

Lógica Secuencial Sincrónica

- Circuitos Secuenciales

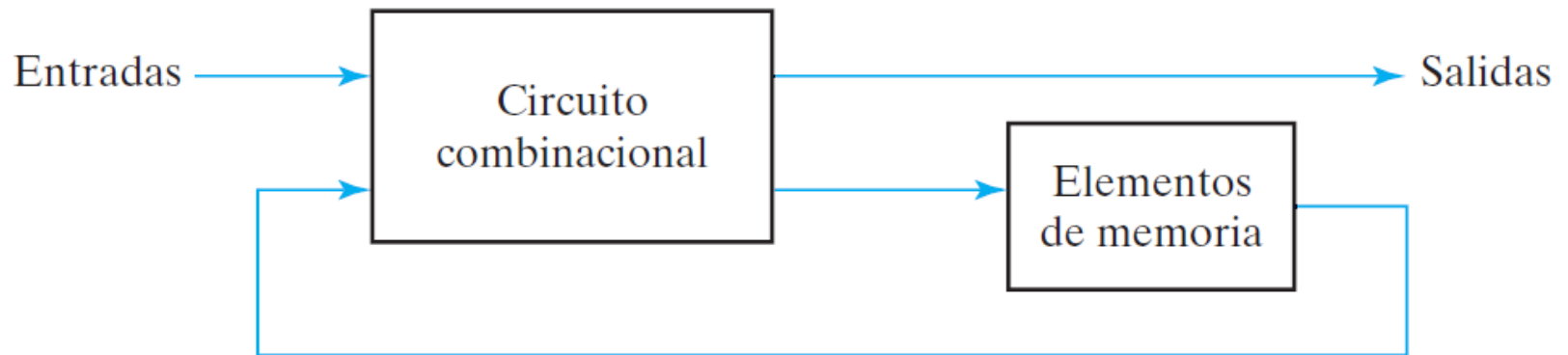
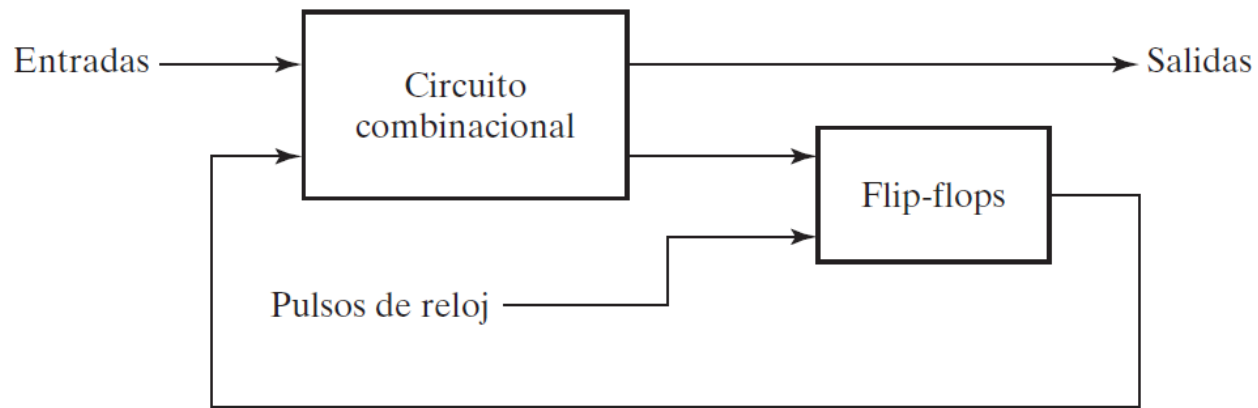


FIGURA 5-1

Diagrama de bloques de un circuito secuencial

Lógica Secuencial Sincrónica

- Circuitos Secuenciales Sincrónicos



a) Diagrama de bloques



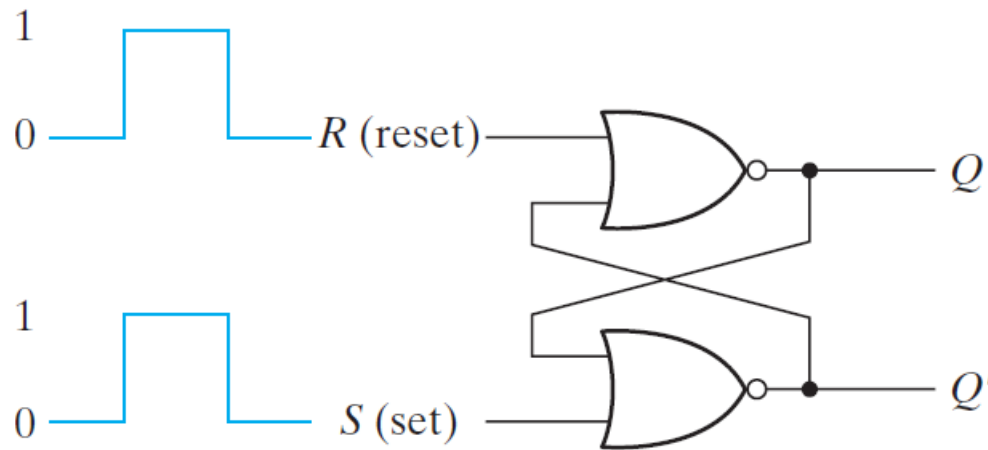
b) Diagrama de temporización de los pulsos de reloj

