

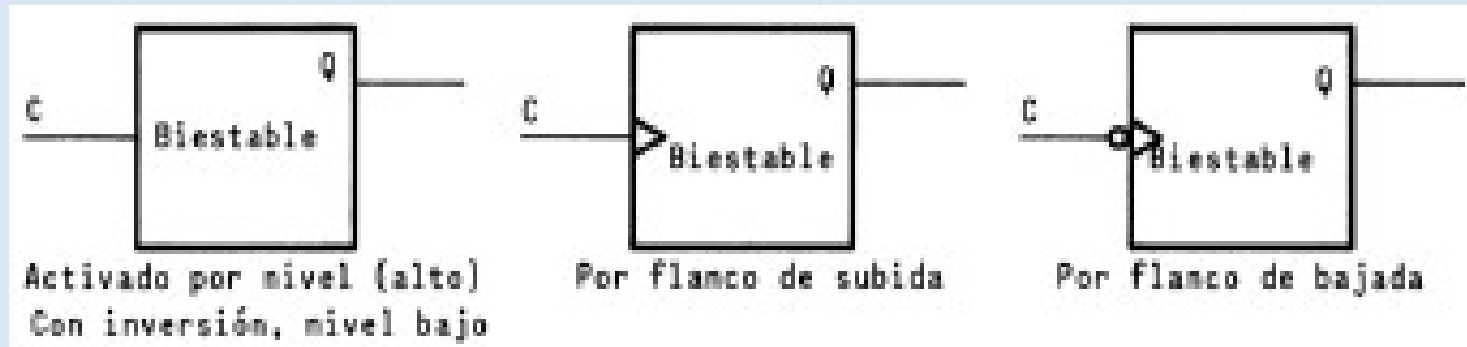
EQUIPOS MICROPROGRAMABLES

13. BIESTABLES

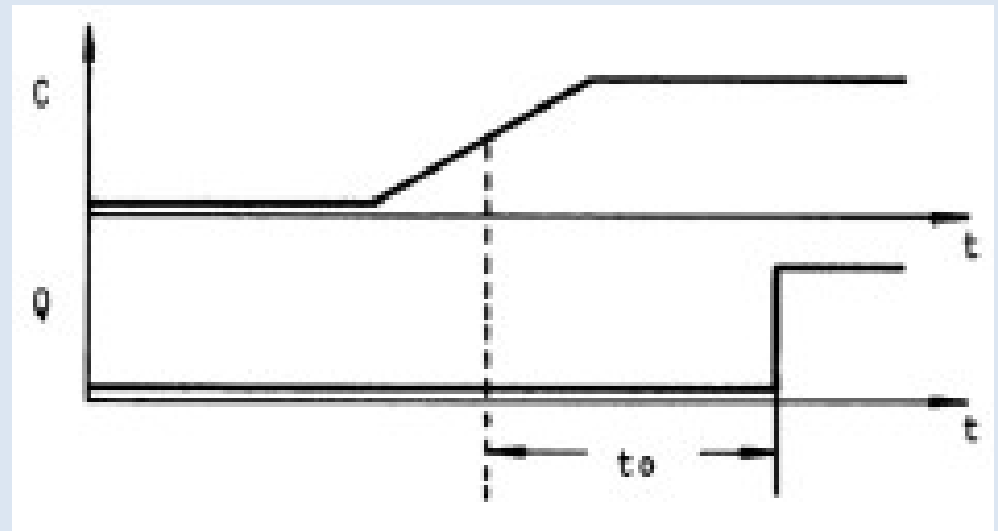
INTRODUCCIÓN

- Los biestables son dispositivos secuenciales con dos únicas situaciones posibles, llamadas estables, pudiendo permanecer indefinidamente en una de ellas aún desapareciendo la causa que los llevó a ese estado.
- Sólo se puede pasar de una situación estable a otra mediante una acción externa.
- Pueden clasificarse por su lógica de funcionamiento en biestables de tipo RS, D, JK y T.
- Por su tipo de disparo, momento en que se producen los cambios: nivel o flancos.
- Asíncronos o síncronos (los que llevan reloj).

BIESTABLES SÍNCRONOS

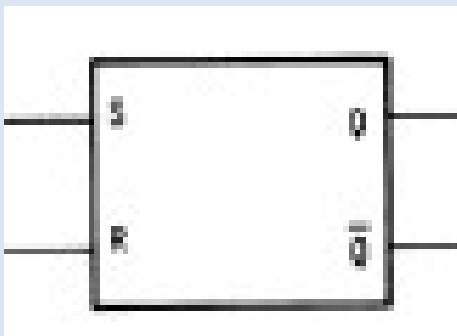
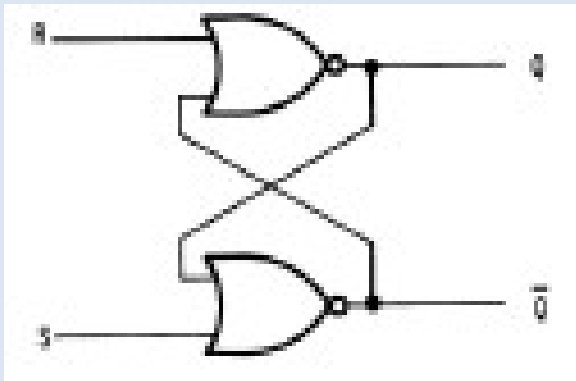


- Además del tiempo de retardo o propagación, hay que considerar los tiempos de asentamiento t_{setup} y de retención t_{hold} .



BIESTABLE R-S

- R tiene el significado de RESET, puesta a 0.
- S tiene el significado de SET, puesta a 1.



R	S	Q_t	Q_{t+1}	$\bar{Q}_{t+1}$
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0*	0*
1	1	1	0*	0*

Estado biestable

Puesta a 1

Puesta a 0

Prohibido, inestable.

