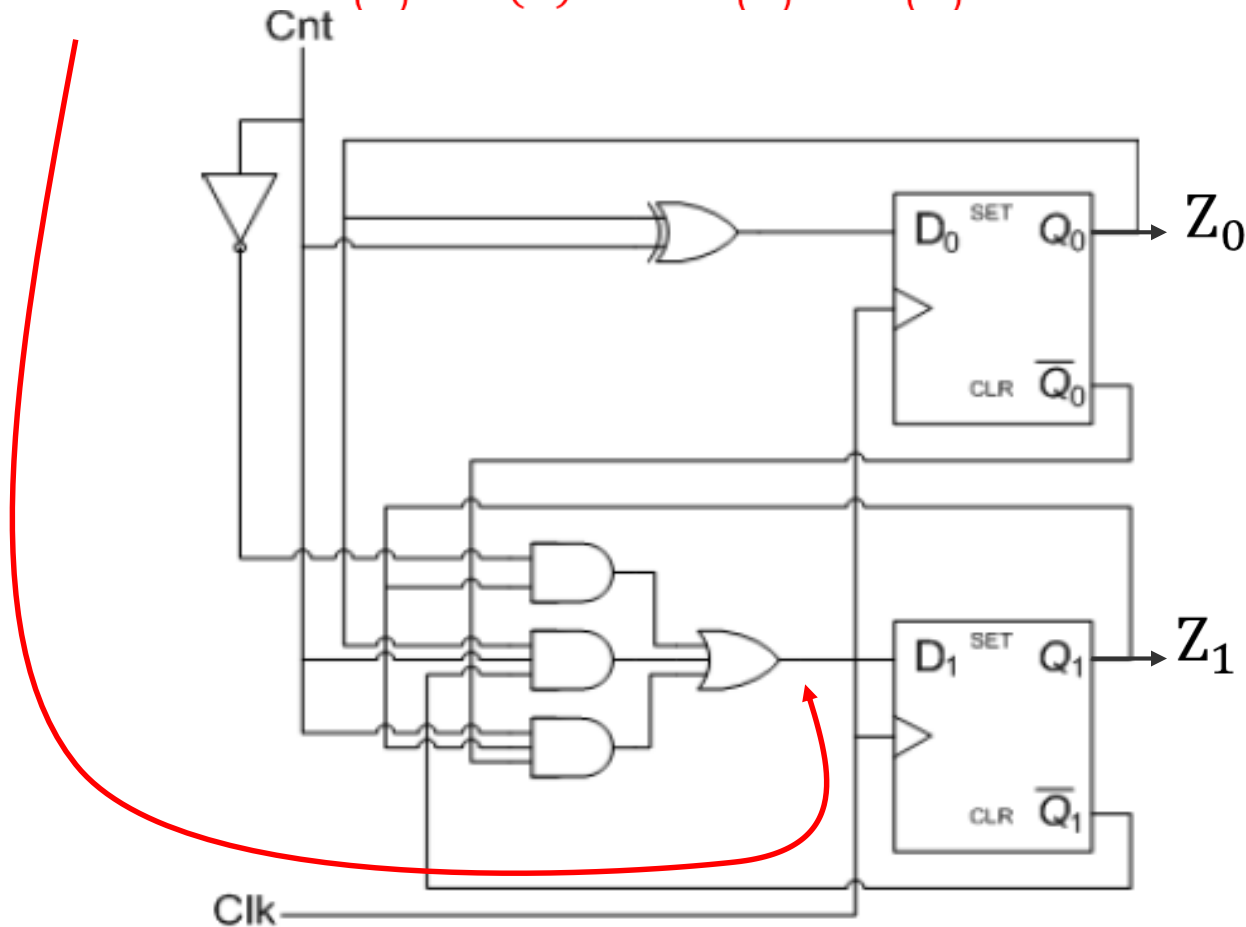
Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$D_{1(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{1(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot Q_{1(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

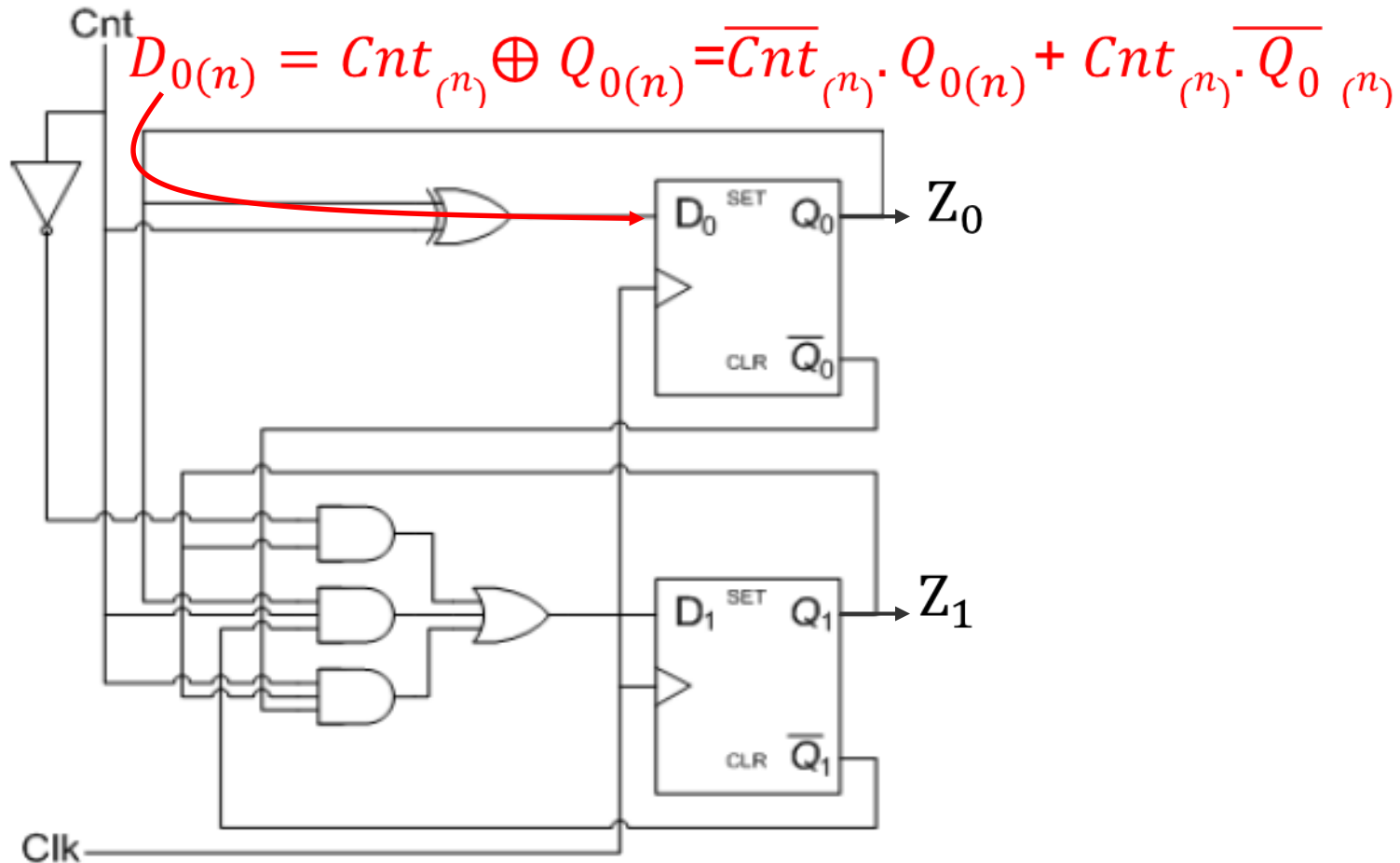


Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$D_{1(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{1(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot Q_{1(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$



Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$Z_{0(n)} = Q_{0(n)}$$

$$Z_{1(n)} = Q_{1(n)}$$

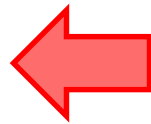
$$D_{0(n)} = Cnt_{(n)} \oplus Q_{0(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

$$D_{1(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{1(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot Q_{1(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$Z_{0(n)} = Q_{0(n)}$$

$$Z_{1(n)} = Q_{1(n)}$$



Salidas no dependen de la entrada → Moore

$$D_{0(n)} = Cnt_{(n)} \oplus Q_{0(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

$$D_{1(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{1(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot Q_{1(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

Paso 2) Ecuaciones de estado siguiente.

$$Z_{0(n)} = Q_{0(n)}$$

$$Z_{1(n)} = Q_{1(n)}$$

$$D_{0(n)} = Cnt_{(n)} \oplus Q_{0(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

$$D_{1(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{1(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot Q_{1(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

FFD: $Q_{(n+1)} = D$

$$Q_{0(n+1)} = Cnt_{(n)} \oplus Q_{0(n)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

$$Q_{1(n+1)} = \overline{Cnt}_{(n)} \cdot Q_{1(n)} + Cnt_{(n)} \cdot \overline{Q}_{1(n)} \cdot Q_{0(n)} + Cnt_{(n)} \cdot Q_{1(n)} \cdot \overline{Q}_{0(n)}$$

Paso 3) Tabla de estados/salida.

ESTADO ACTUAL Q_1 Q_0		ESTADO SIGUIENTE $Q_1(\text{siguiente})$ $Q_0(\text{siguiente})$		Salida	
		$Cnt=0$	$Cnt=1$	Z_0	Z_1
0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0
1	1	1	1	1	1

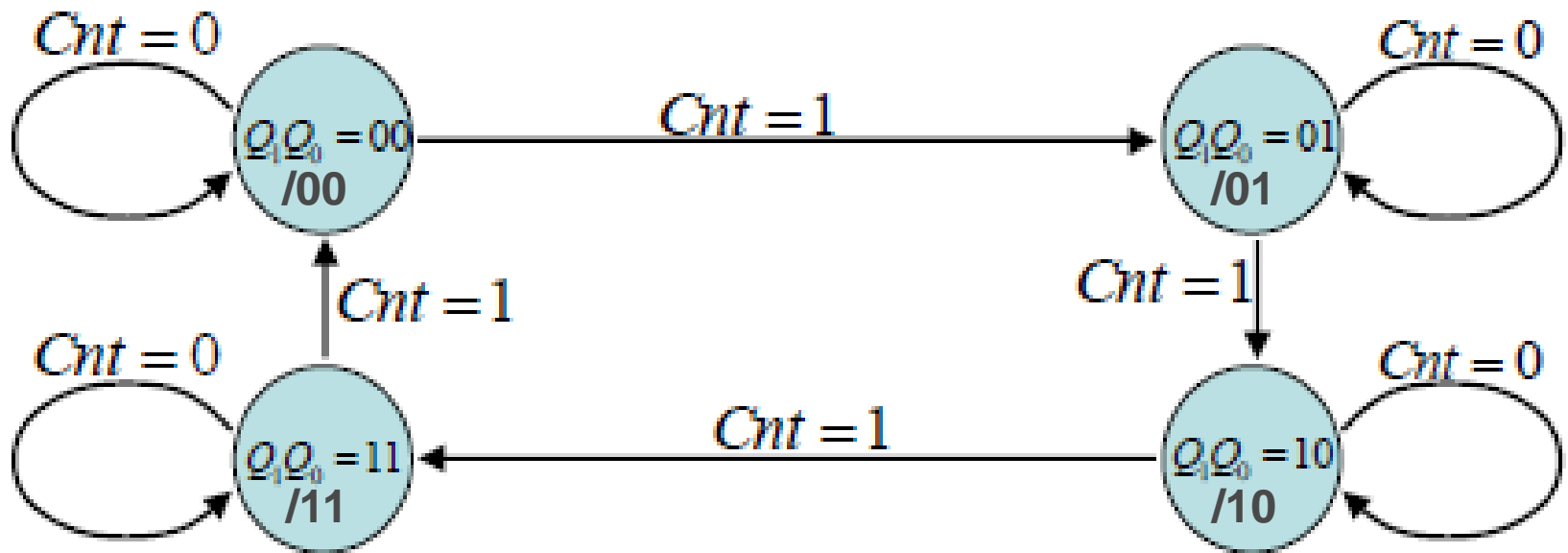
Paso 3) Tabla de estados/salida.