FIGURA 5-2

Circuito secuencial síncrono con reloj

Latches

- Latch S-R



a) Diagrama lógico

S	R	Q	Q'
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	0	0

(Después de $S = 1, R = 0$)

(Después de $S = 0, R = 1$)

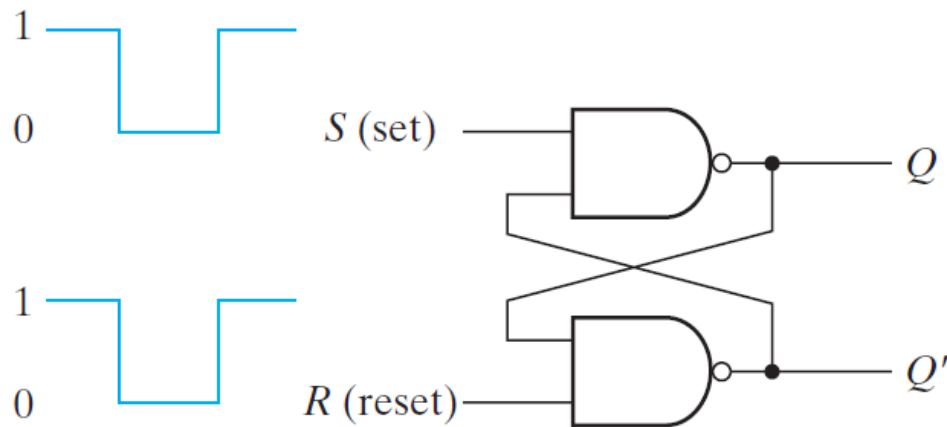
b) Tabla de función

FIGURA 5-3

Latch SR con compuertas NOR

Latches

- Latch S' - R'



S	R	Q	Q'
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

(Después de $S = 1, R = 0$)

(Después de $S = 0, R = 1$)

a) Diagrama lógico

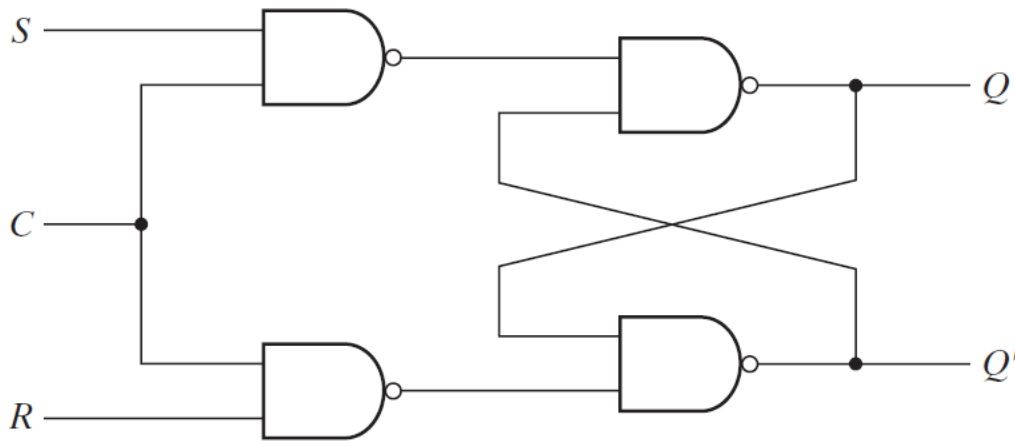
b) Tabla de función

FIGURA 5-4

Latch SR con compuertas NAND

Latches

- Latch S' - R' con Control



a) Diagrama lógico

C	S	R	Siguiente estado de Q
0	X	X	Sin cambio
1	0	0	Sin cambio
1	0	1	$Q = 0$; estado restablecido
1	1	0	$Q = 1$; estado establecido
1	1	1	Indeterminado