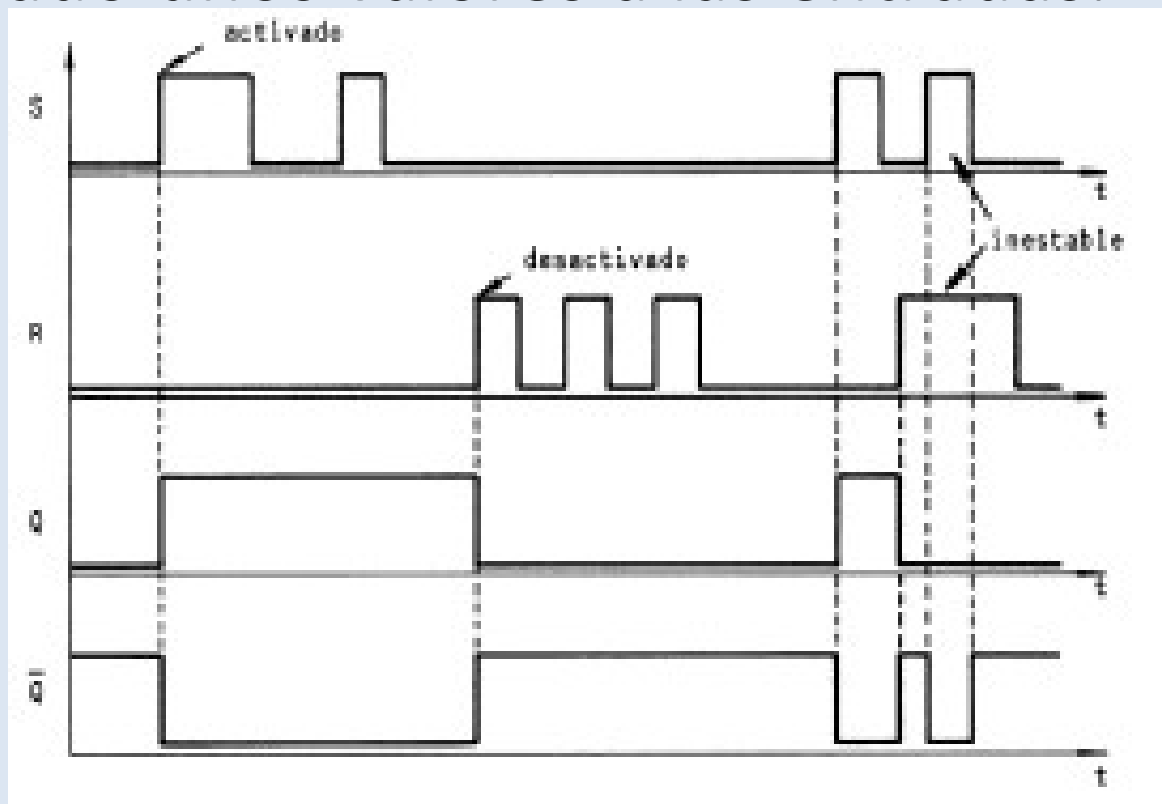
BIESTABLE R-S

- Podemos hacer un cuadro de funcionamiento reducido, considerando solamente las cuatro combinaciones de R y S.

R	S	Q_{t+1}	$\overline{Q}_{t+1}$	
0	0	Q_t	$\overline{Q}_t$	Estado biestable (memoria)
0	1	1	0	Puesta a 1 (set)
1	0	0	1	Puesta a 0 (reset)
1	1	0	0	Prohibido

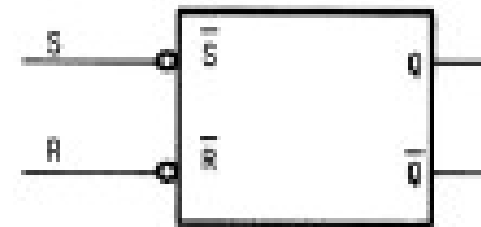
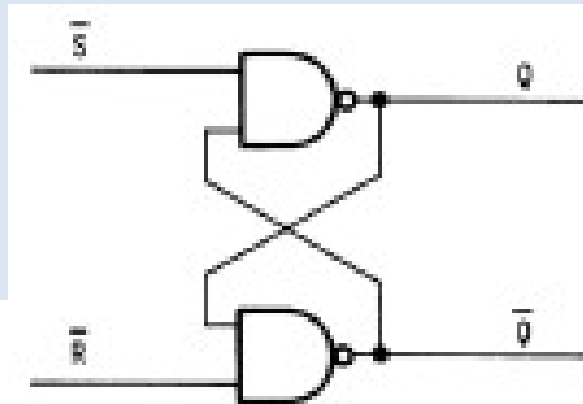
BIESTABLE R-S

- En el siguiente gráfico se analiza el comportamiento del biestable R-S al que se le han aplicado unos valores a las entradas.



BIESTABLE R-S INVERSO

- Es similar al anterior, pero se construye con puertas No-Y. Las entradas son activas en nivel bajo.



$\bar{R}$	$\bar{S}$	Q_t	Q_{t+1}	$\bar{Q}_{t+1}$
0	0	0	1*	1*
0	0	1	1*	1*
0	1	0	0	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

Estado prohibido

Puesta a 0

Puesta a 1

Biestable, memoria

$\bar{R}$	$\bar{S}$	Q	$\bar{Q}$
0	0	1	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Q_t	$\bar{Q}_t$