ESTADO ACTUAL	ESTADO SIGUIENTE		Salida	
	<i>Cnt=0</i>	<i>Cnt=1</i>	<i>Z₀</i>	<i>Z₁</i>
A	A	B	0	0
B	B	C	0	1
C	C	D	1	0
D	D	A	1	1

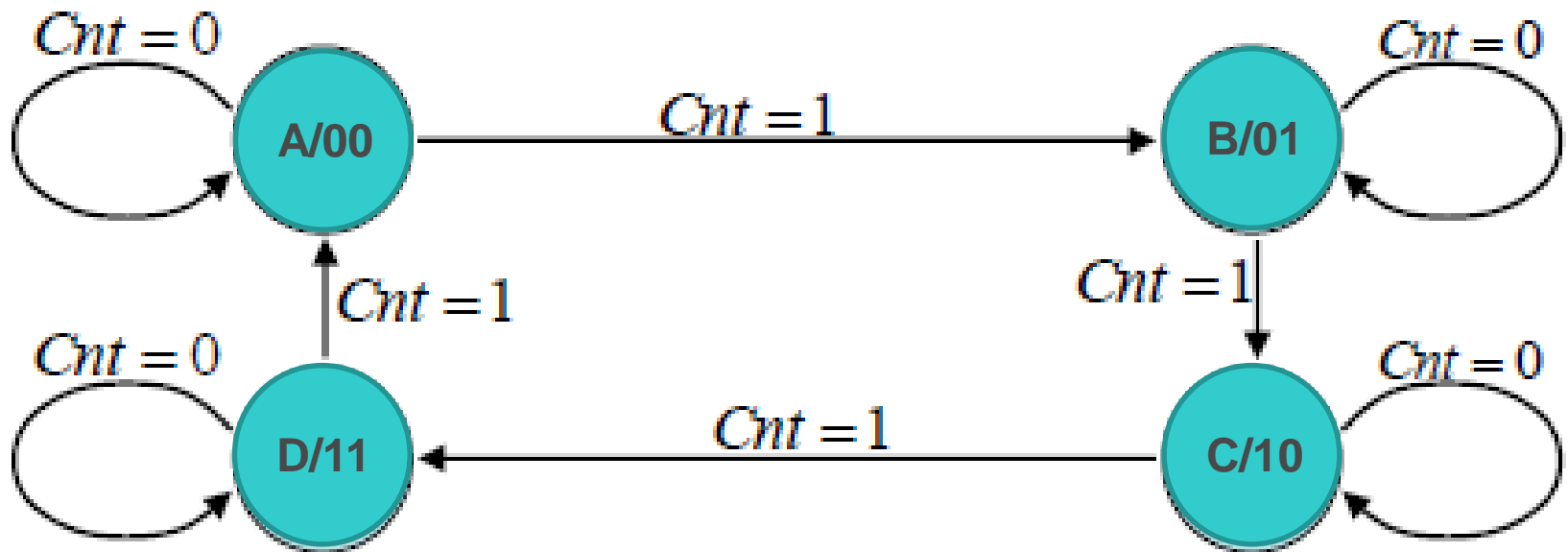
Asignación arbitraria:

- 00 → A
- 01 → B
- 10 → C
- 11 → D

Paso 4) Diagrama de Estados.



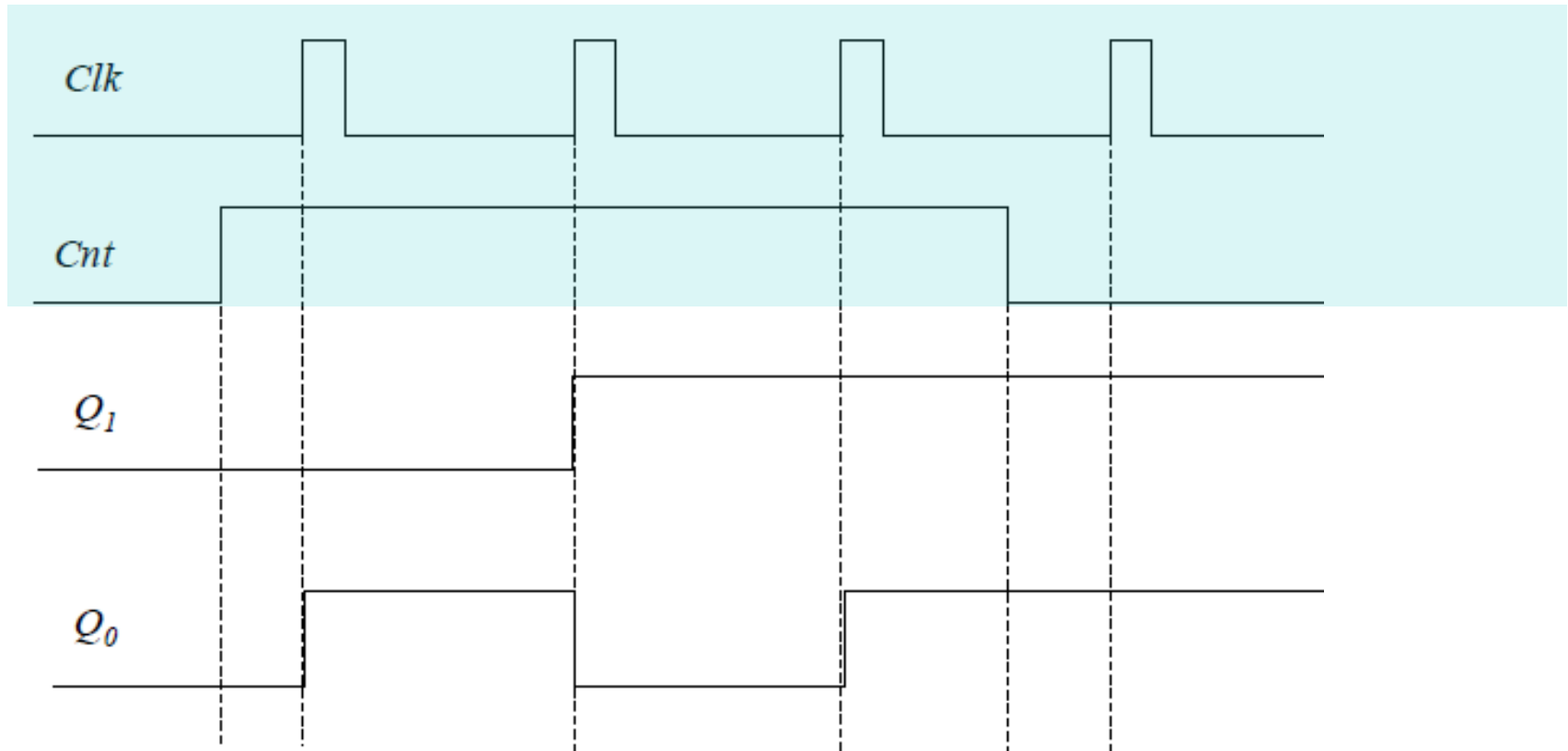
Paso 4) Diagrama de Estados.



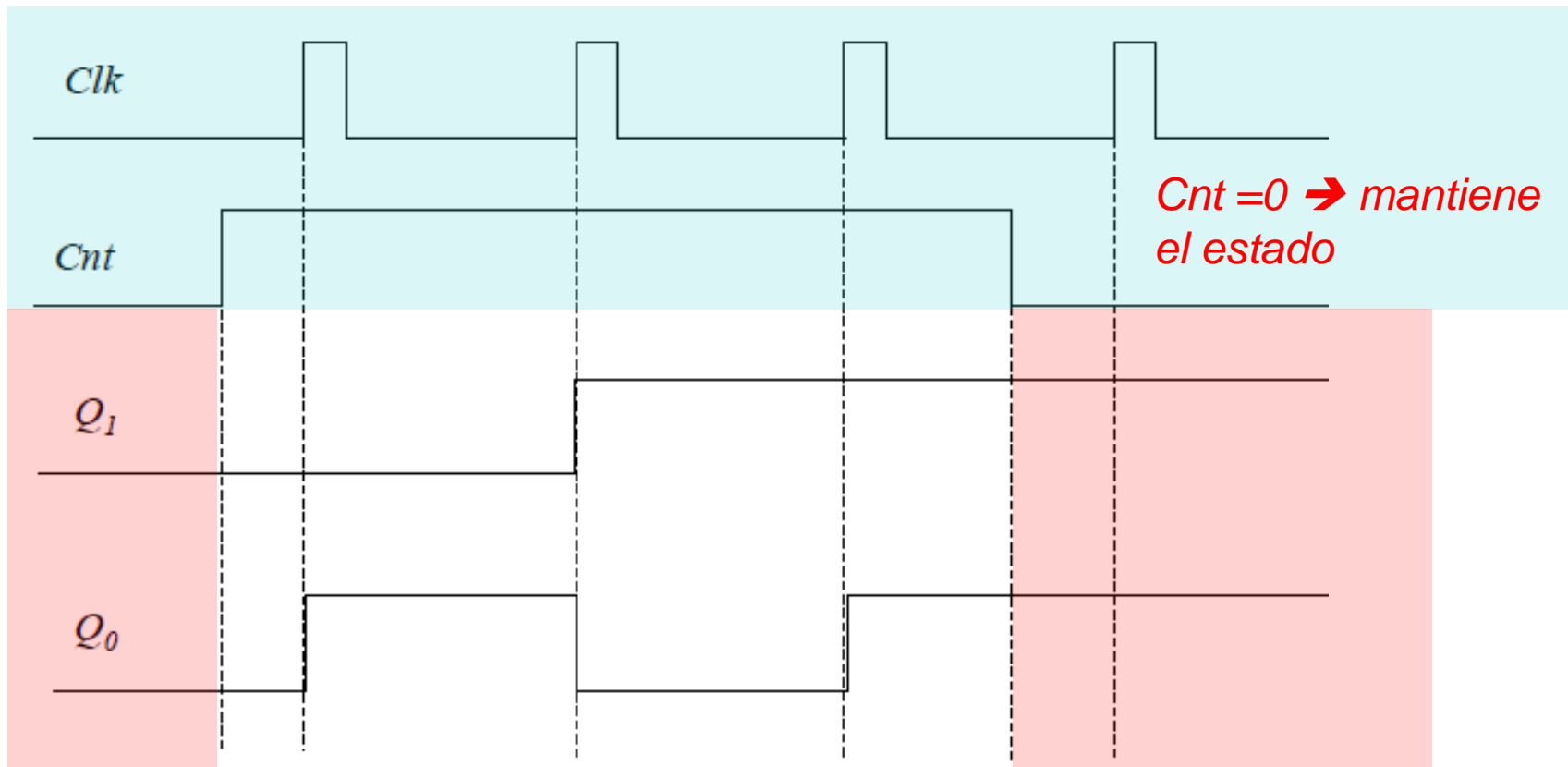
Asignación arbitraria:

- 00 → A
- 01 → B
- 10 → C
- 11 → D

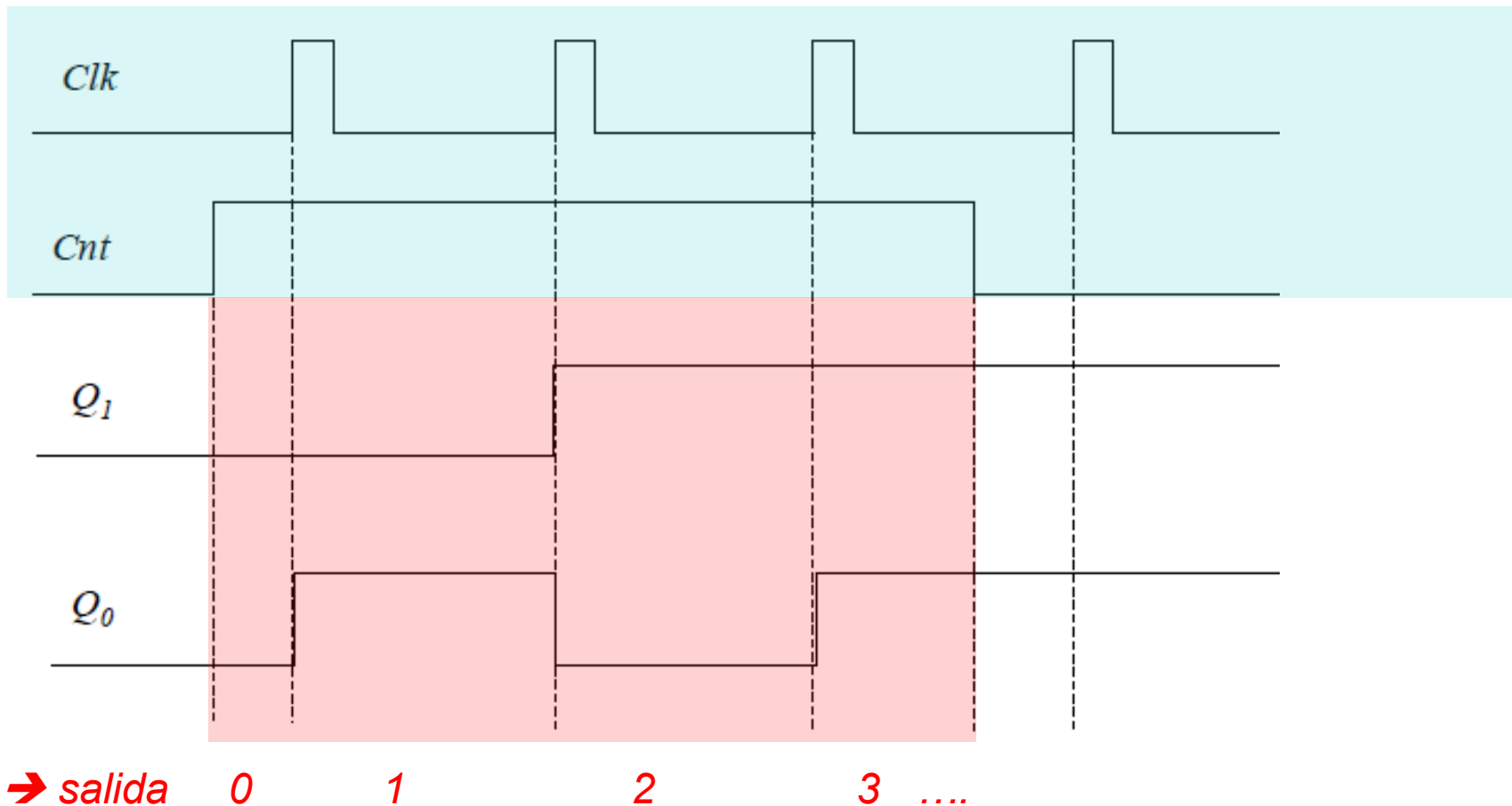
Paso 5) Diagramas de Tiempo.



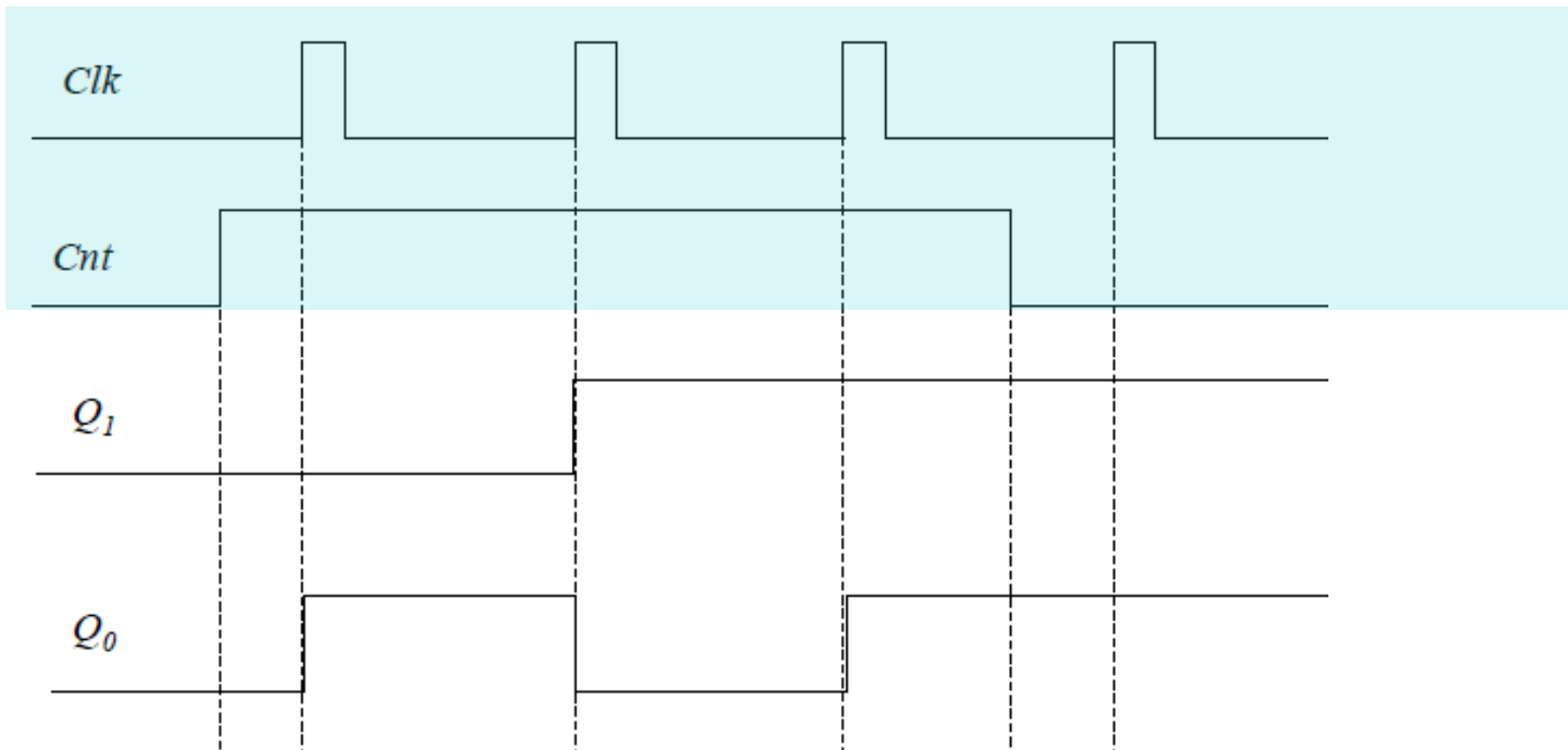
Paso 5) Diagramas de Tiempo.



Paso 5) Diagramas de Tiempo.

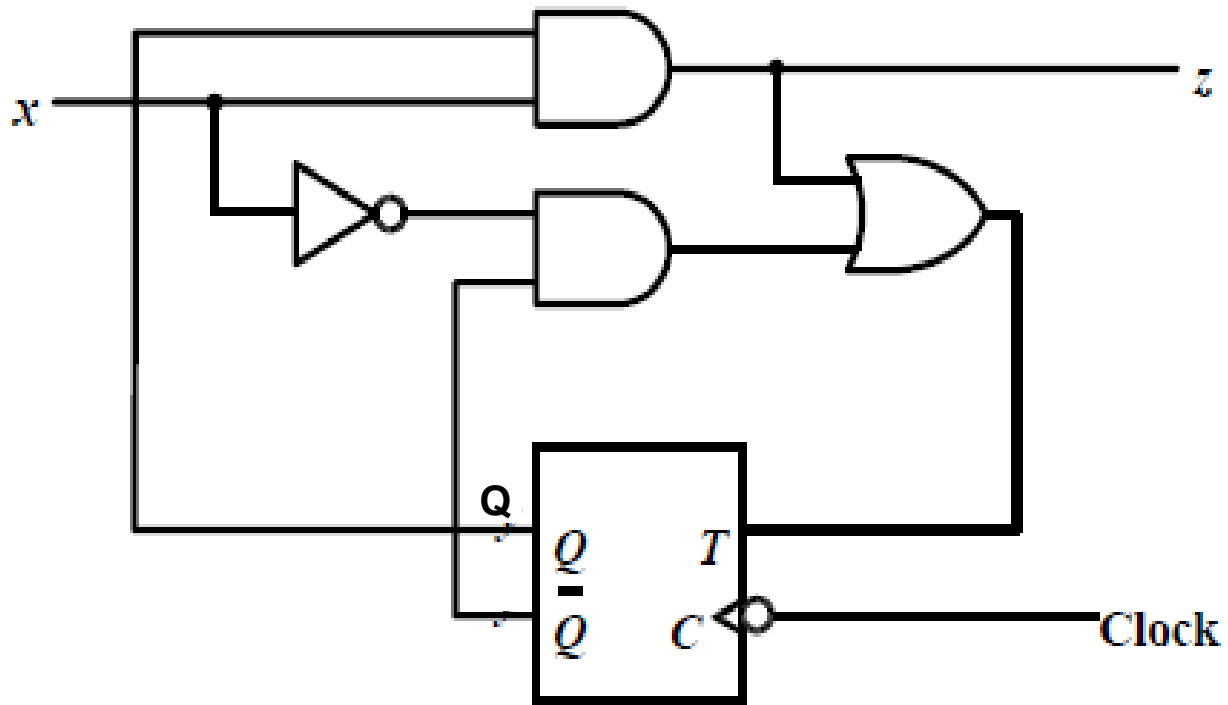


Paso 5) Diagramas de Tiempo.