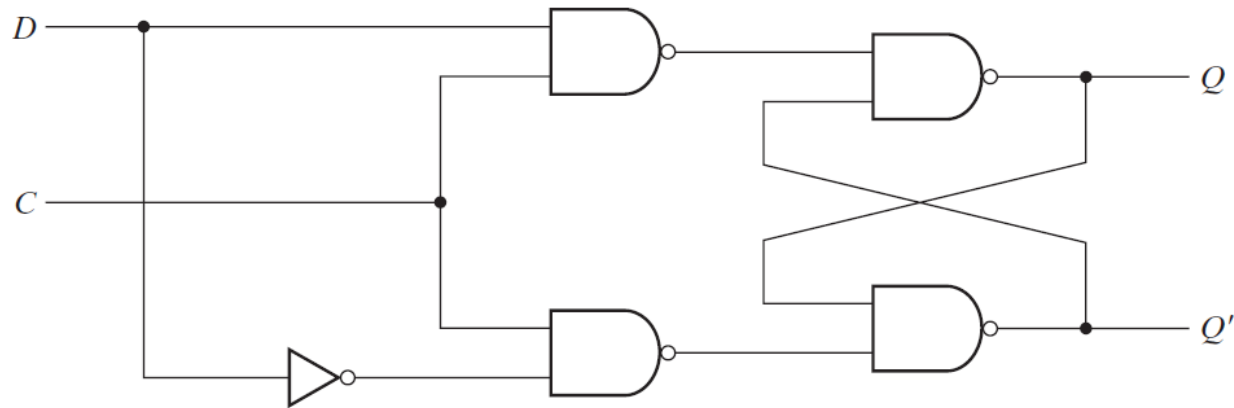
b) Tabla de función

FIGURA 5-5

Latch SR con entrada de control

Latches

- Latch D



a) Diagrama lógico

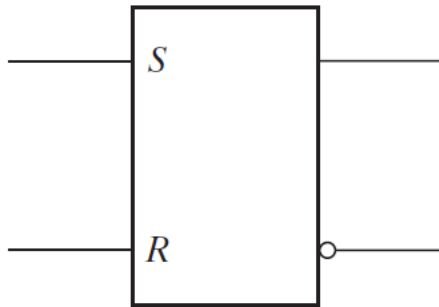
C	D	Siguiente estado de Q
0	X	Sin cambio
1	0	$Q = 0$; estado restablecido
1	1	$Q = 1$; estado establecido