Estado prohibido

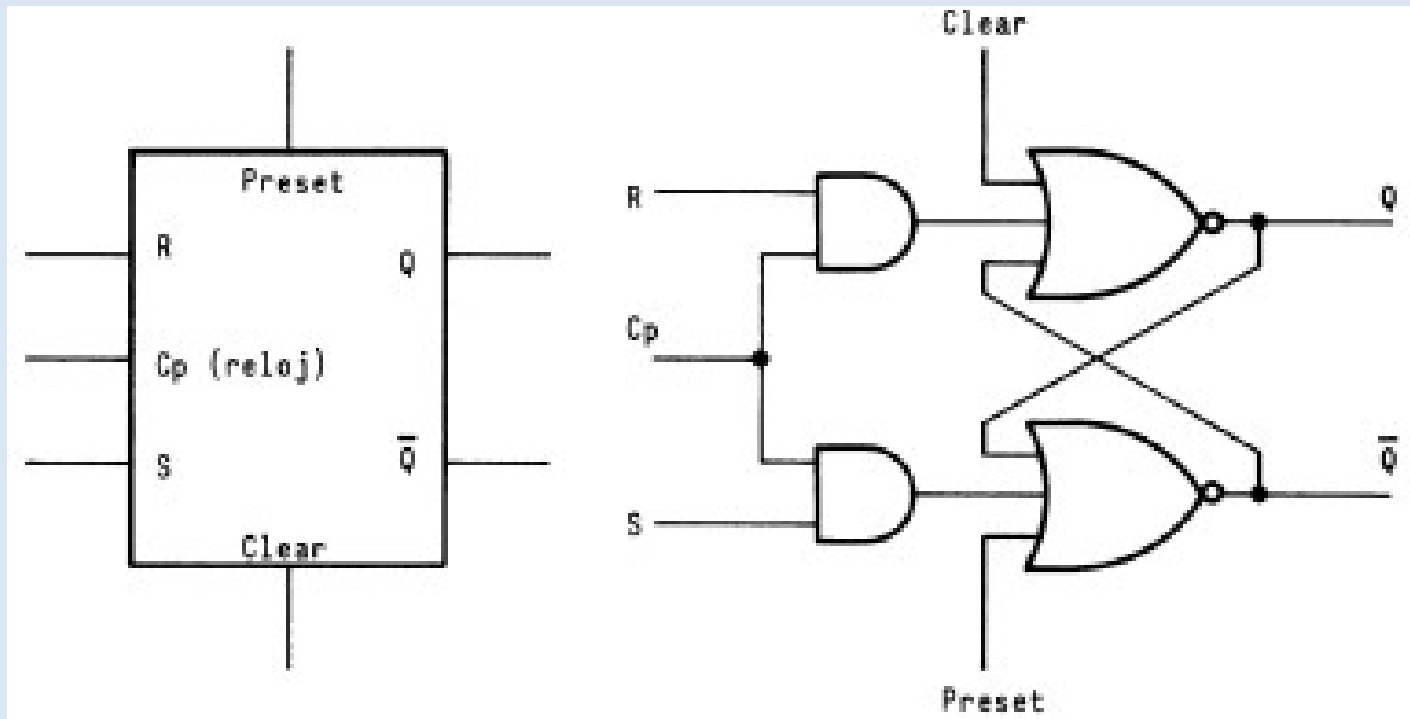
Puesta a 0

Puesta a 1

Estado biestable, memoria

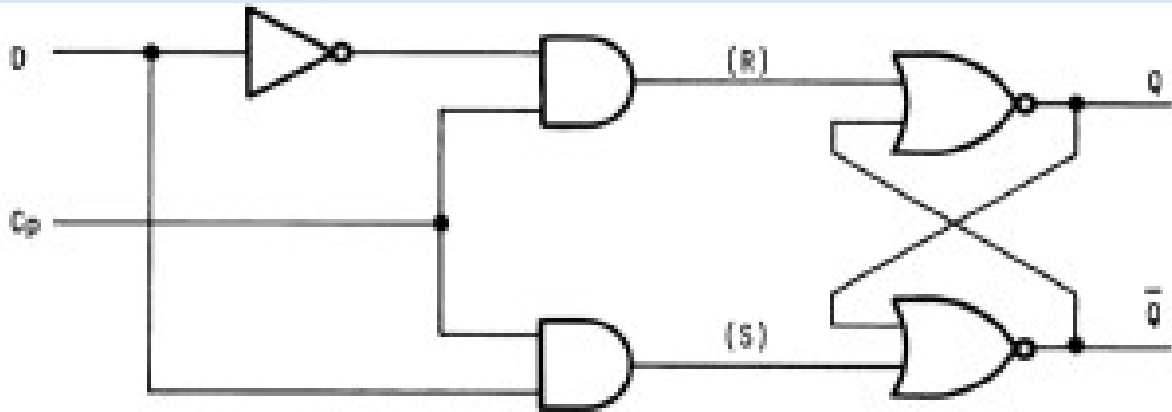
ENTRADAS ADICIONALES

- En ocasiones los biestables pueden tener entradas adicionales que le permitan prefijar un valor inicial de salida. Estas entradas son el PRESET y el CLEAR, para poner a 1 y 0 respectivamente. Igualmente pueden disponer de entrada de reloj.

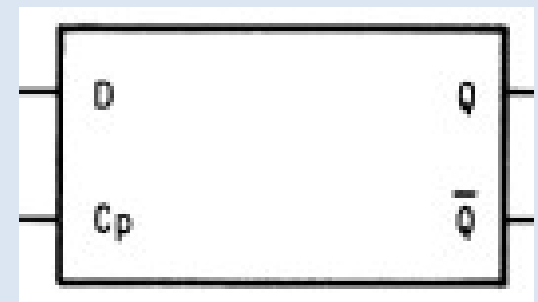


BIESTABLE TIPO D. (LATCH).

- Sólo tiene una entrada: D (dato). Siempre tiene entrada de reloj.
- La salida toma el valor del dato cuando está presente la señal de reloj.

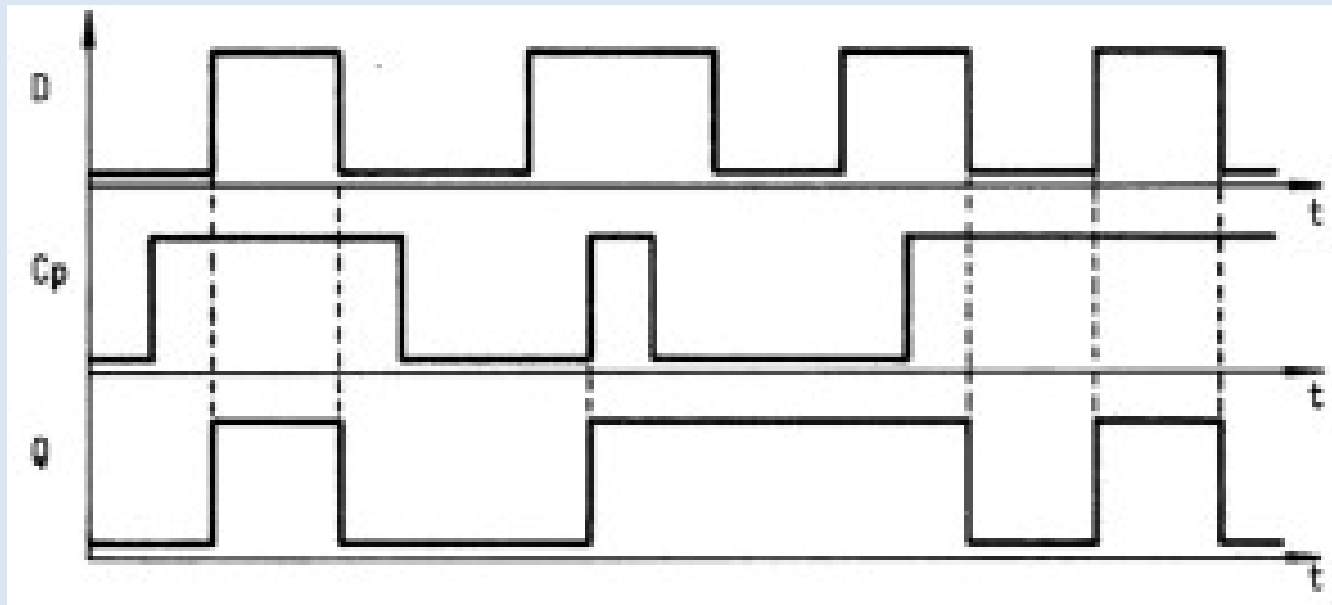


C_p	D	Q_{t+1}	$\bar{Q}_{t+1}$
1	0	0	1
1	1	1	0
0	X	Q_t	$\bar{Q}_t$



BIESTABLE TIPO D

- A efectos prácticos, la salida toma el valor de la entrada cuando el reloj está activo.
- Cuando el reloj se desconecta, la salida conserva el valor anterior.



