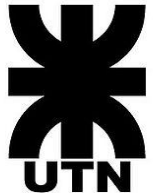


SISTEMAS SECUENCIALES

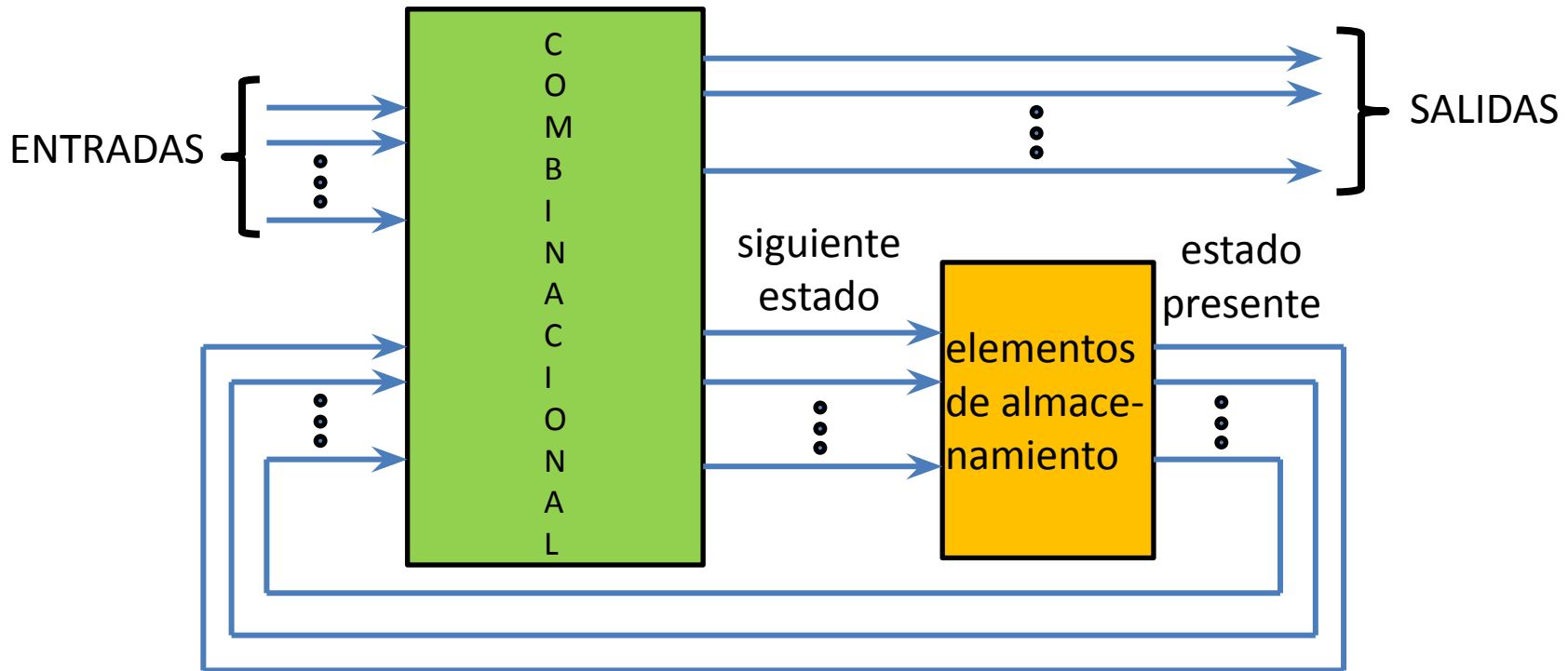
Técnicas Digitales I

Luis Eduardo Toledo



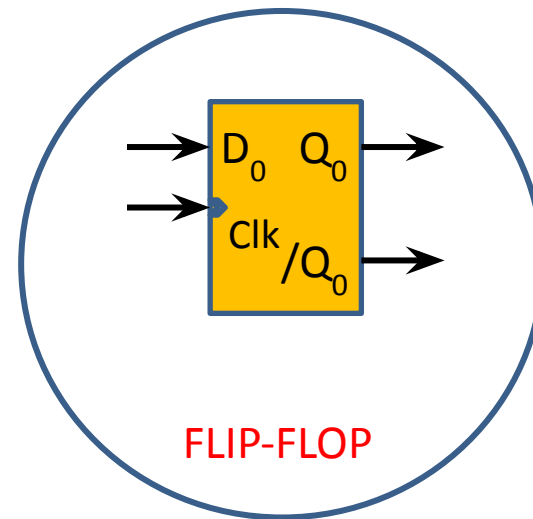
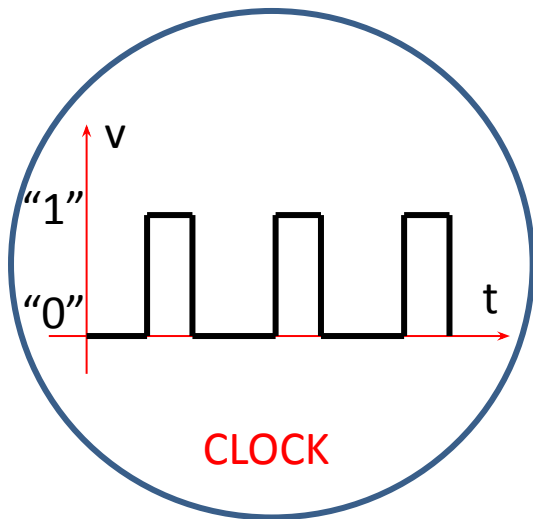
SISTEMAS SECUENCIALES

En un sistema secuencial, las salidas no dependen únicamente de las entradas sino también de los estados internos.