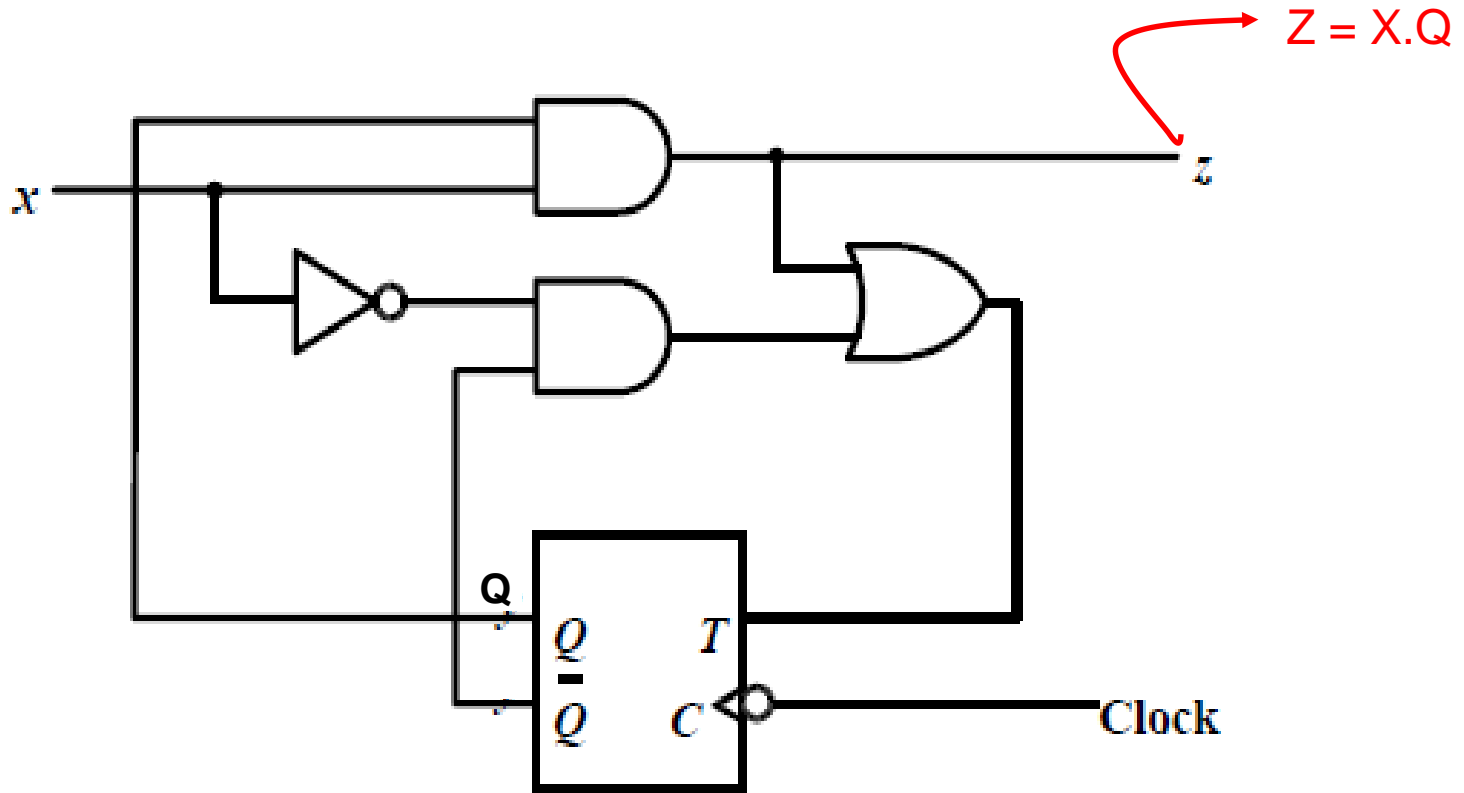


El circuito realiza una cuenta en módulo 4 con una señal de control Cnt que habilita o no la cuenta

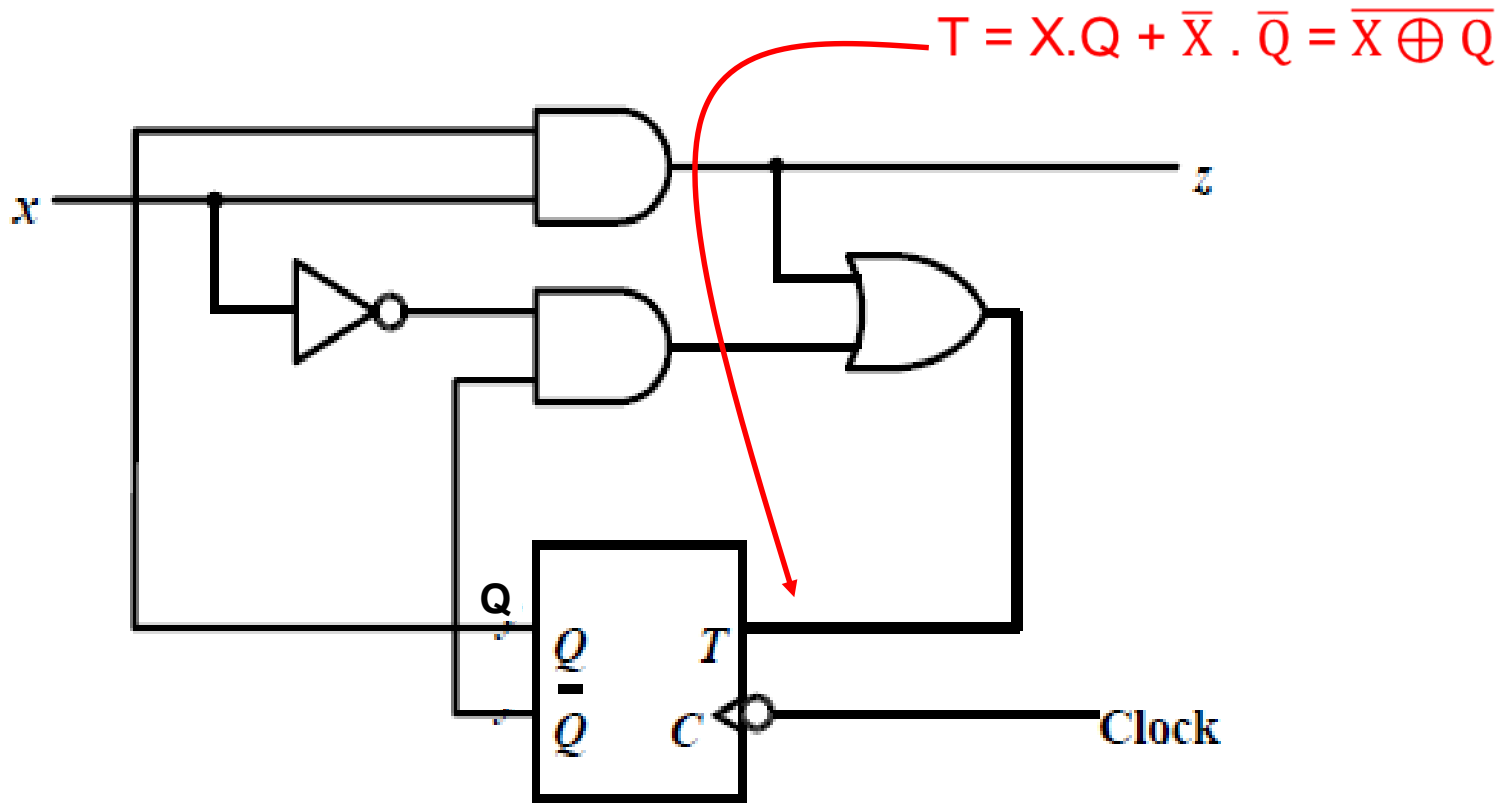
Ejemplo 2:



Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



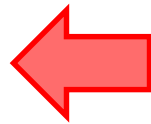
Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$Z_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)}$$

$$T_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)} + \bar{X}_{(n)} \cdot \overline{Q_{(n)}} = \overline{X_{(n)} \oplus Q_{(n)}}$$

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$Z_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)}$$



Salidas dependen de la entrada → Mealy

$$T_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)} + \bar{X}_{(n)} \cdot \bar{Q}_{(n)} = \bar{X}_{(n)} \oplus \bar{Q}_{(n)}$$

Paso 2) Ecuaciones de estado siguiente.

$$Z_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)}$$

$$T_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)} + \bar{X}_{(n)} \cdot \bar{Q}_{(n)} = \overline{X_{(n)} \oplus Q_{(n)}}$$

$$\text{FF T: } Q_{(n+1)} = \bar{T}_{(n)} \cdot Q_{(n)} + T_{(n)} \cdot \bar{Q}_{(n)}$$

$$Q_{(n+1)} = (X_{(n)} \oplus Q_{(n)}) \cdot Q_{(n)} + \overline{X_{(n)} \oplus Q_{(n)}} \cdot \bar{Q}_{(n)}$$

Paso 3) Tabla de estados/salida.

Estado S_n	Entrada X_n	
	0	1
0	1/0	0/0
1	1/0	0/1

$$Z_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)}$$

$$Q_{(n+1)} = (X_{(n)} \oplus Q_{(n)}) \cdot Q_{(n)} + \overline{X_{(n)}} \oplus \overline{Q_{(n)}} \cdot \overline{Q_{(n)}}$$

- Tabla de Transiciones

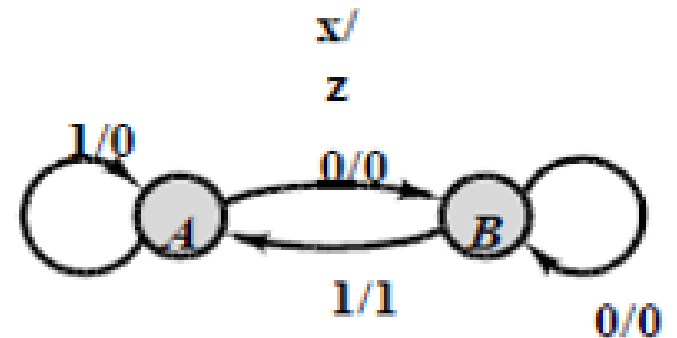
Paso 3) Tabla de estados/salida.

Estado	Entrada X_n	
	0	1
S_n		
A	B/0	A/0
B	B/0	A/1

- Tabla de Estados (Asignación arbitraria de símbolos)

Paso 4) Diagrama de Estados.

Estado	Entrada X_n	
S_n	0	1
A	B/0	A/0
B	B/0	A/1



Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K

		x_n	
		0	1
Q_n	0	0	0
	1	0	1

z_n



$$Z_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)}$$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K

		X_n	
		0	1
Q_n	0	0	0
	1	0	1
		Z_n	

		X_n	
		0	1
Q_n	0	1	0
	1	0	1
		T_n	



$$T_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{(n)} + \bar{X}_{(n)} \cdot \bar{Q}_{(n)} = \overline{X_{(n)} \oplus Q_{(n)}}$$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K

		x_n	
		0	1
Q_n	0	0	0
	1	0	1

z_n

		x_n	
		0	1
Q_n	0	1	0
	1	0	1

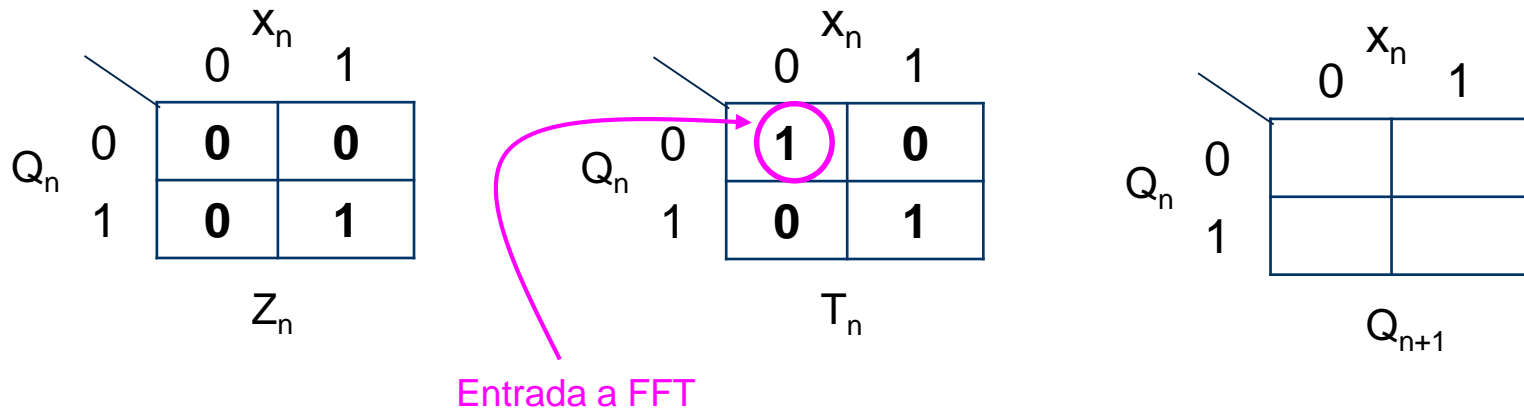
T_n

		x_{n+1}	
		0	1
Q_n	0		
	1		

Q_{n+1}

FFT: $T_n = 1 \Rightarrow Q_{n+1} = \overline{Q_n}$
 $T_n = 0 \Rightarrow Q_{n+1} = Q_n$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K