b) Tabla de función

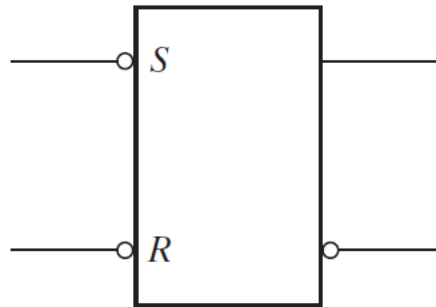
FIGURA 5-6
Latch D

Latches

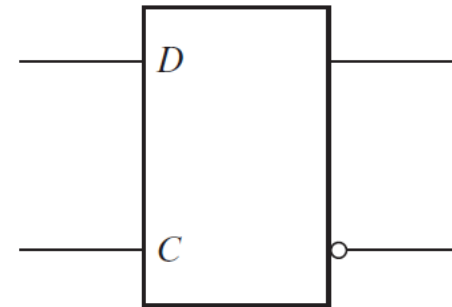
- Símbolos Gráficos



SR



\overline{SR}



D

FIGURA 5-7

Símbolos gráficos de latches

Flip-Flops

- Sensibilidad a niveles y a flancos



a) Respuesta al nivel positivo



b) Respuesta al borde positivo



c) Respuesta al borde negativo

FIGURA 5-8

Respuesta al reloj en un latch y un flip-flop

Flip-Flops

- Flip Flop D Maestro Esclavo

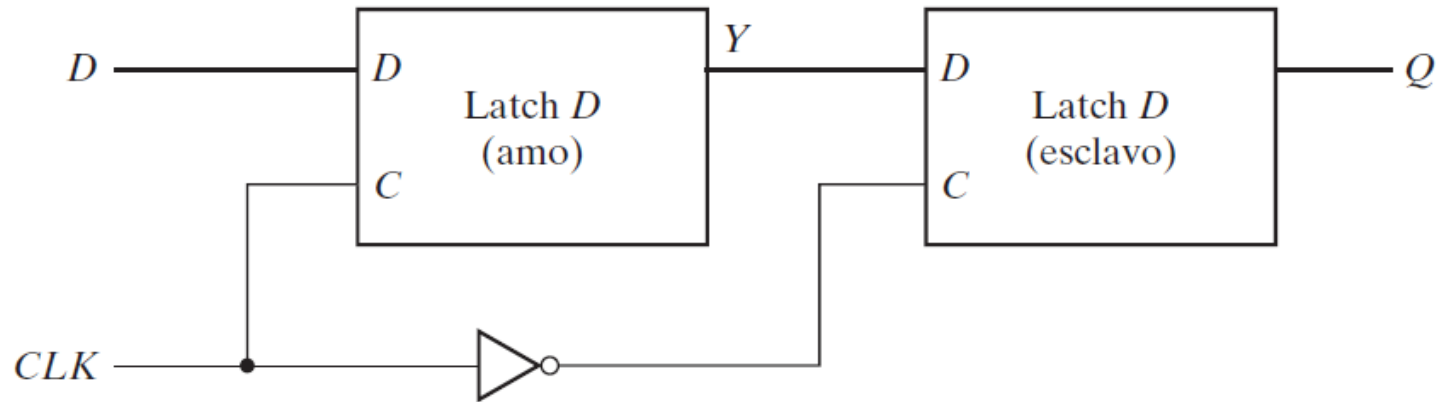


FIGURA 5-9

Flip-flop D amo-esclavo

Flip-Flops

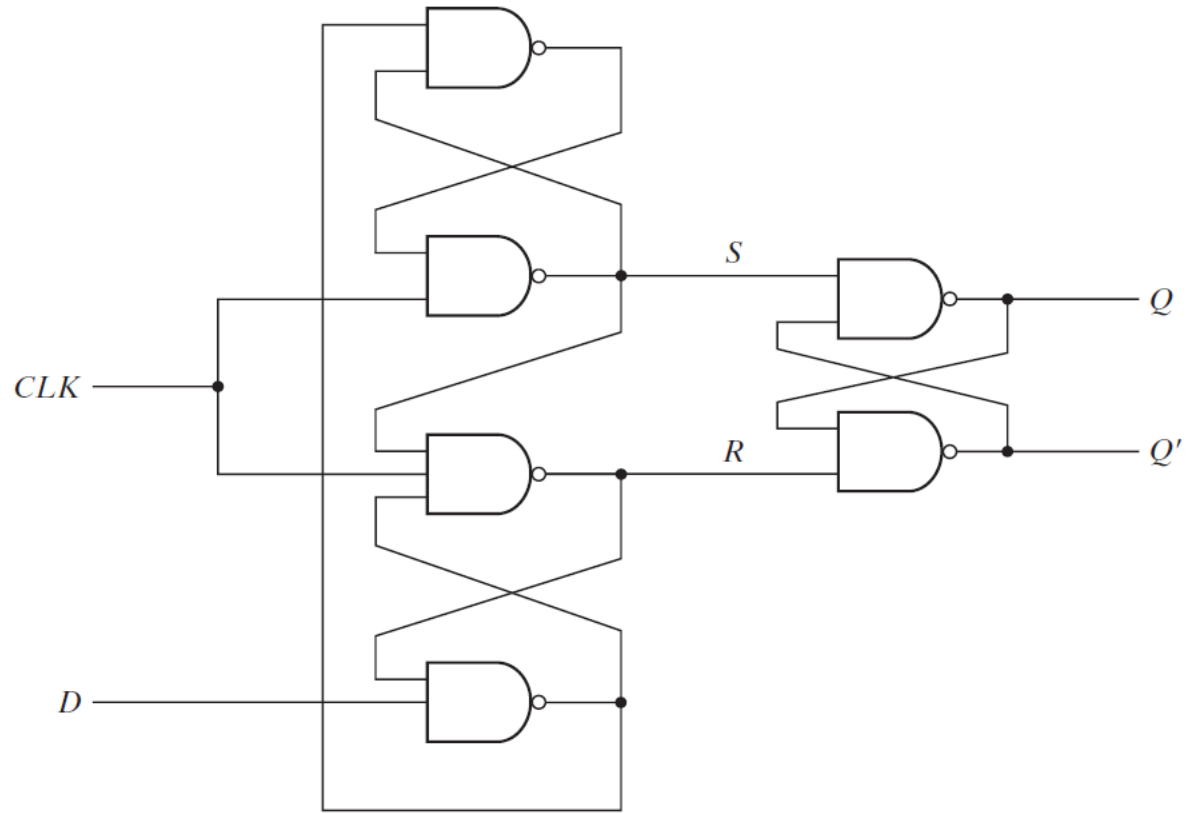
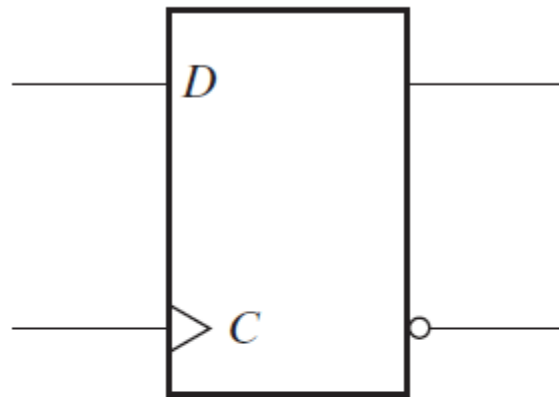