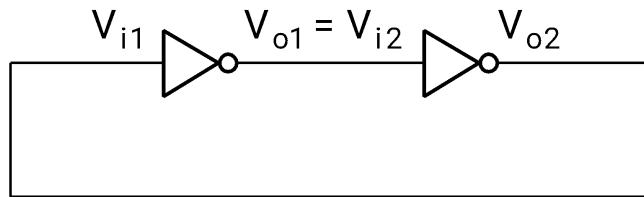
SISTEMAS SECUENCIALES

En un sistema secuencial, las salidas no dependen únicamente de las entradas sino también de los estados internos. Introduce dos conceptos: **Tiempo** y **Memoria**.

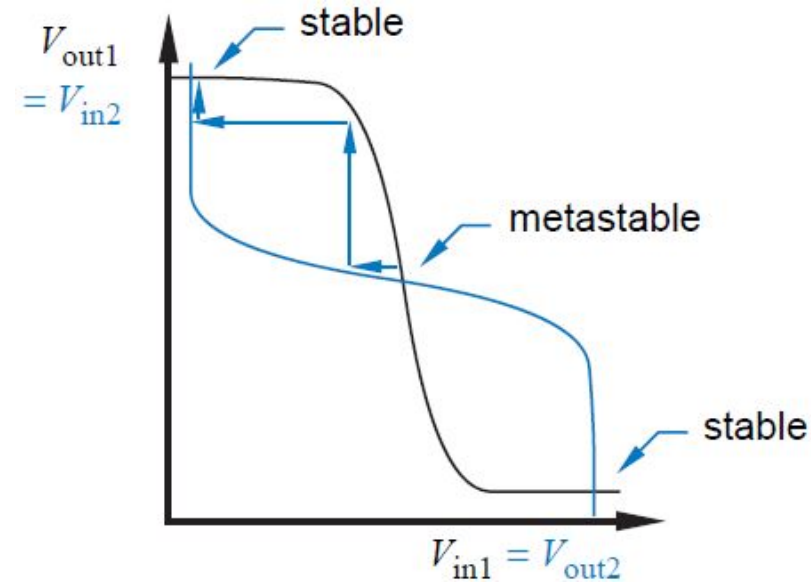
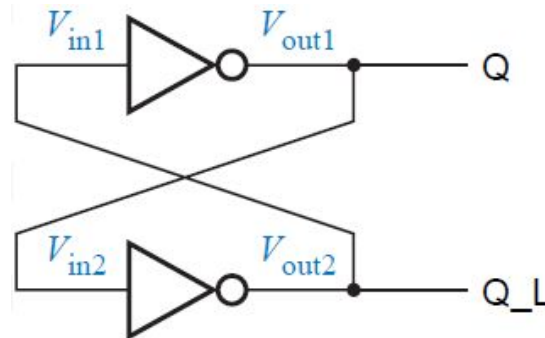


BIESTABLES

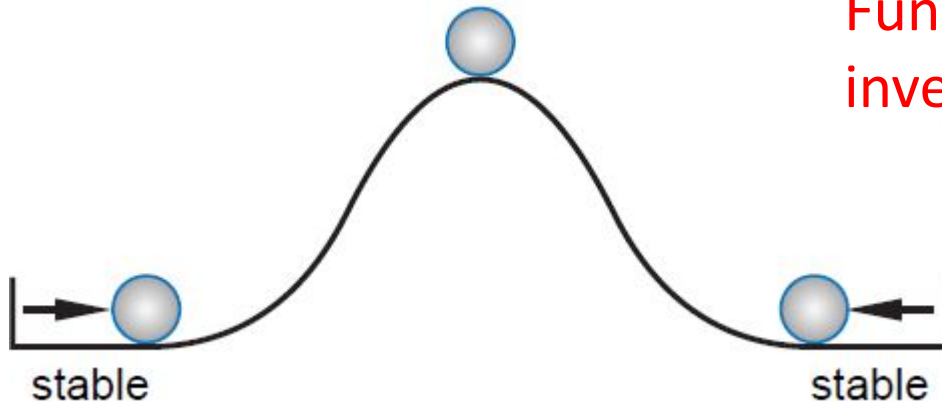
Par de inversores formando un elemento biestable.



$$V_{o2} = V_{i1}$$



metastable



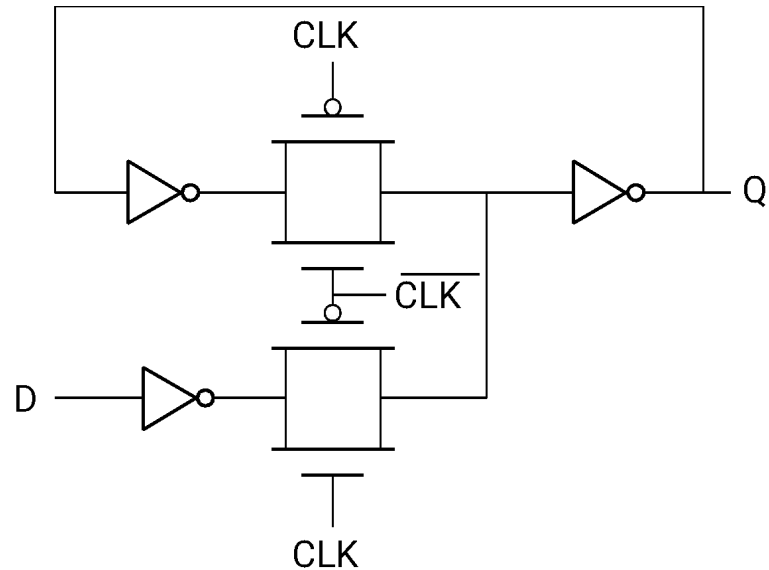
Función de transferencia de inversores en un bucle realimentado.