BIESTABLE TIPO D POR FLANCOS

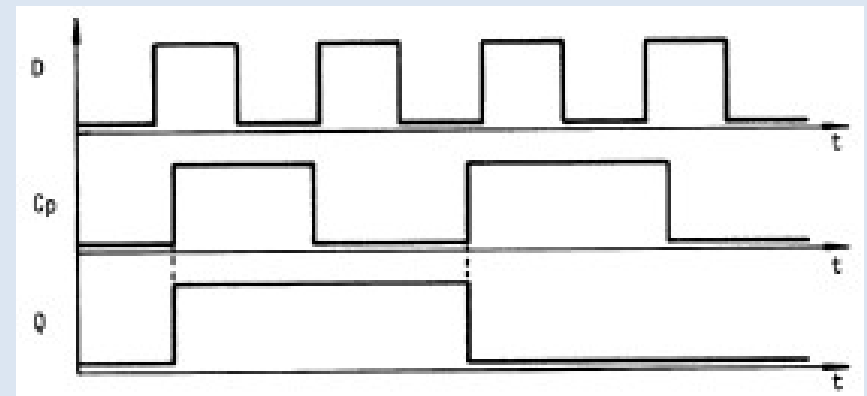
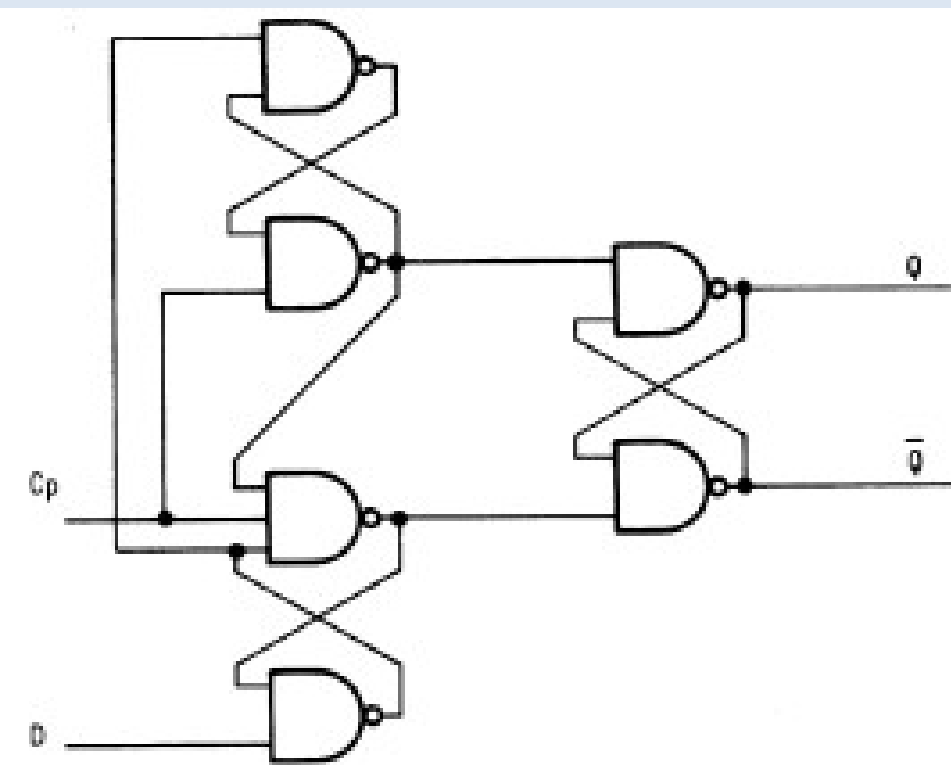
- El funcionamiento es similar al anterior, pero solamente cambia en los flancos activos de la señal de reloj.

C_p	D	Q_{t+1}	$\overline{Q}_{t+1}$
0	X	Q_t	$\overline{Q}_t$
1	X	Q_t	$\overline{Q}_t$
$\downarrow$	0	0	1
$\uparrow$	1	1	0
$\searrow$	X	Q_t	$\overline{Q}_t$



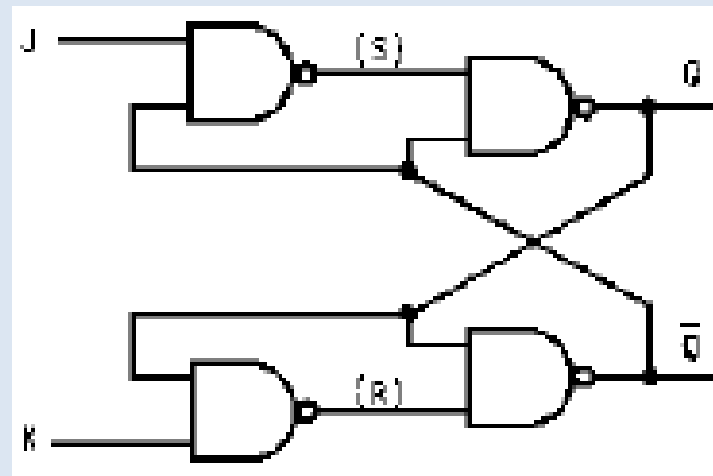
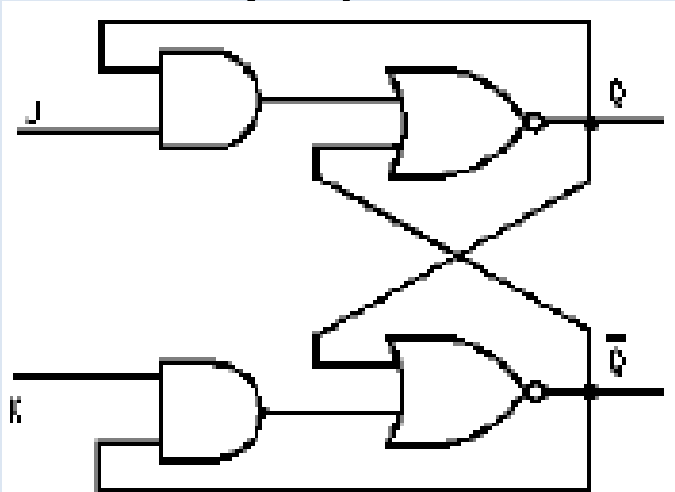
BIESTABLE TIPO D POR FLANCOS

- El funcionamiento es similar al colocar un circuito diferenciador en la entrada de reloj, pero no se hace con condensadores.

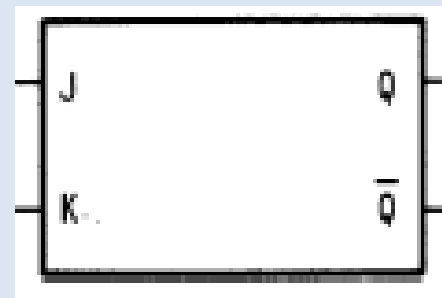


BIESTABLE J-K

- Similar al R-S, pero la condición prohibida se sustituye por una inversión en la salida.