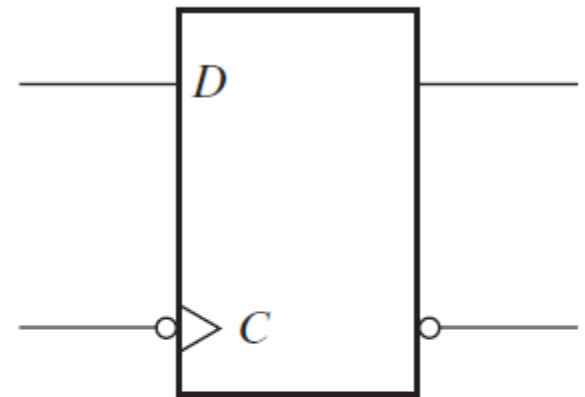
FIGURA 5-10

Flip-flop tipo D disparado por borde positivo

Flip-Flops



a) Borde positivo



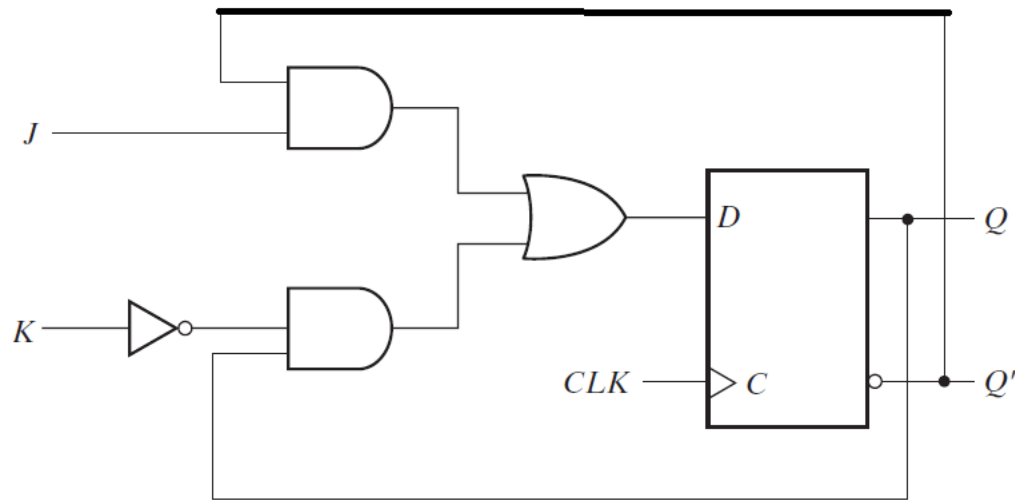
b) Borde negativo

FIGURA 5-11

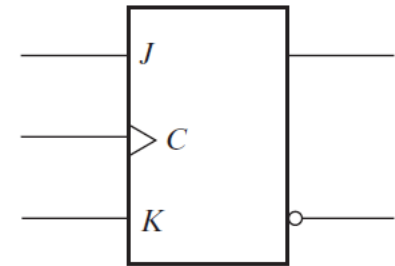
Símbolo gráfico para el flip-flop D disparado por borde