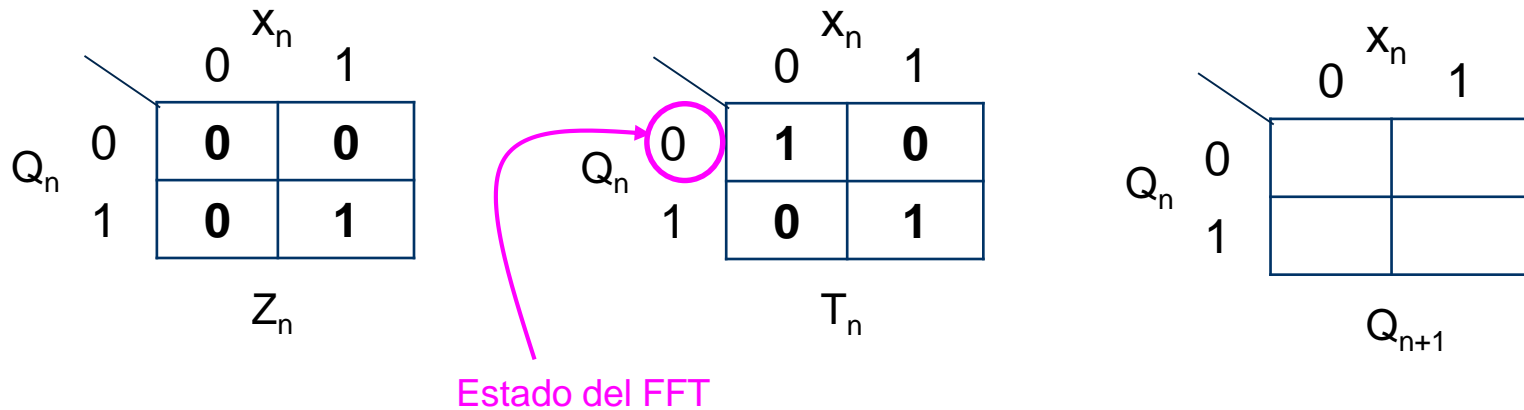


Si la entrada de FFT vale 1 la salida en $n+1$ se debe invertir

FFT:

$$\begin{aligned} T_n = 1 &\Rightarrow Q_{n+1} = \overline{Q_n} \\ T_n = 0 &\Rightarrow Q_{n+1} = Q_n \end{aligned}$$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K



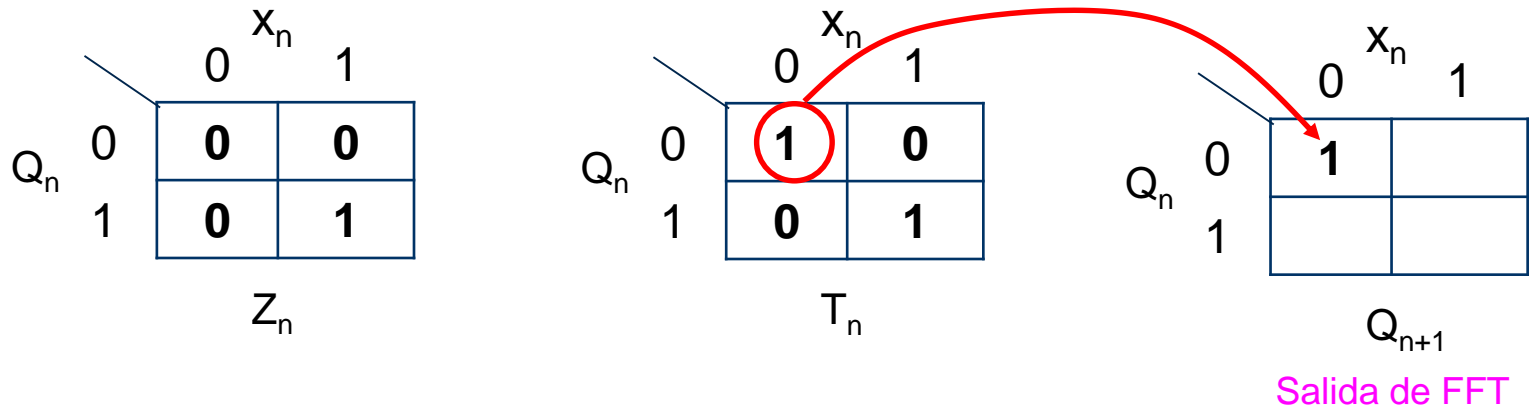
Si la entrada de FFT vale 1 y estoy en $Q_n=0 \rightarrow$ la salida en $n+1$ $Q_{n+1}=1$

FFT:

$$T_n = 1 \Rightarrow Q_{n+1} = \overline{Q_n}$$

$$T_n = 0 \Rightarrow Q_{n+1} = Q_n$$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K



Si la entrada de FFT vale 1 y estoy en $Q_n=0 \rightarrow$ la salida en $n+1$ $Q_{n+1}=1$

FFT:

$$\begin{aligned} T_n = 1 &\Rightarrow Q_{n+1} = \overline{Q_n} \\ T_n = 0 &\Rightarrow Q_{n+1} = Q_n \end{aligned}$$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K

		x_n	
		0	1
Q_n	0	0	0
	1	0	1
		z_n	

		x_n	
		0	1
Q_n	0	1	0
	1	0	1
		T_n	

		x_{n+1}	
		0	1
Q_n	0	1	
	1		
		Q_{n+1}	

Si la entrada de FFT vale 1 y estoy en $Q_n=0 \rightarrow$ la salida en $n+1$ $Q_{n+1}=1$

FFT:

$$T_n = 1 \Rightarrow Q_{n+1} = \overline{Q_n}$$

$$T_n = 0 \Rightarrow Q_{n+1} = Q_n$$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K

		x_n	
		0	1
Q_n	0	0	0
	1	0	1

z_n

		x_n	
		0	1
Q_n	0	1	0
	1	0	1

T_n

		x_n	
		0	1
Q_n	0	1	0
	1	1	0

Q_{n+1}



$$\begin{aligned} \text{FFT: } T_n = 1 &\Rightarrow Q_{n+1} = \overline{Q_n} \\ T_n = 0 &\Rightarrow Q_{n+1} = Q_n \end{aligned}$$

Deducción de la Tabla y el Diagrama de Estados mediante Mapas-K

		x_n	
		0	1
Q_n	0	0	0
	1	0	1

Z_n

		x_n	
		0	1
Q_n	0	1	0
	1	0	1

T_n

		x_n	
		0	1
Q_n	0	1	0
	1	1	0

Q_{n+1}



		x_n	
		0	1
Q_n	0	1/0	0/0
	1	1/0	0/1

Q_{n+1}/Z_n

Volviendo al Ej: Circuito Secuencial Mealy con FF-T.