Analogía para la conducta metaestable

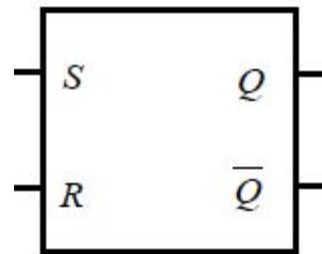
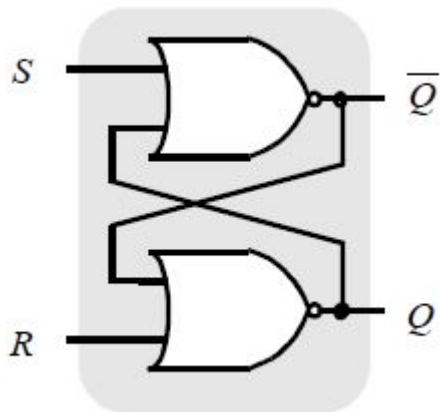
BIESTABLE SENSIBLE A NIVEL: LATCH

¿Como cambiar el valor almacenado en un elemento biestable?

a) Cortando el lazo de realimentación



b) Ganando el control del lazo de realimentación



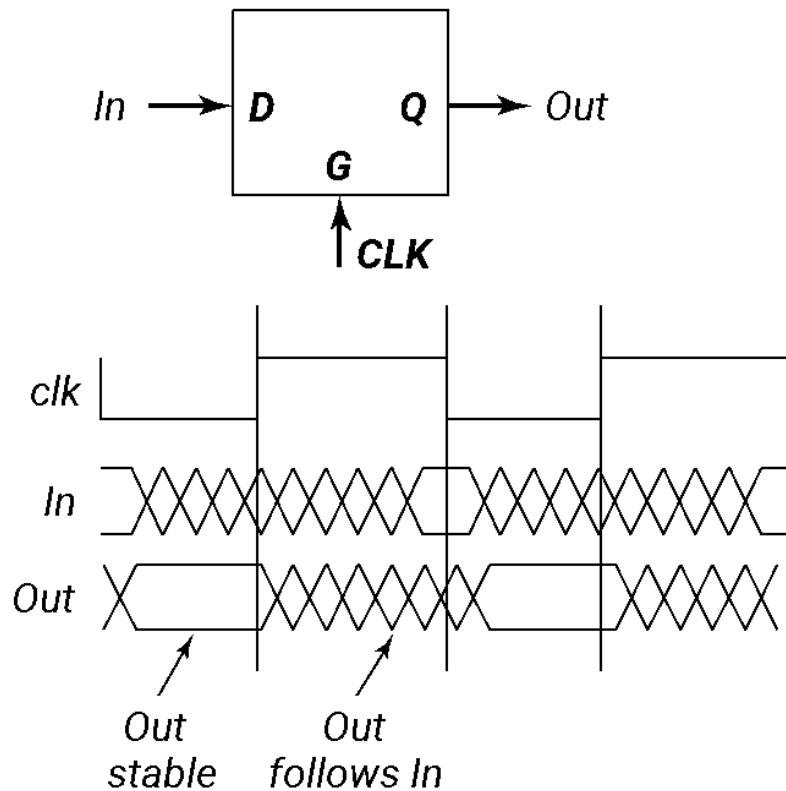
S	R	Q	\bar{Q}
0	0	Q	\bar{Q}
1	0	1	0
0	1	0	1
1	1	0	0

estado prohibido

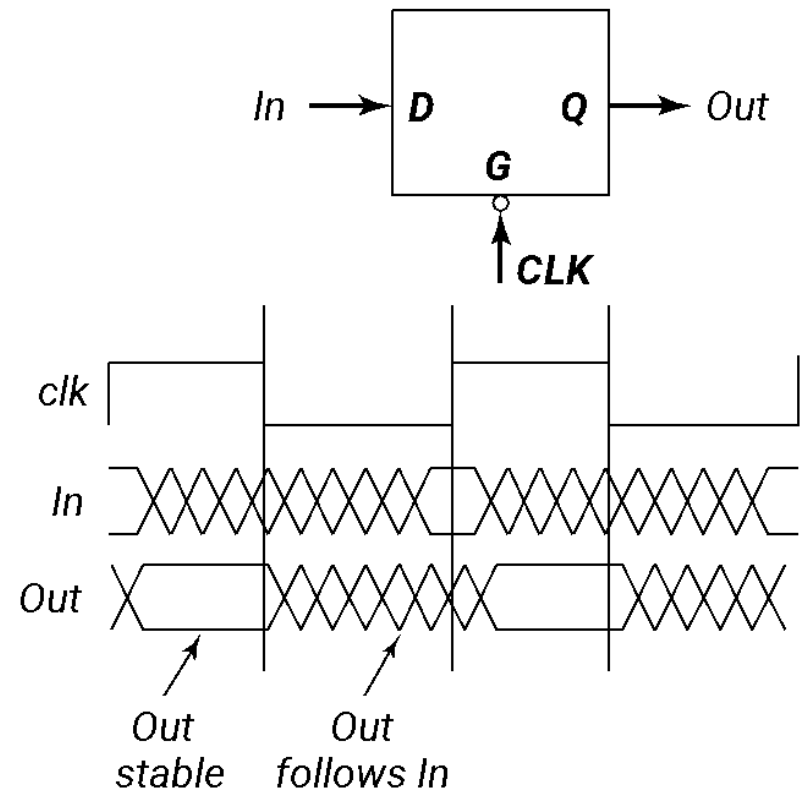
BIESTABLE SENSIBLE A NIVEL: LATCH

Símbolo y formas de onda de un latch.