Flip-Flops

- Flip Flop J-k



a) Diagrama de circuito



b) Símbolo gráfico

FIGURA 5-12
Flip-Flop JK

$$D = JQ' + K'Q$$

Flip-Flops

- Flip Flop T

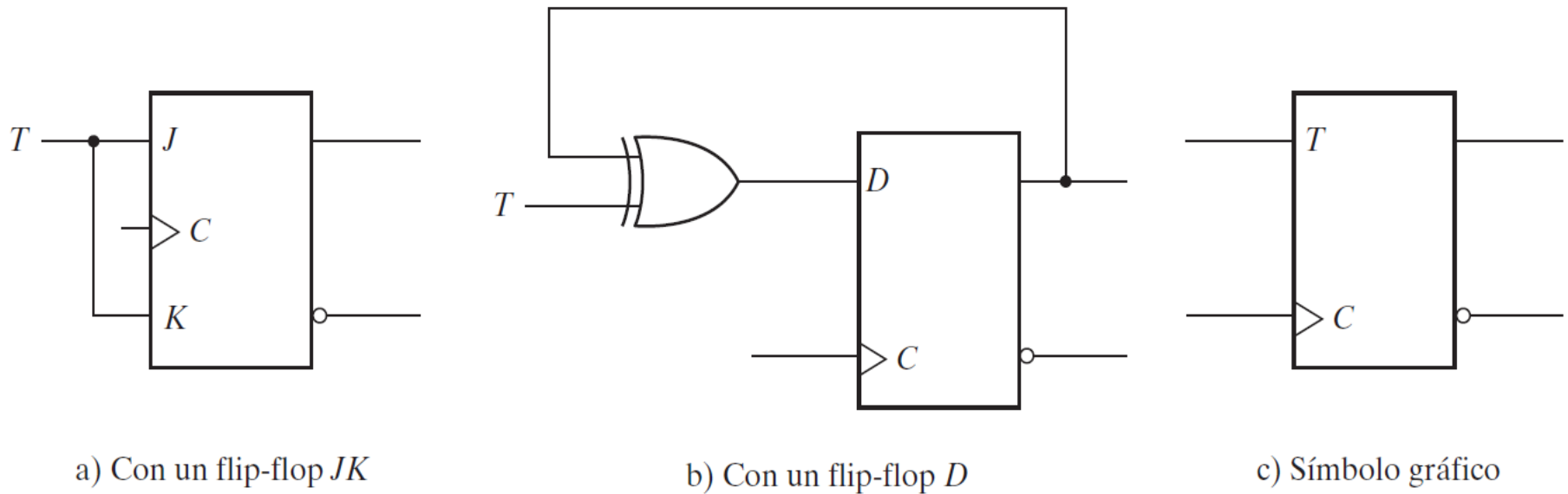


FIGURA 5-13
Flip-Flop T

$$D = T \oplus Q = TQ' + T'Q$$

Flip-Flops

- Tablas de Transición

Tabla 5-1

Tablas características de flip-flops

Flip-Flop JK			
J	K	$Q(t + 1)$	
0	0	$Q(t)$	Sin cambio
0	1	0	Restablecer
1	0	1	Establecer
1	1	$Q'(t)$	Complementar