- Secuencia de Entrada: 0 1 1 0 1 0 0 0
- $Y=0$ en $t=0$

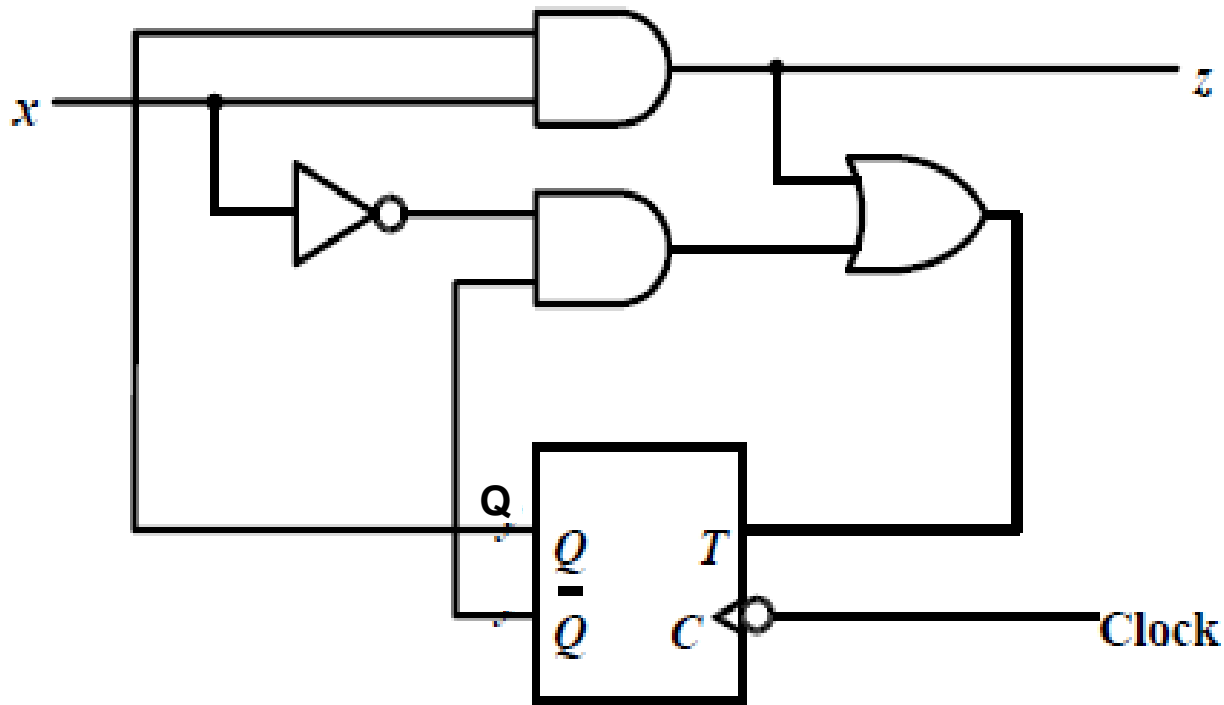
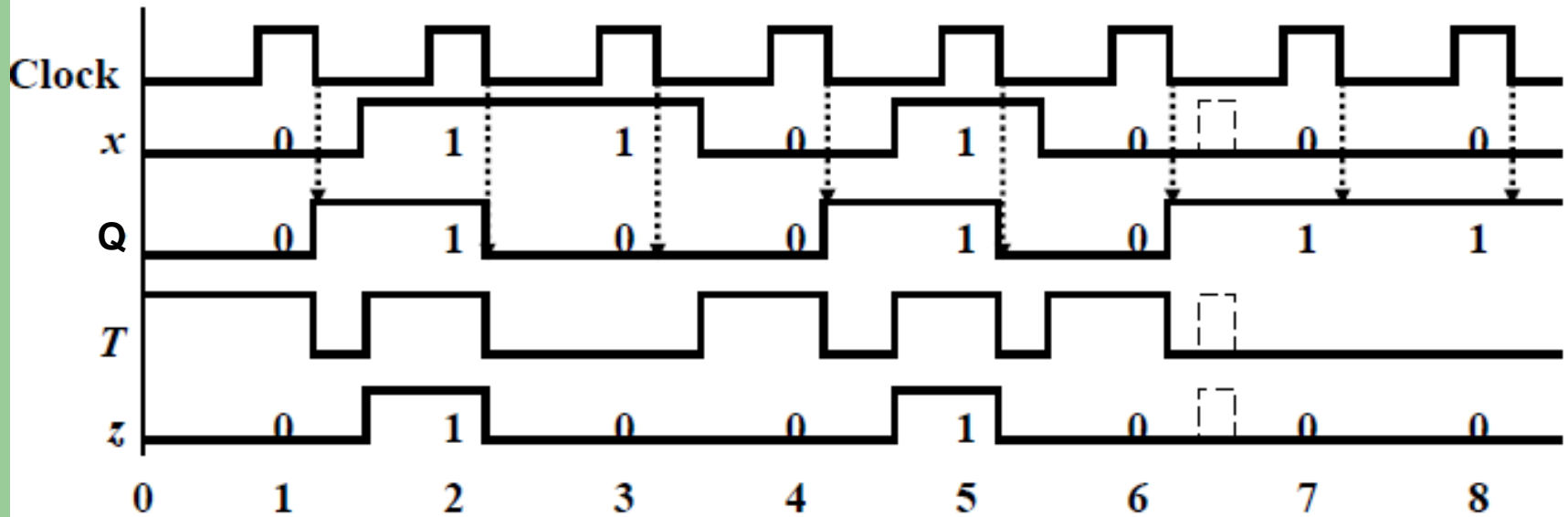
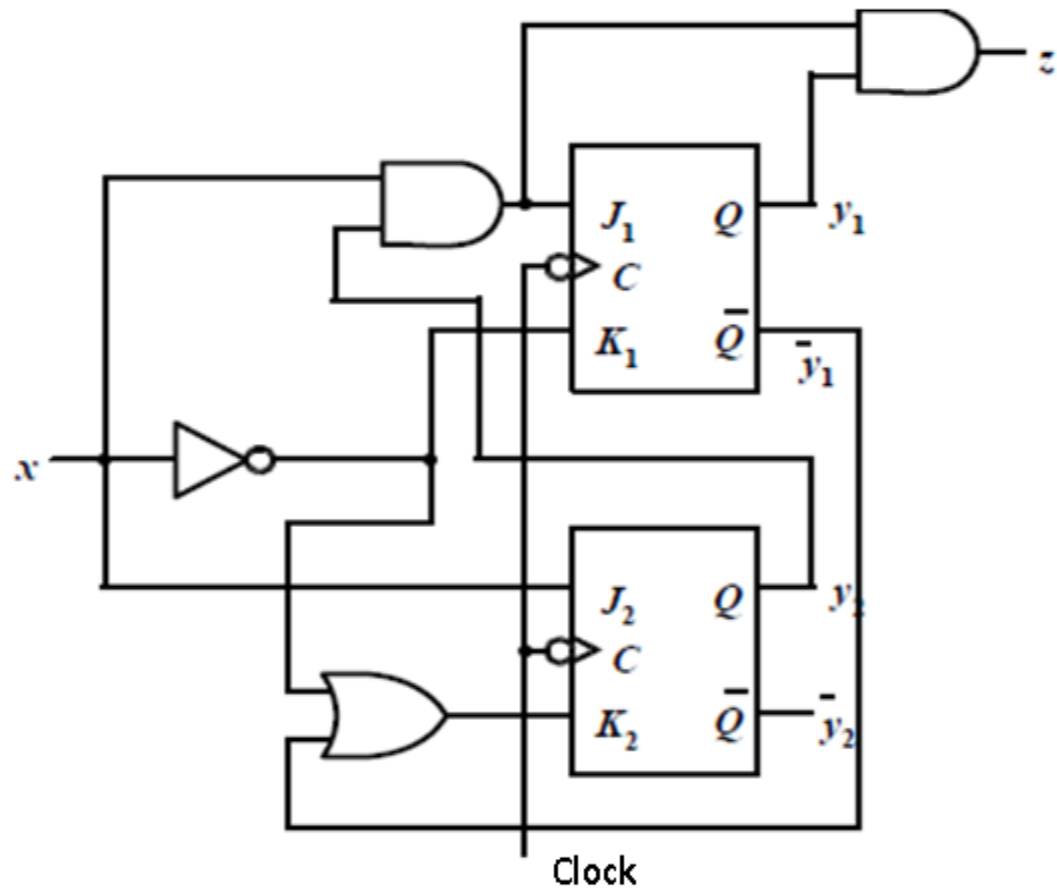


Diagrama de Tiempos

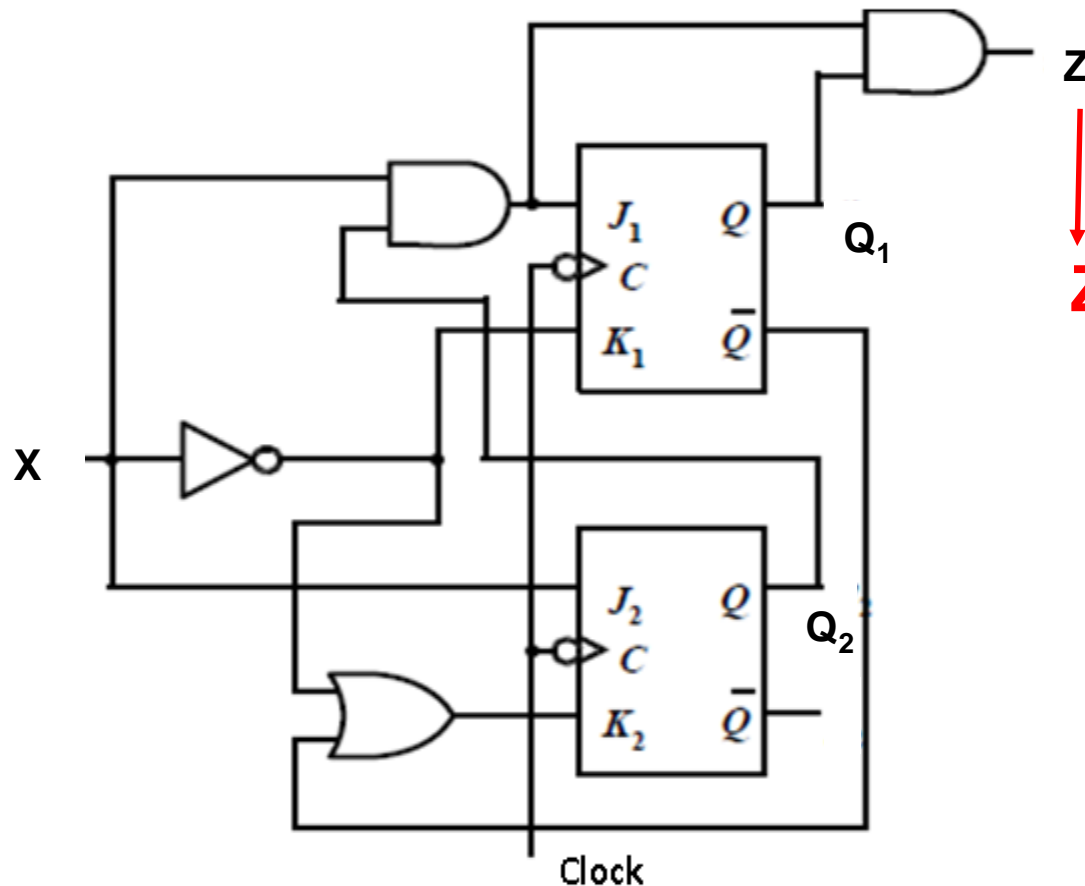


Ejemplo 3



Ejemplo 3

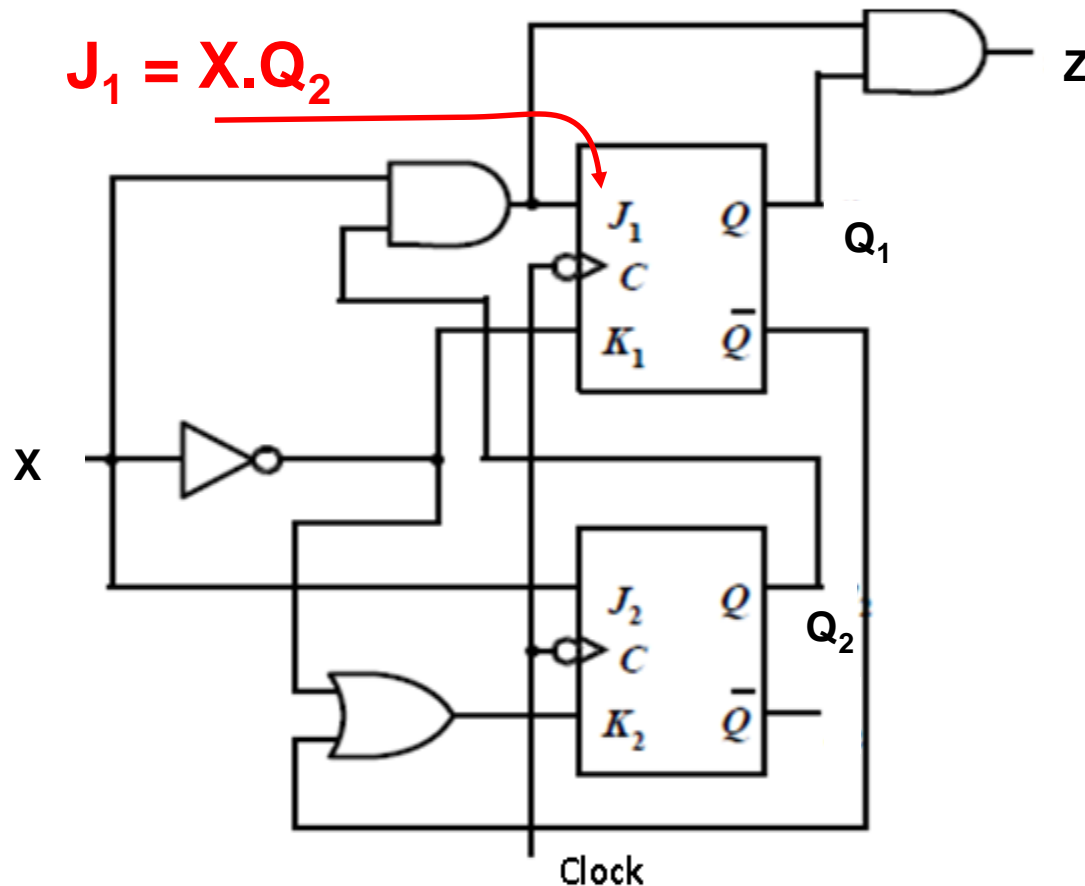
Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