Positive Latch



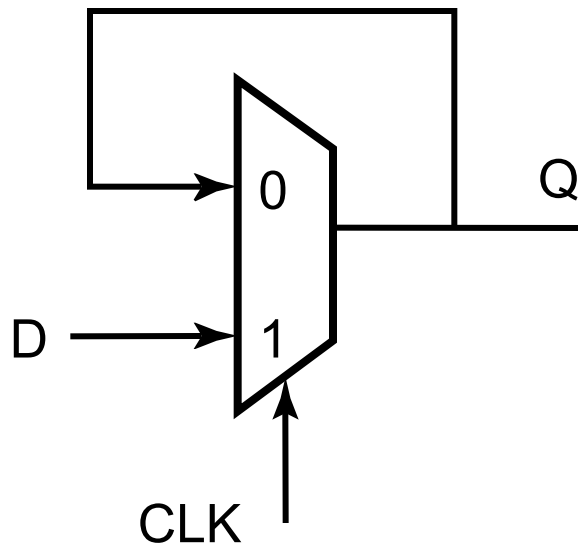
Negative Latch



LATCH BASADO EN MULTIPLEXOR

Latch positivo

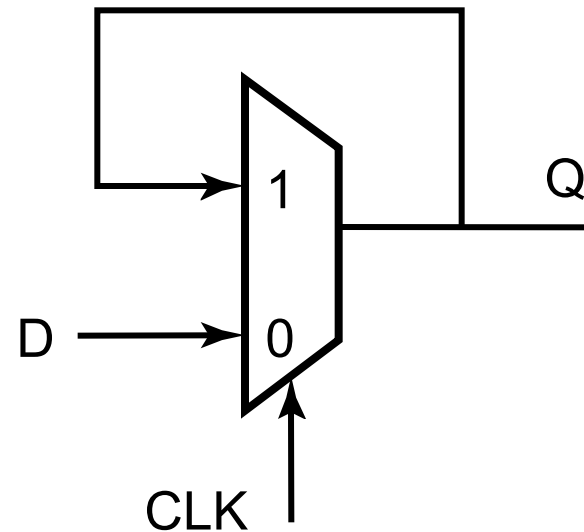
Transparente cuando CLK=1.



$$Q = \overline{Clk} \cdot Q + Clk \cdot In$$

Latch negativo

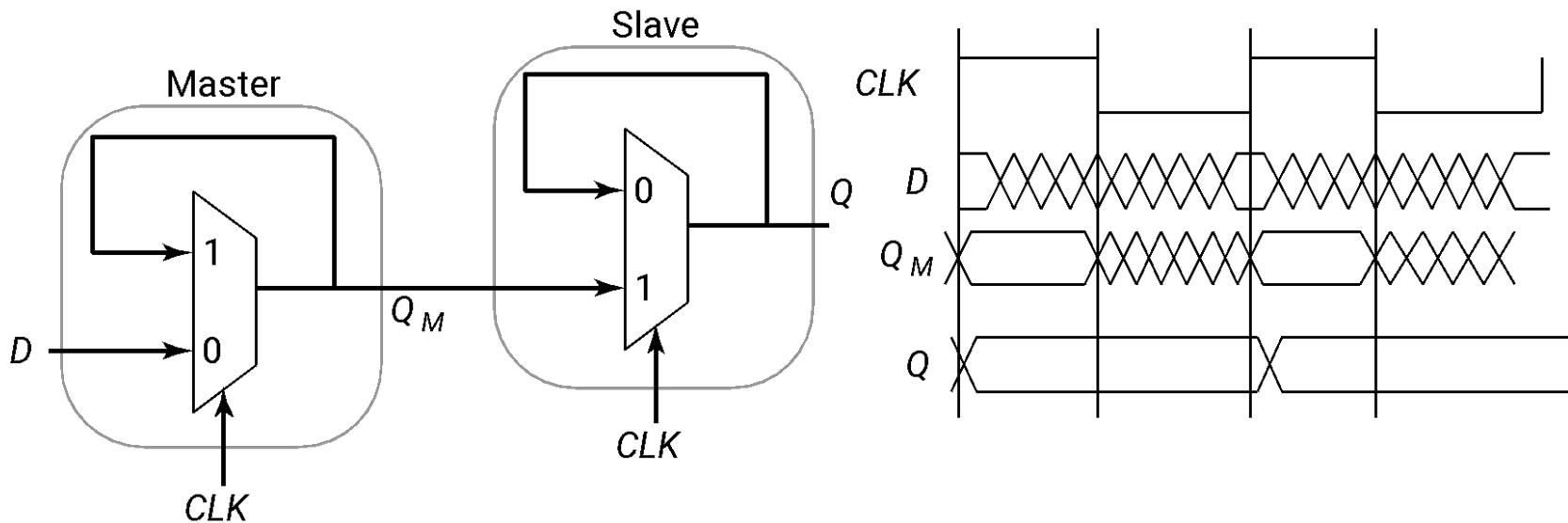
Transparente cuando CLK=0.