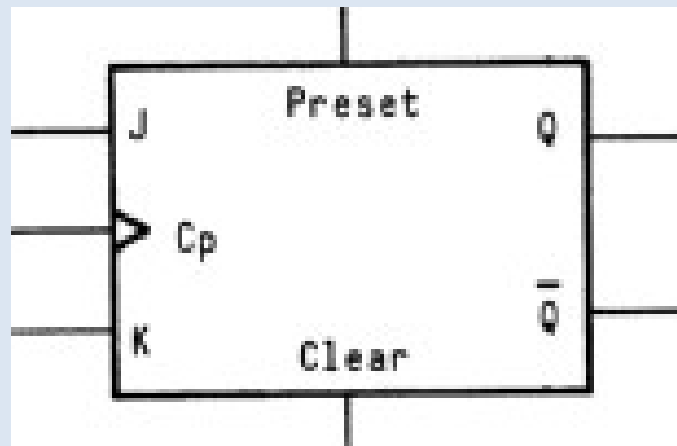


J	K	Q_{t+1}	$\overline{Q}_{t+1}$
0	0	Q_t	$\overline{Q}_t$
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	$\overline{Q}_t$	Q_t



BIESTABLE J-K

- En este biestable, con las entradas a 1, la salida cambia de valor, pero lo hace a la velocidad de las puertas, por lo que la salida oscila.
- Para evitar las oscilaciones (races, carreras), lo que se hace es colocar un reloj activado por flancos. El Biestable J-K sólo existe con reloj activado por flanco.



BIESTABLE TIPO T

- T viene de Toggle, volquete. T es la única entrada.
- Con T a 0 la salida mantiene su valor. Con T a 1, la salida cambia de valor.

T	Q_t	Q_{t+1}	$\overline{Q}_{t+1}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

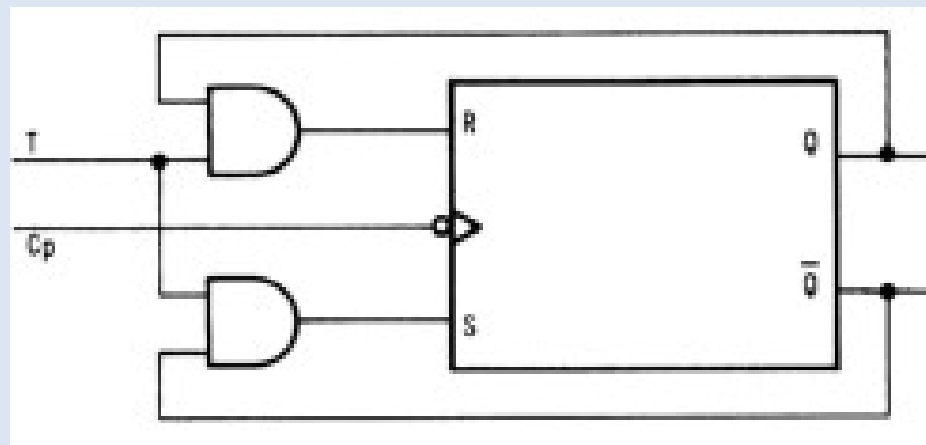
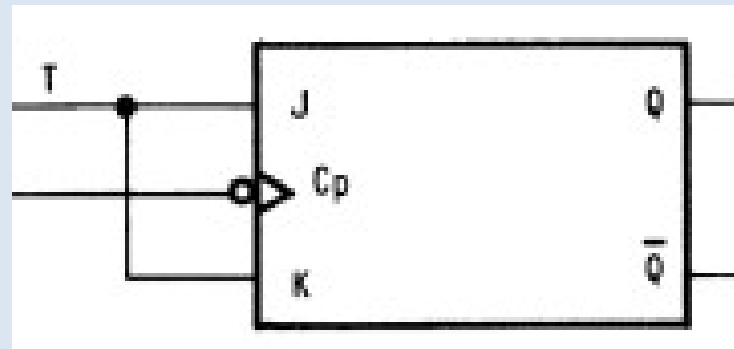
T	Q_{t+1}	$\overline{Q}_{t+1}$
0	Q_t	$\overline{Q}_t$
1	$\overline{Q}_t$	Q_t



BIESTABLE TIPO T

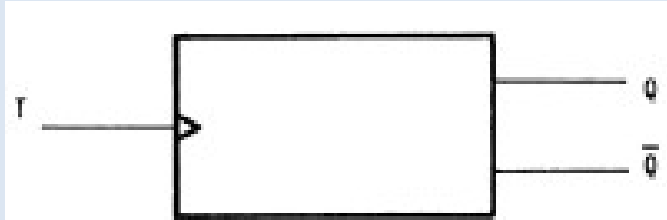
- Hay distintas formas de construir un biestable tipo T.

C_p	T	Q_{t+1}
0	X	Q_t
1	X	Q_t
$\neg$	X	Q_t
$\neg$	0	Q_t
$\neg$	1	$\overline{Q}_t$

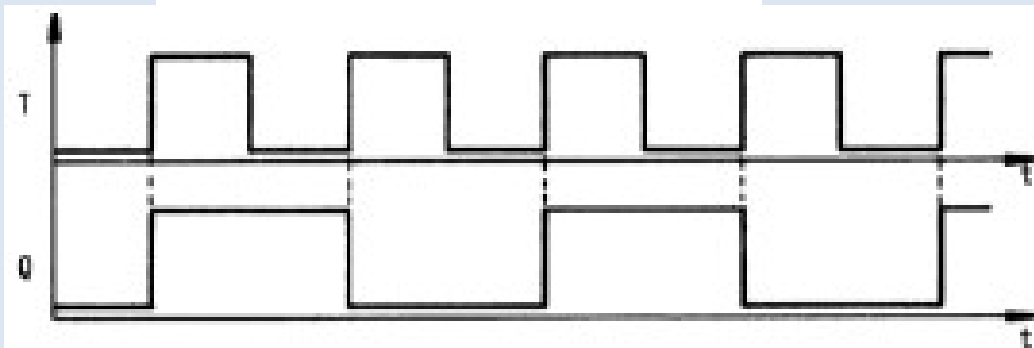
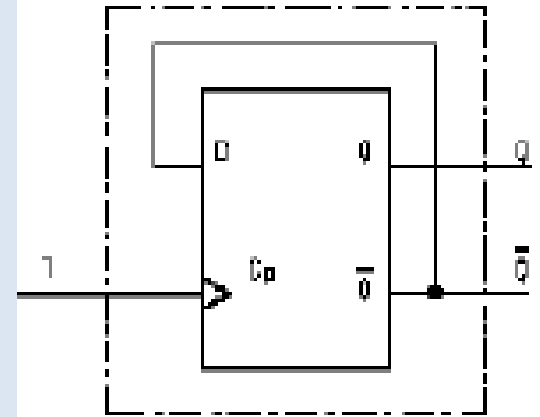
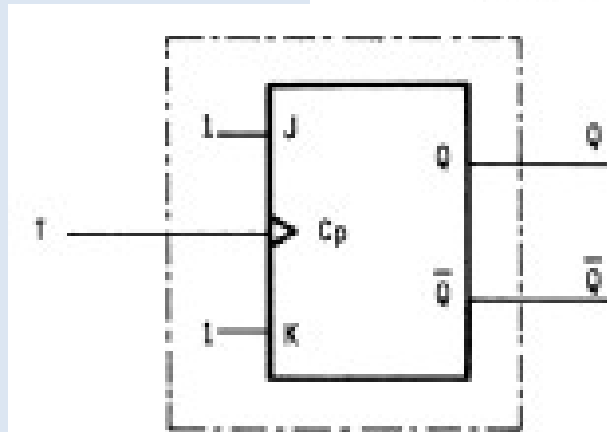