$$Z = X \cdot Q_1 \cdot Q_2$$

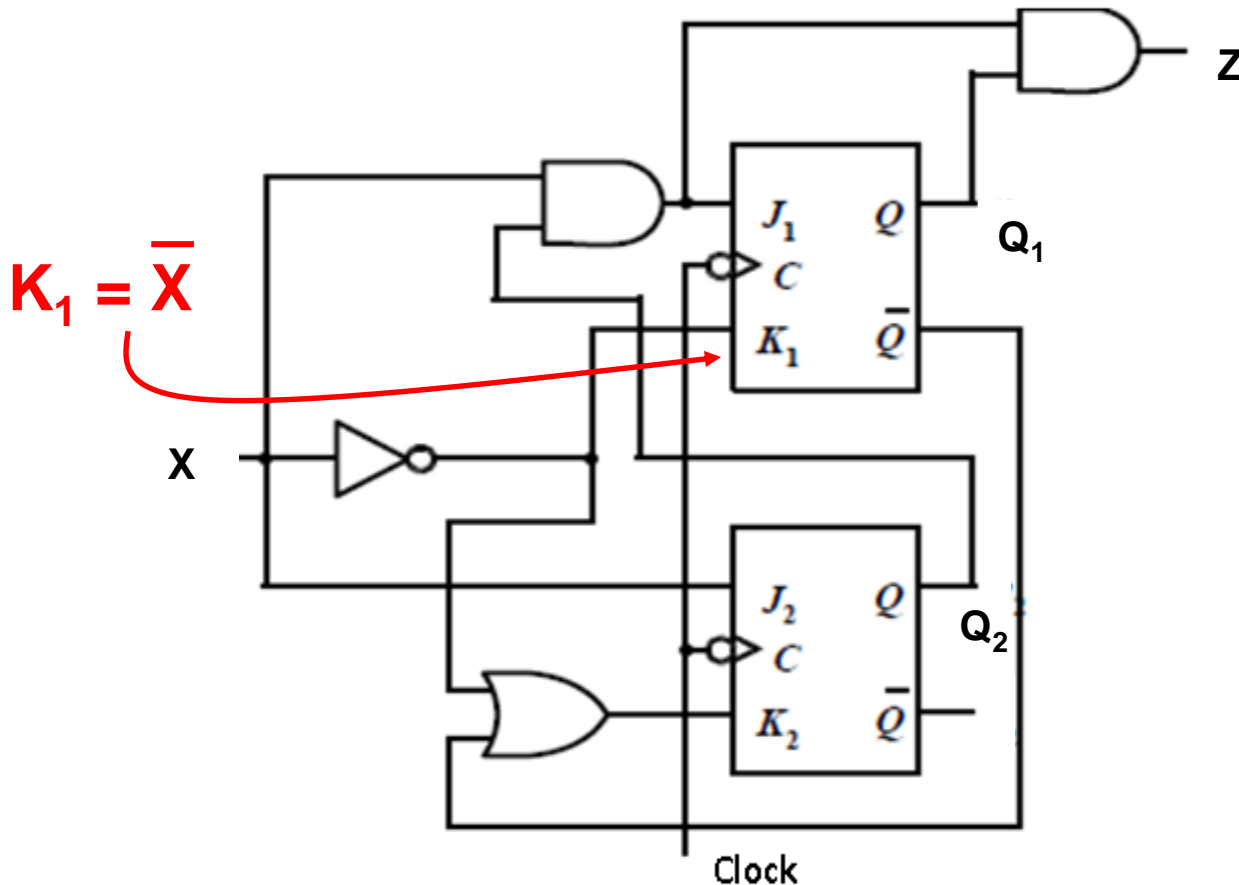
Ejemplo 3

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



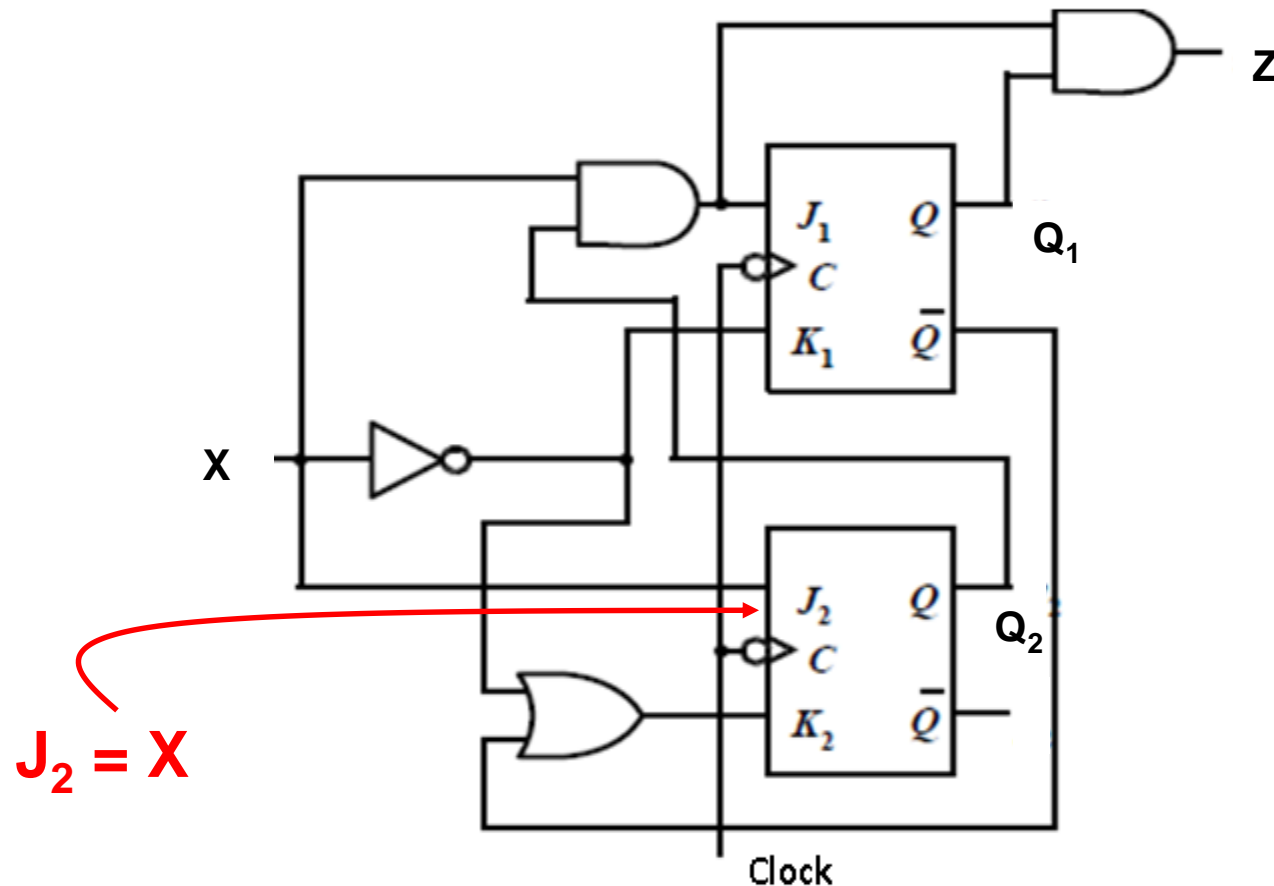
Ejemplo 3

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



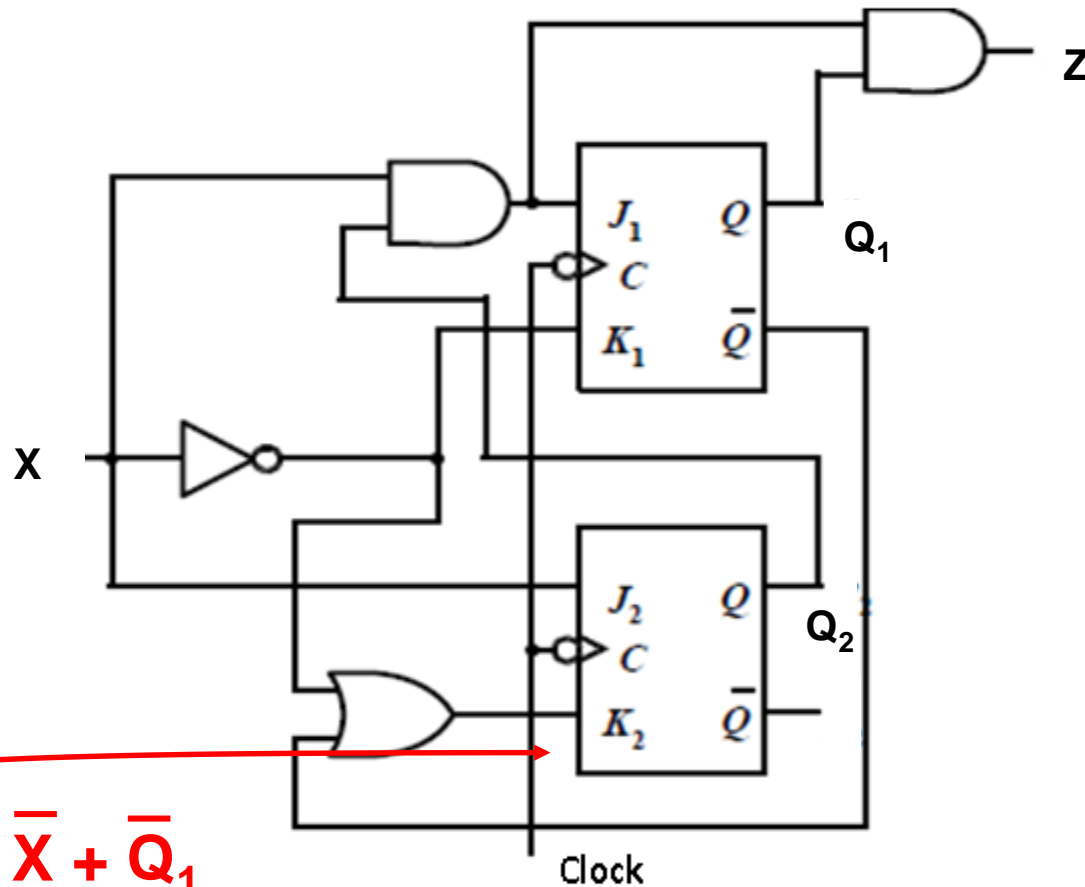
Ejemplo 3

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



Ejemplo 3

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.