$$Q = Clk \cdot Q + \overline{Clk} \cdot In$$

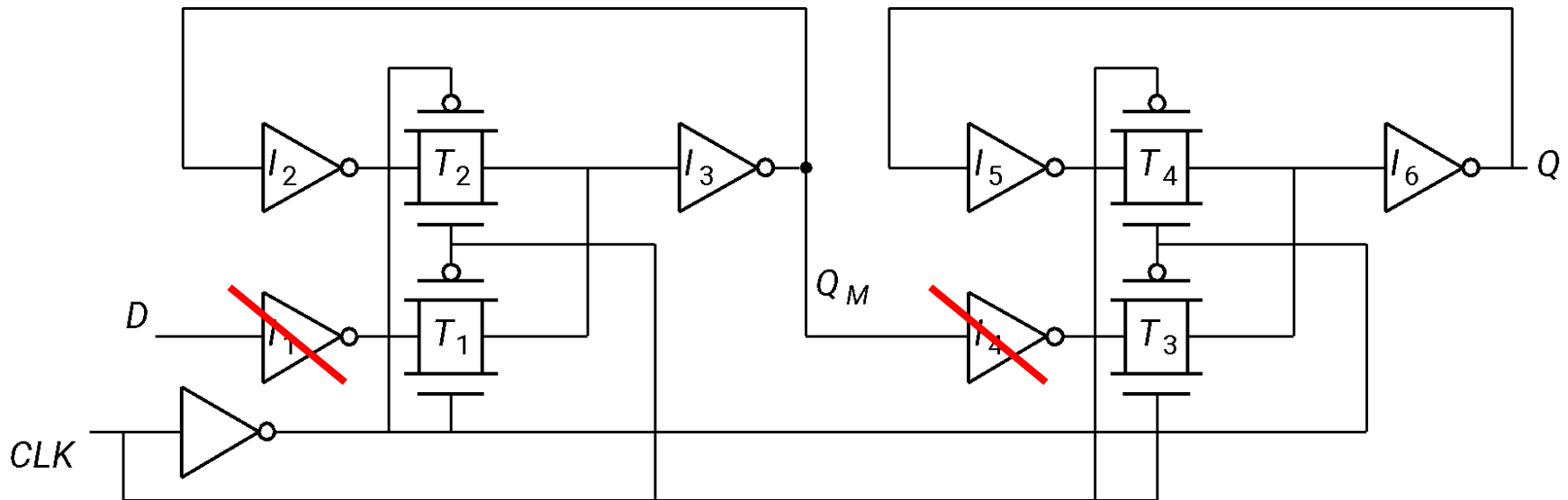
BIESTABLE DISPARADO POR FLANCO: FLIP-FLOP MAESTRO-ESCLAVO

Latch negativo seguido de otro positivo.



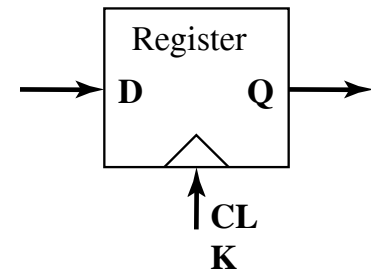
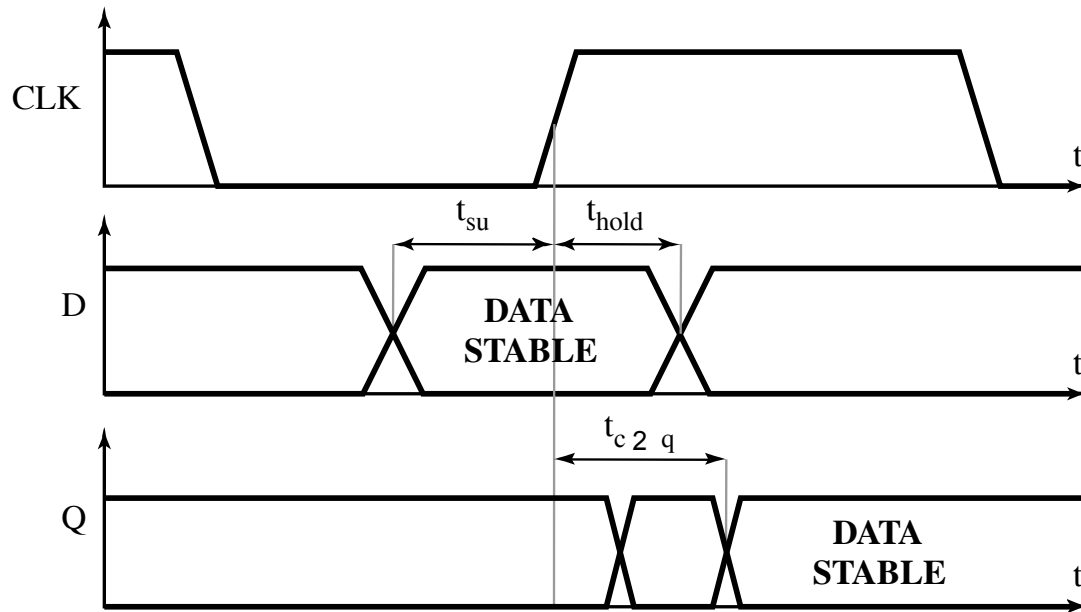
BIESTABLE DISPARADO POR FLANCO: FLIP-FLOP MAESTRO-ESCLAVO

Latch negativo seguido de otro positivo.
IMPLEMENTACIÓN



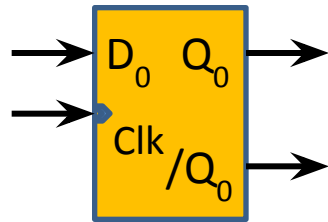
DEFINICIONES DE TEMPORIZACIÓN

El t_{su} (set-up time) es el tiempo que la entrada de dato (D input) debe ser estable antes de la transición del reloj (Esto es, la transición de 0 a 1 para un registro activado por flanco positivo). El t_{hold} (hold time) es el tiempo en que el dato de entrada debe permanecer válido después del flanco de reloj.