Flip-Flop D		
D	$Q(t + 1)$	
0	0	Restablecer
1	1	Establecer

Flip-Flop T		
T	$Q(t + 1)$	
0	$Q(t)$	Sin cambio
1	$Q'(t)$	Complementar

Flip-Flops

- Ecuación Característica Flip Flop D

$$Q(t + 1) = D$$

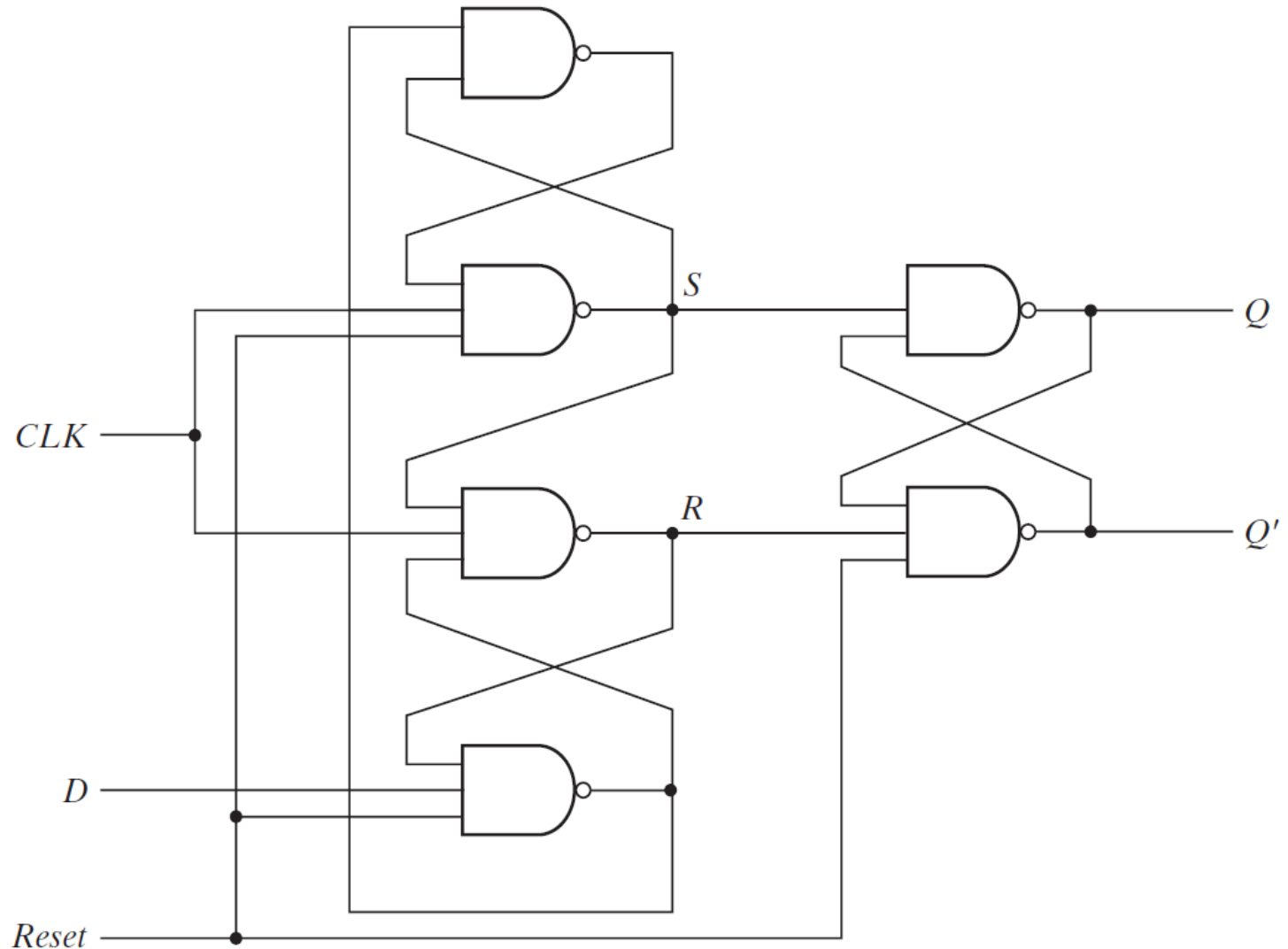
- Ecuación Característica Flip Flop J-k

$$Q(t + 1) = JQ' + K'Q$$

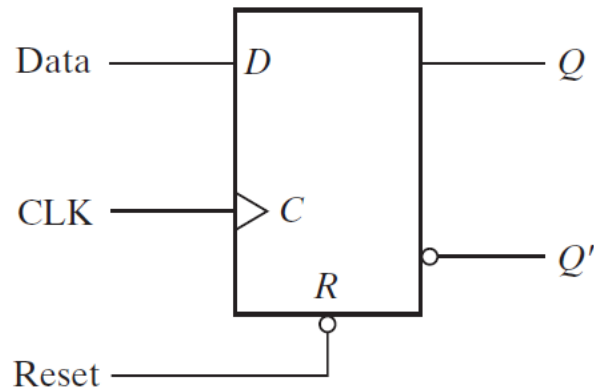
- Ecuación Característica Flip Flop T

$$Q(t + 1) = T \oplus Q = TQ' + T'Q$$

Flip-Flops con Reset asíncrono



Flip-Flops con Reset asíncrono



b) Símbolo gráfico

R	C	D	Q	Q'
0	X	X	0	1
1	\uparrow	0	0	1
1	\uparrow	1	1	0

c) Tabla de función

FIGURA 5-14

Flip-flop D con restablecimiento asincrónico

Análisis de Circuitos Secuenciales

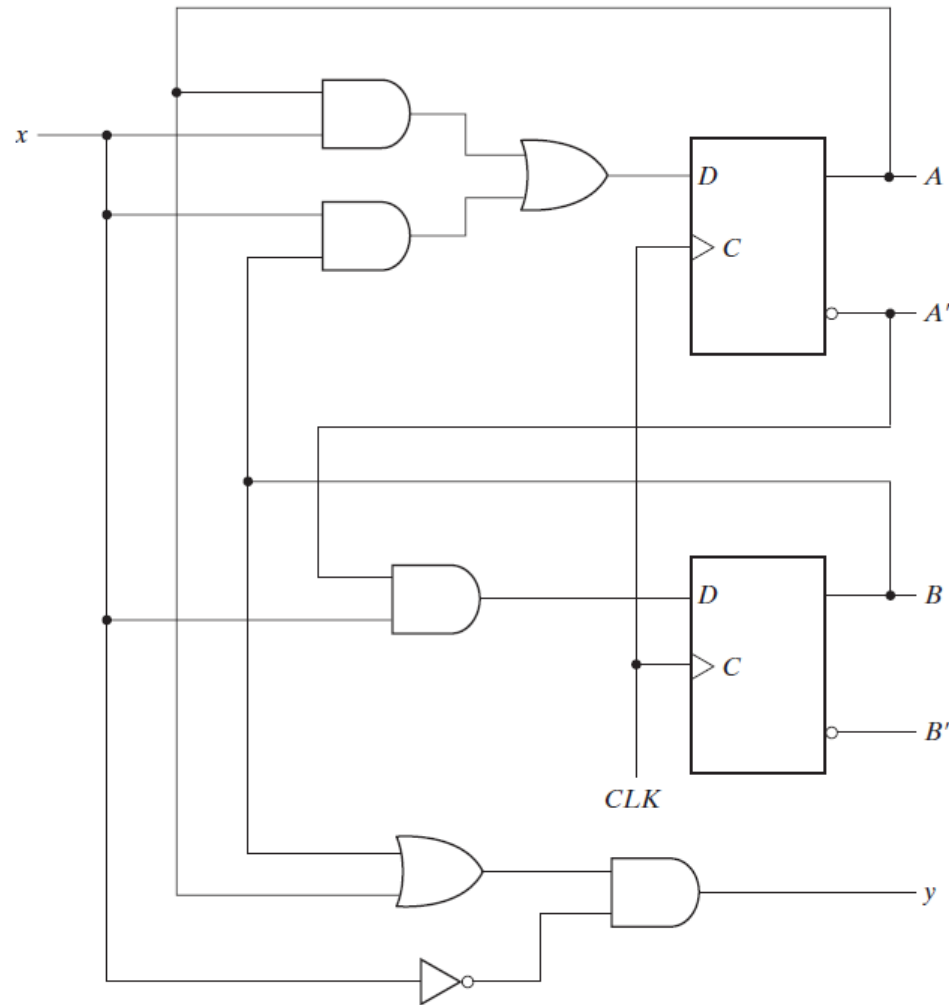


FIGURA 5-15
Ejemplo de circuito secuencial

Análisis de Circuitos Secuenciales

$$A(t + 1) = A(t)x(t) + B(t)x(t)$$

$$B(t + 1) = A'(t)x(t)$$

$$A(t + 1) = Ax + Bx$$

$$B(t + 1) = A'x$$