Ejemplo 3

Paso 1) Ecuaciones de entrada de los FF y de salida del circuito.

$$Z = X.Q_1.Q_2$$

$$J_1 = X.Q_2$$

$$K_1 = \bar{X}$$

$$J_2 = X$$

$$K_2 = \bar{X} + \bar{Q}_1$$

Ejemplo 3

Paso 2) Ecuaciones del estado siguiente

$$Z = X \cdot Q_1 \cdot Q_2$$

$$J_1 = X \cdot Q_2$$

$$K_1 = \bar{X}$$

$$J_2 = X$$

$$K_2 = \bar{X} + \bar{Q}_1$$

$$\begin{aligned} & \left. \begin{array}{l} J_1 = X \cdot Q_2 \\ K_1 = \bar{X} \end{array} \right\} \Rightarrow Q_{1(n+1)} = \overset{J_1}{\underbrace{X_{(n)} \cdot Q_{2(n)}}} Q_{1(n)} + \overset{\bar{K}_1}{\underbrace{X_{(n)}}} \cdot Q_{1(n)} \\ & \left. \begin{array}{l} J_2 = X \\ K_2 = \bar{X} + \bar{Q}_1 \end{array} \right\} \Rightarrow Q_{2(n+1)} = \overset{J_2}{\underbrace{X_{(n)}}} \cdot Q_{2(n)} + \underbrace{(\bar{X}_{(n)} + \bar{Q}_{1(n)})}_{\bar{K}_2} \cdot Q_{2(n)} \end{aligned}$$

$$\text{FF JK} \Rightarrow Q_{(n+1)} = J_{(n)} \cdot Q_{(n)} + \bar{K}_{(n)} \cdot Q_{(n)}$$

Ejemplo 3

Paso 3) Tabla de estados/salida con Mapa K.

$$Z_{(n)} = X_{(n)} \cdot Q_{1(n)} \cdot Q_{2(n)}$$

$$Q_{1(n+1)} = X_{(n)} \cdot Q_{2(n)} \cdot Q_{1(n)} + X_{(n)} \cdot Q_{1(n)}$$

$$Q_{2(n+1)} = X_{(n)} \cdot Q_{2(n)} + \overline{(\overline{X}_{(n)} + \overline{Q}_{1(n)})} \cdot Q_{2(n)}$$

		$X_{(n)}$	
		0	1
$Q_{1(n)} \cdot Q_{2(n)}$	00	00/0	01/0
	01	00/0	10/0
	11	00/0	11/1
	10	00/0	11/0

$Q_{1(n+1)} Q_{2(n+1)} / Z_{(n)}$

Mapas K:

$Q_1 Q_2$		x	
		0	1
00		0	0
01		0	1
11		0	1
10		0	0

J_1

$Q_1 Q_2$		x	
		0	1
00		1	0
01		1	0
11		1	0
10		1	0

K_1

$Q_1 Q_2$		x	
		0	1
00		0	1
01		0	1
11		0	1
10		0	1

J_2

$Q_1 Q_2$		x	
		0	1
00		1	1
01		1	1
11		1	0
10		1	0

K_2

$Q_1 Q_2$		x	
		0	1
00		0	0
01		0	0
11		0	1
10		0	0

z

$$Z = X.Q_1.Q_2$$

$$J_1 = X.Q_2$$

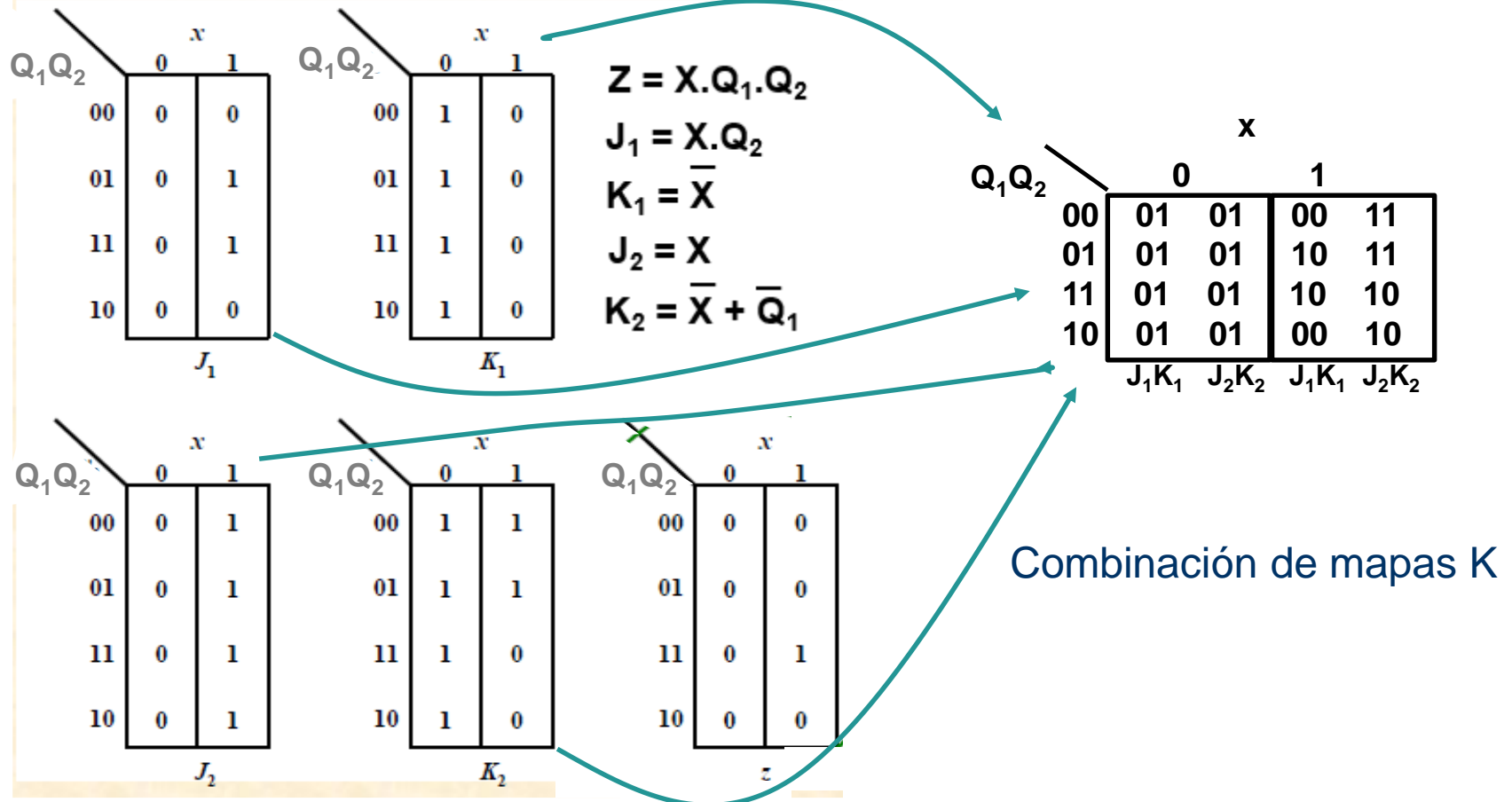
$$K_1 = \bar{X}$$

$$J_2 = X$$

$$K_2 = \bar{X} + \bar{Q}_1$$

Todo esto ocurre en el tiempo n

Mapas K:



Mapas K:

Conociendo el FF y sabiendo sus entradas puedo predecir qué ocurrirá en el tiempo $n+1$

$Q_1 Q_2$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

$Q_1(n) Q_2(n)$	0	1
00	01 01	00 11
01	01 01	10 11
11	01 01	10 10
10	01 01	00 10

$J_1(n) K_1(n) \quad J_2(n) K_2(n) \quad J_1(n) K_1(n) \quad J_2(n) K_2(n)$

$Q_1(n) Q_2(n)$	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	10/0
11	00/0	11/1
10	00/0	11/0

$Q_1(n+1) Q_2(n+1) / Z$

Tabla de Transiciones

Mapas K:

Conociendo el FF y sabiendo sus entradas puedo predecir qué ocurrirá en el tiempo $n+1$

$Q_1 Q_2$

	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

$J_1(n)=0$ y $K_1(n)=1$

$Q_1(n) Q_2(n)$

	0	1
00	01	00 11
01	01 01	10 11
11	01 01	10 10
10	01 01	00 10

$J_1(n)K_1(n) \quad J_2(n)K_2(n) \quad J_1(n)K_1(n) \quad J_2(n)K_2(n)$

$Q_1(n) Q_2(n)$

	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	10/0
11	00/0	11/1
10	00/0	11/0

$Q_1(n+1) Q_2(n+1) / Z$

Tabla de Transiciones

Mapas K:

Conociendo el FF y sabiendo sus entradas puedo predecir qué ocurrirá en el tiempo $n+1$

$Q_1 Q_2$	x	
	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

	x			
	0		1	
$Q_{1(n)} Q_{2(n)}$	00	01	00	11
	01	01	10	11
	11	01	10	10
	10	01	00	10
	$J_{1(n)} K_{1(n)}$	$J_{2(n)} K_{2(n)}$	$J_{1(n)} K_{1(n)}$	$J_{2(n)} K_{2(n)}$

	x	
	0	1
$Q_{1(n)} Q_{2(n)}$	00/0	01/0
	00/0	10/0
	00/0	11/1
	00/0	11/0
	$Q_{1(n+1)} Q_{2(n+1)} / Z$	

$Q_1(n+1)=0$

Tabla de Transiciones

Mapas K:

Conociendo el FF y sabiendo sus entradas puedo predecir qué ocurrirá en el tiempo $n+1$

$Q_1 Q_2$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

$Q_1(n)=0$

	x	
	0	1
$Q_1(n)Q_2(n)$	01	00 11
00	01	10 11
01	01	10 10
11	01	00 10
10	01	

$J_{1(n)}K_{1(n)}$ $J_{2(n)}K_{2(n)}$ $J_{1(n)}K_{1(n)}$ $J_{2(n)}K_{2(n)}$

	x	
	0	1
$Q_1(n)Q_2(n)$	00/0	01/0
00	00/0	10/0
01	00/0	11/1
11	00/0	11/0

$Q_{1(n+1)}Q_{2(n+1)} / Z$

Tabla de Transiciones

Mapas K:

$Q_1 \backslash Q_2$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

$Q_1 \backslash Q_2$		x			
		0		1	
00	01	01	00	11	
01	01	01	10	11	
11	01	01	10	10	
10	01	01	00	10	
		$J_1 K_1$	$J_2 K_2$	$J_1 K_1$	$J_2 K_2$

$Q_1 \backslash Q_2$		x	
		0	1
00	0	01/0	
00	0	10/0	
00	0	11/1	
00	0	11/0	

$Q_1 Q_2 / Z$

Tabla de Transiciones

Mapas K:

$Q_1Q_2 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	0

$Q_1Q_2 \backslash x$	0	1
00	01 01	00 11
01	01 01	10 11
11	01 01	10 10
10	01 01	00 10
	$J_1K_1 \quad J_2K_2$	$J_1K_1 \quad J_2K_2$

$Q_1Q_2 \backslash x$	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	10/0
11	00/0	11/1
10	00/0	11/0

Q_1Q_2 / Z

Tabla de Transiciones

Mapas K:

	0		1	
00	01	01	00	11
01	01	01	10	11
11	01	01	10	10
10	01	01	00	10
	J_1K_1	J_2K_2	J_1K_1	J_2K_2

Q_1Q_2		x	
		0	1
00		0	0
01		0	1
11		0	1
10		0	0

J_1

Q_1Q_2		x	
		0	1
00		1	0
01		1	0
11		1	0
10		1	0

K_1

$$z = x \cdot y_1 \cdot y_2$$

$$J_1 = x \cdot y_2$$

$$K_1 = \bar{x}$$

$$J_2 = x$$

$$K_2 = \bar{x} + \bar{y}_1$$

Q_1Q_2		x	
		0	1
00		0	1
01		0	1
11		0	1
10		0	1

J_2

Q_1Q_2		x	
		0	1
00		1	1
01		1	1
11		1	0
10		1	0

K_2

Q_1Q_2		x	
		0	1
00		0	0
01		0	0
11		0	1
10		0	0

z

Q_1Q_2		0		1	
		01	01	00	11
00		01	01	00	11
01		01	01	10	11
11		01	01	10	10
10		01	01	00	10
		J_1K_1	J_2K_2	J_1K_1	J_2K_2

Combinación de Mapas-K

Q_1Q_2		x	
		0	1
00		00/0	01/0
01		00/0	10/0
11		00/0	11/1
10		00/0	11/0

Tabla de Estados

Otro Ejemplo:

- Secuencia de entrada $x = 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0$
- $Q_1(0)Q_2(0)=10$ en $t=0$