BIESTABLE TIPO T

- Puede construirse también con una única entrada, sin reloj.

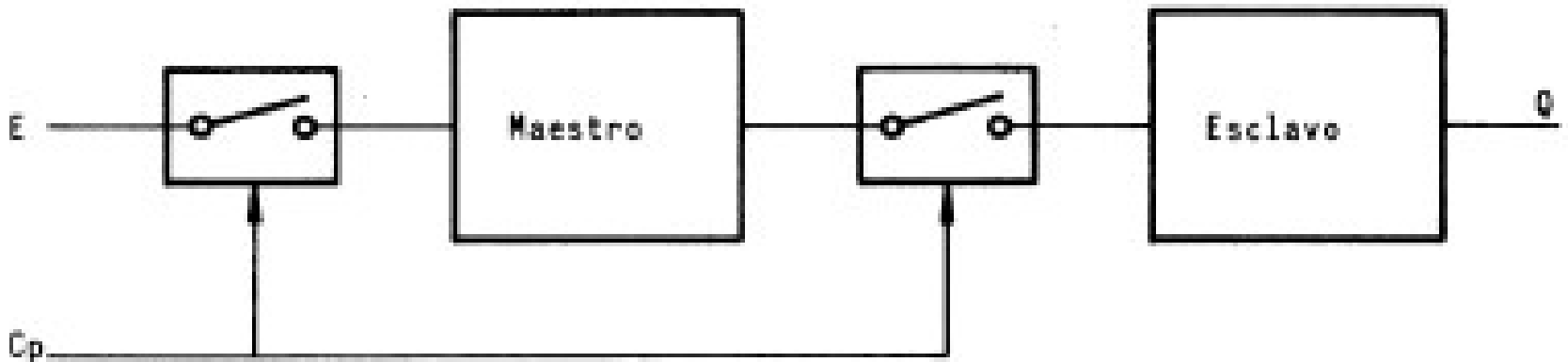


T	Q_{t+1}
0	Q_t
1	Q_t
$\lceil$	Q_t
$\rfloor$	$\bar{Q}_t$



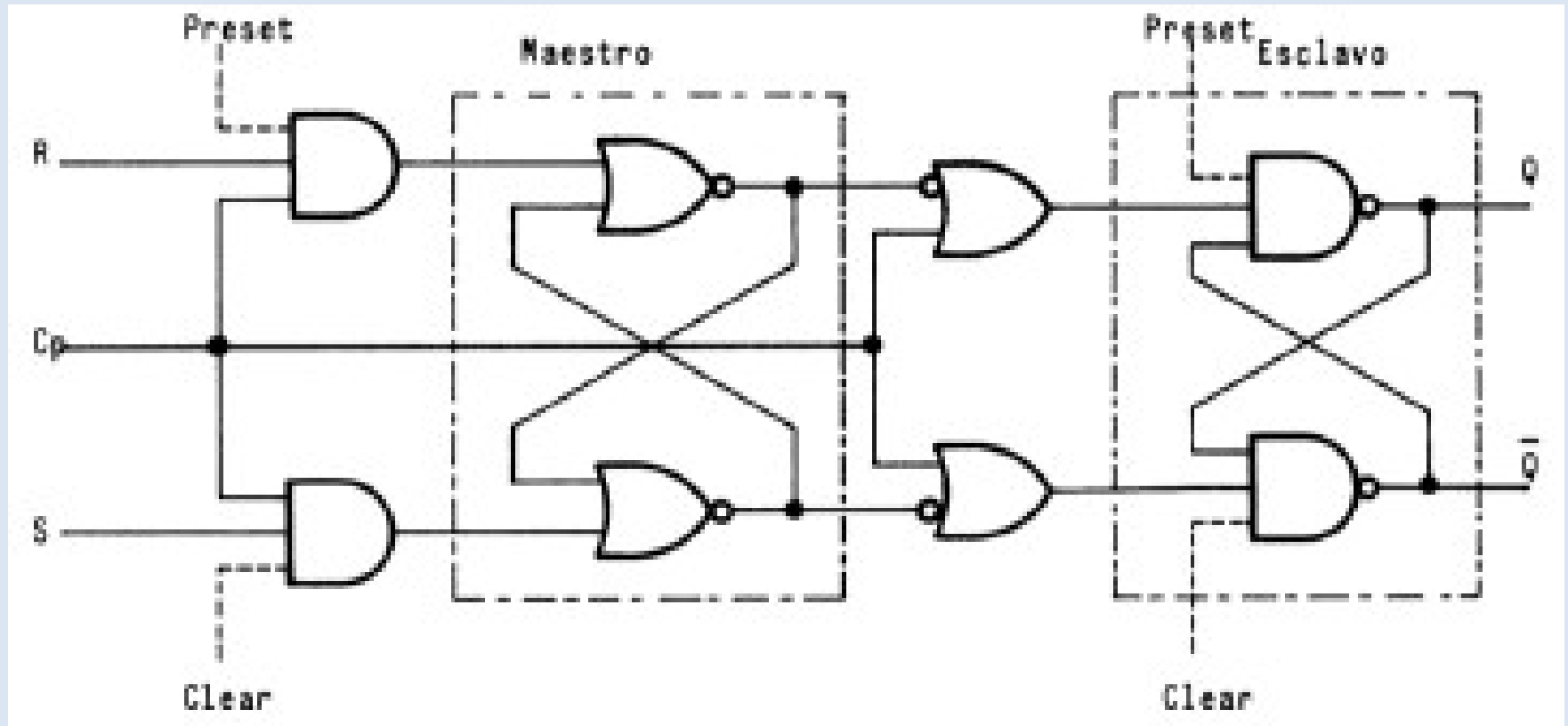
CONFIGURACIÓN MAESTRO ESCLAVO

- Es la manera de conseguir biestables tipo R-S o J-K con reloj activado por flancos.
- Está constituido por dos biestables, uno maestro y otro esclavo, con dos puertas de paso.
- Las puertas de paso son opuestas entre sí.
- Con reloj a 1, el valor de la entrada pasa al maestro. Con reloj a 0, el valor del maestro pasa al esclavo.