El dato en la entrada **D** se copia a la salida **Q** después de un retardo de propagación (el peor caso con referencia al flanco del reloj) denominado por t_{c-q} .

FLIP-FLOP D

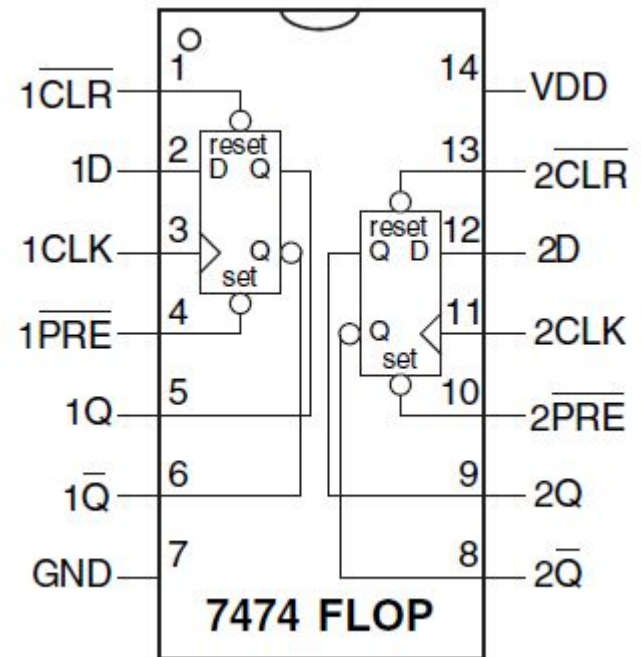
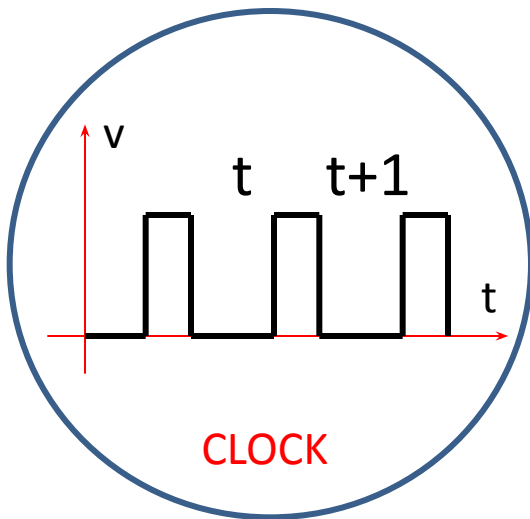


FLIP-FLOP
D

D_t	Q_{t+1}
0	0
1	1

$$Q_{t+1} = D_t$$

D significa
DELAY



OTROS FLIP-FLOPS

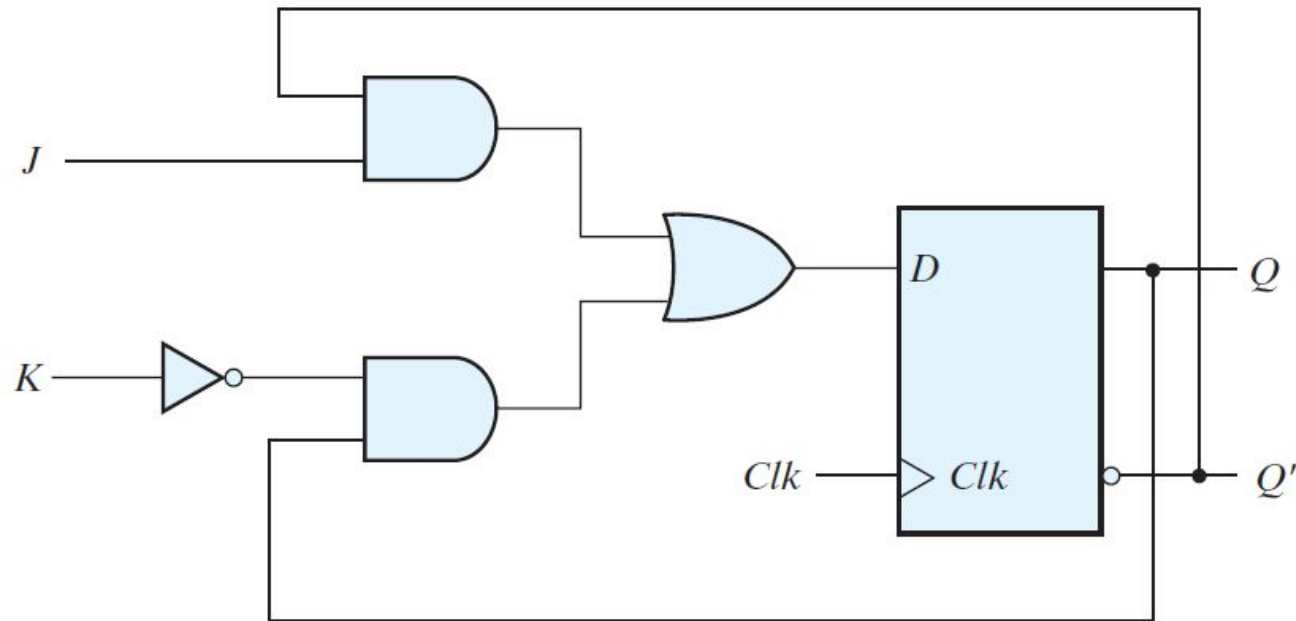
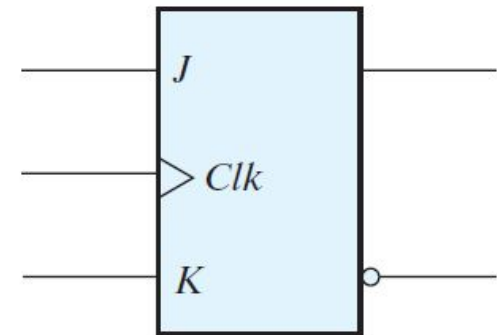