$$y(t) = [A(t) + B(t)]x'(t)$$

$$y = (A + B)x'$$

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Tabla de Estados

Tabla 5-2

Tabla de estados para el circuito de la figura 5-15

Estado actual		Entrada	Siguiete estado		Salida
A	B		A	B	
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Tabla de Estados

Tabla 5-3

Segunda forma de la tabla de estados

Estado actual	Siguiente estado		Salida	
	$x = \mathbf{0}$	$x = \mathbf{1}$	$x = \mathbf{0}$	$x = \mathbf{1}$
<i>AB</i>	<i>AB</i>	<i>AB</i>	<i>y</i>	<i>y</i>
00	00	01	0	0
01	00	11	1	0
10	00	10	1	0
11	00	10	1	0

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Diagrama de Estados

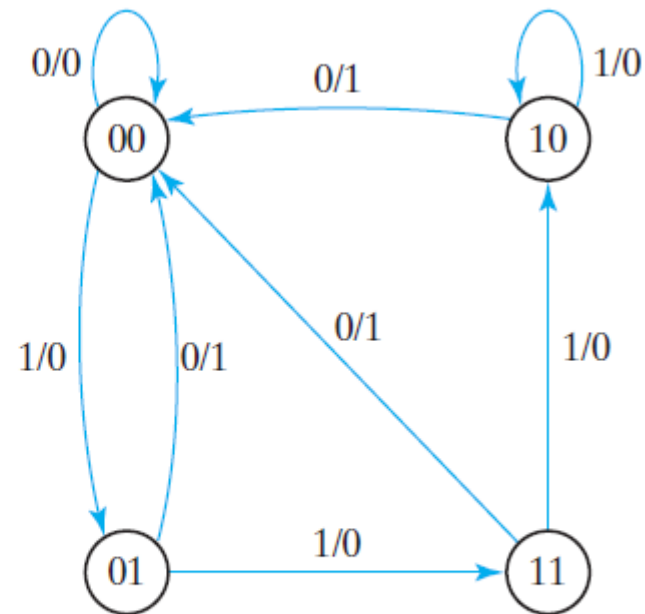


FIGURA 5-16

Diagrama de estados del circuito de la figura 5-15

Análisis de Circuitos Secuenciales

- Ecuaciones de Estado y Ecuación de Salida

$$D_A = Ax + Bx$$

$$D_B = A'x$$

$$y = (A + B)x'$$

$$D: Q(t + 1) = D_Q.$$