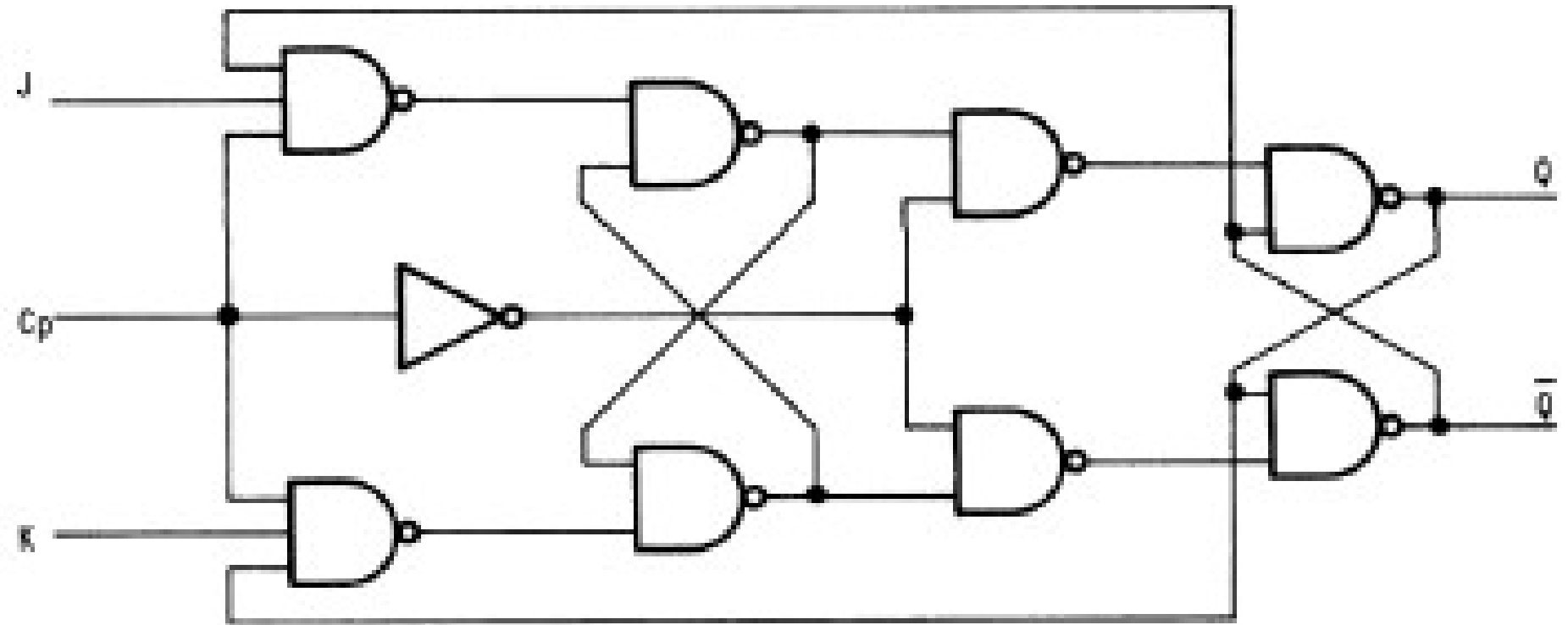


BIESTABLE R-S MAESTRO ESCLAVO

- El cuadro de funcionamiento es un R-S con reloj activado por flanco.