Diagrama circuital

<i>JK</i> Flip-Flop		
<i>J</i>	<i>K</i>	$Q(t + 1)$
0	0	$Q(t)$
0	1	0
1	0	1
1	1	$Q'(t)$

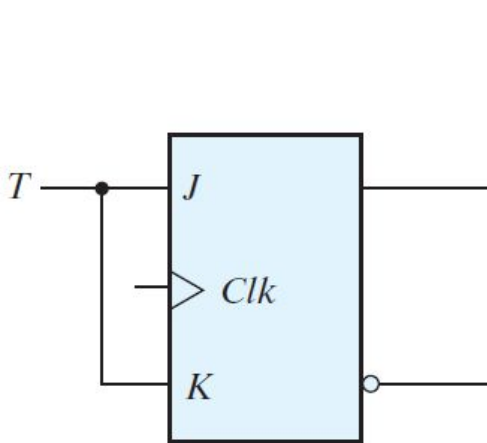
flip-flop JK



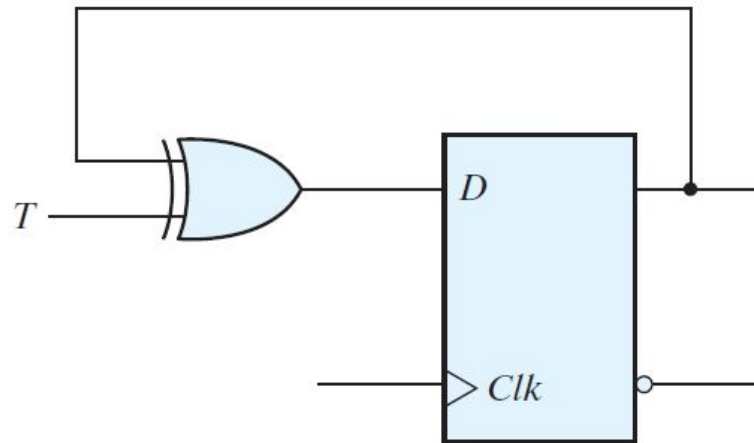
Símbolo Gráfico

OTROS FLIP-FLOPS

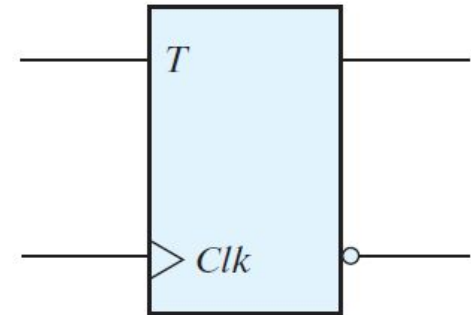
flip-flop T



A partir de un JK



A partir de un D



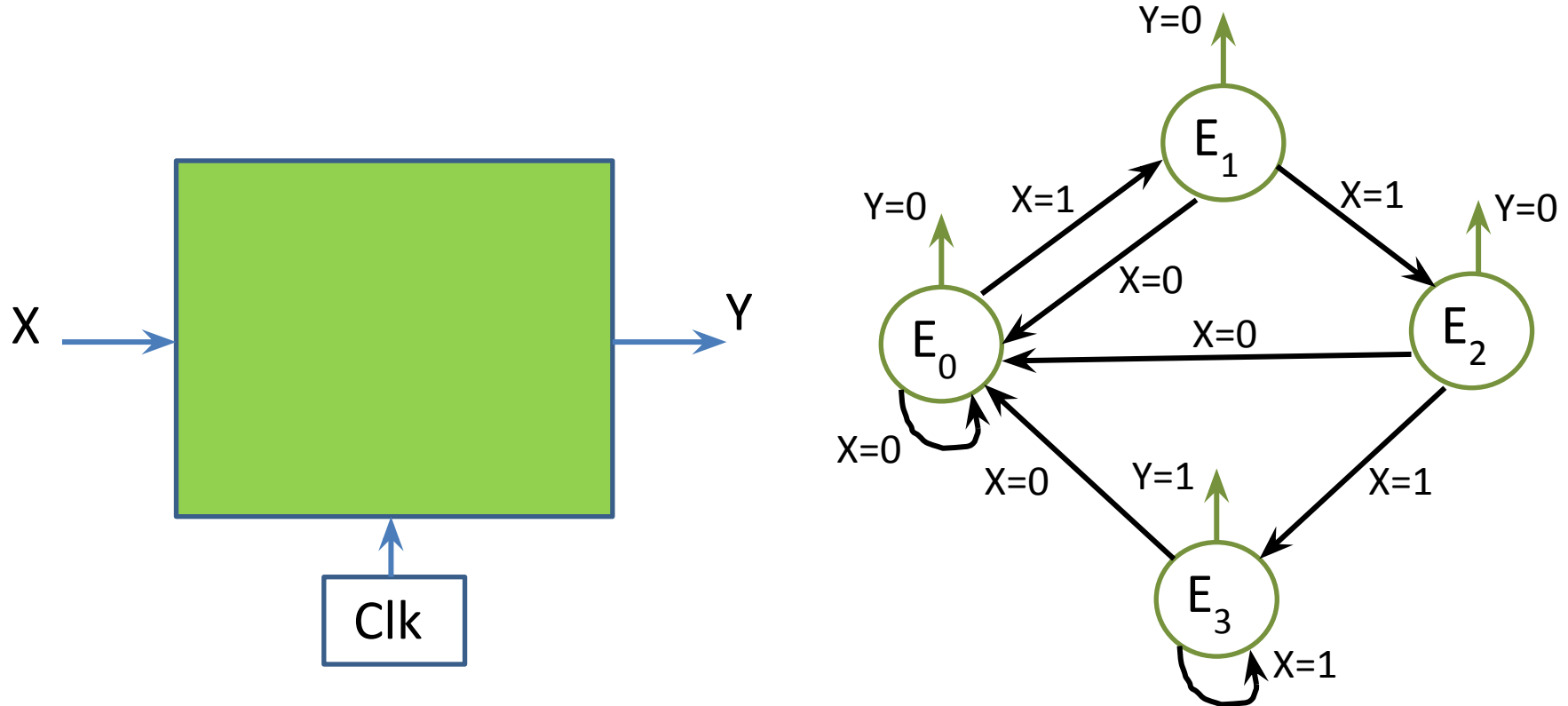
Símbolo Gráfico

T Flip-Flop

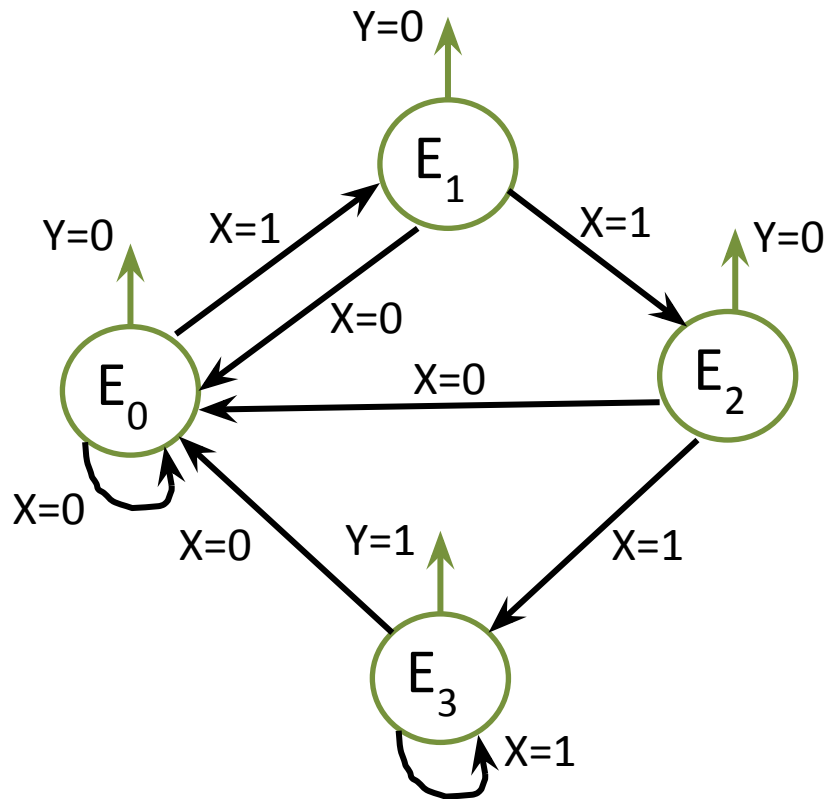
T	$Q(t + 1)$
0	$Q(t)$
1	$Q'(t)$

CAJA NEGRA Y DIAGRAMA DE ESTADOS

Supongamos que tenemos un sistema cuya salida Y se activa ante la presencia de tres unos consecutivos en la entrada X .



CODIFICACIÓN DE ESTADOS Y TABLA DE VERDAD



ESTADO	Q_1	Q_0
E0	0	0
E1	0	1
E2	1	0
E3	1	1

X	Q_{1t}	Q_{0t}	Q_{1t+1}	Q_{0t+1}	Y_t
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1

MAPA DE KARNAUGH

X	Q_{1t}	Q_{0t}	$Q_{1t+1} \quad Q_{0t+1}$		Y_t
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1

X \ Q_{0t}	0	1
Q_{1t}		
00		
01		
11		
10		

X \ Q_{0t}	0	1
Q_{1t}		
00		
01		
11		
10		

X \ Q_{0t}	0	1
Q_{1t}		
00		
01		
11		
10		

$$Q_{1t+1} = X.Q_{1t} + X.Q_{0t}$$

$$Q_{0t+1} = X.Q_{1t} + X./Q_{0t}$$

$$Y_t = Q_{1t}.Q_{0t}$$

IMPLEMENTACIÓN

$$Q_{1t+1} = X \cdot Q_{1t} + X \cdot Q_{0t}$$

$$Q_{0t+1} = X \cdot Q_{1t} + X' \cdot Q_{0t}$$

$$Y_t = Q_{1t} \cdot Q_{0t}$$