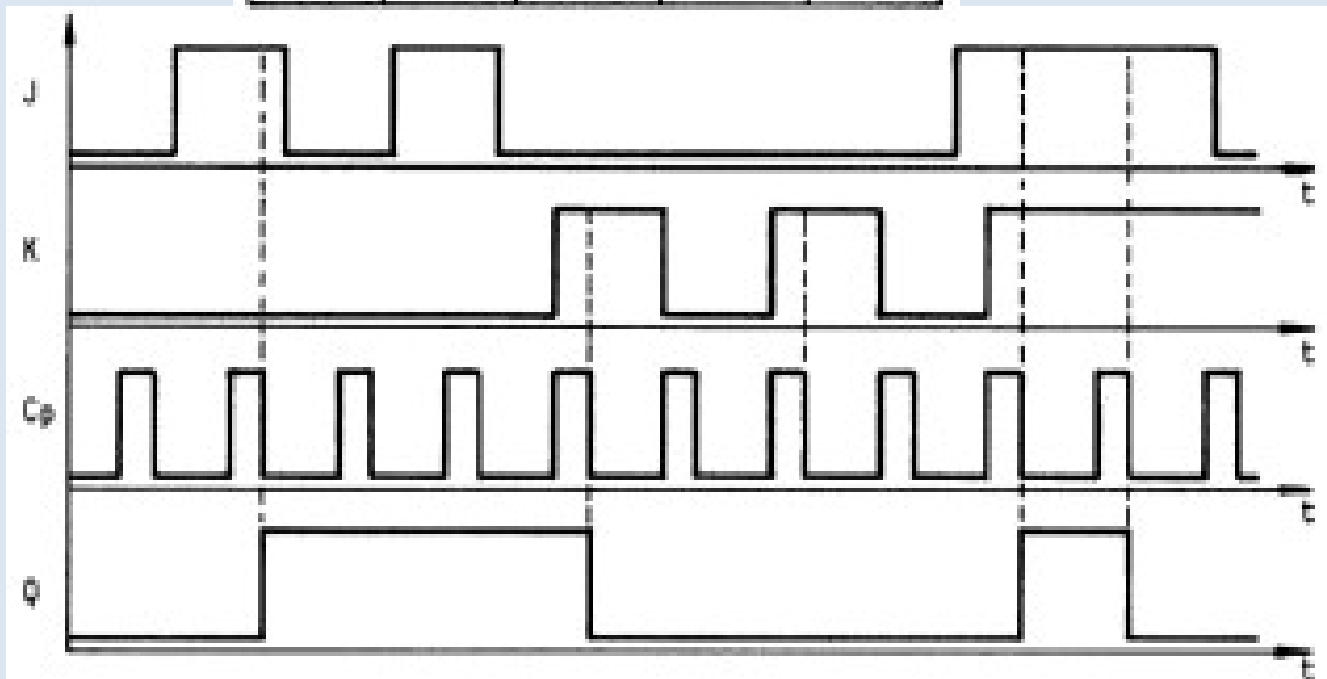


BIESTABLE J-K MAESTRO ESCLAVO

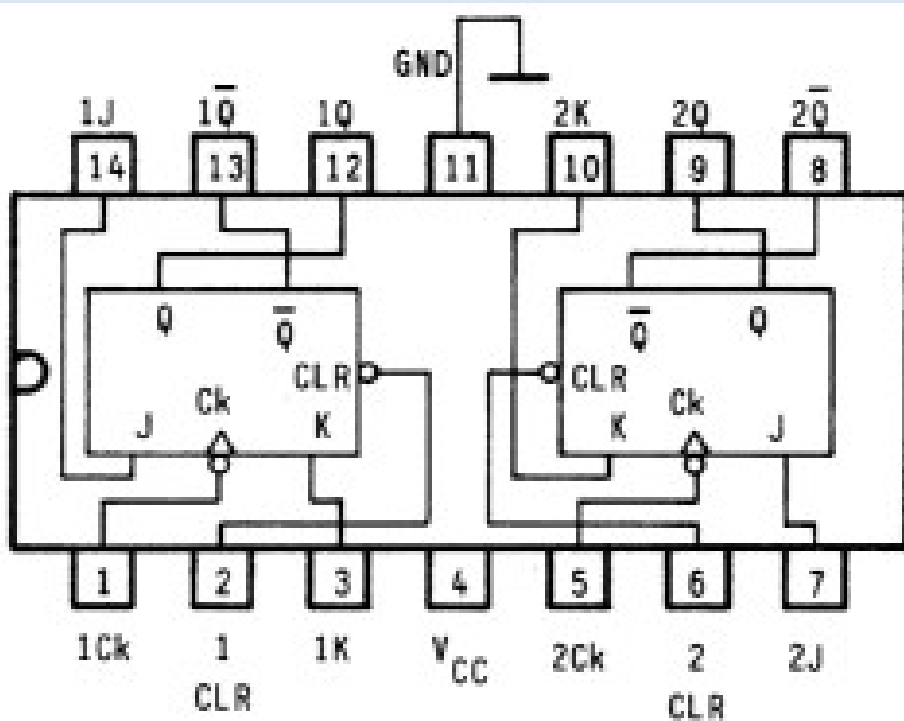


BIESTABLE J-K MAESTRO ESCLAVO

C	J	K	Q	$\bar{Q}$
	0	0	Q_t	$\bar{Q}_t$
	0	1	0	1
	1	0	1	0
	1	1	$\bar{Q}_t$	Q_t



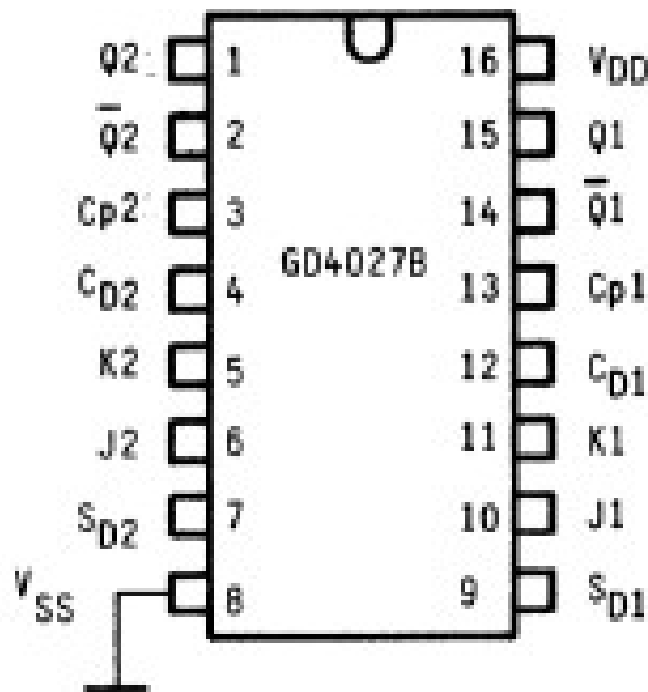
BIESTABLES REALES 7473



Entradas				Salidas	
R_D	C_P	J	K	Q	$\bar{Q}$
0	X	X	X	0	1
1		0	0	Q_n	$\bar{Q}_n$
1		1	0	1	0
1		0	1	0	1
1		1	1	$\bar{Q}_n$	Q_n

4027

4027. Contiene dos biestables J-K con borrado, preset y reloj activado por flanco de subida.



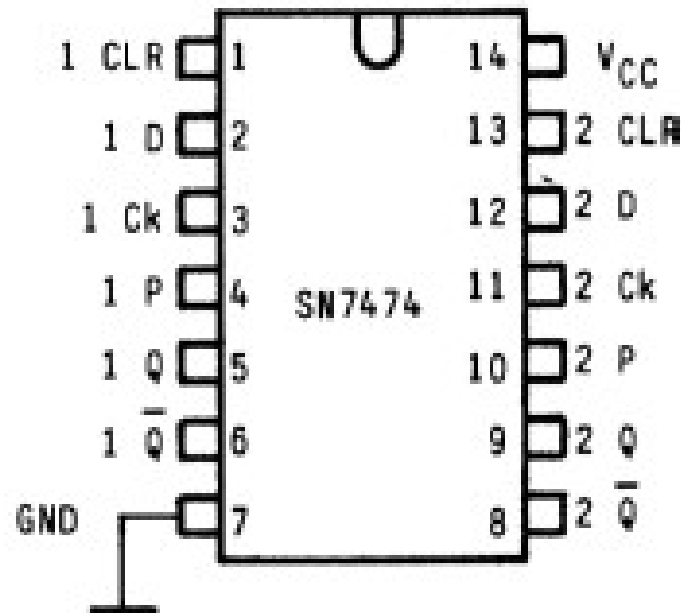
Entradas					Salidas	
J	K	P	C	Ck	Q	$\bar{Q}$
X	X	0	1	X	0	1
X	X	1	0	X	1	0
X	X	1	1	X	1	1
1	0	0	0	$\downarrow$	1	0
0	1	0	0	$\downarrow$	0	1
1	1	0	0	$\downarrow$	$\bar{Q}_n$	Q_n
0	0	0	0	$\downarrow$	Q_n	$\bar{Q}_n$

C=Clear, borrado. P=Preset. Ck=Reloj.

C_D = Clear directo = Clear. S_D = Set directo = Preset. Ck = Cp = Reloj.

7474

7474. Dos biestables tipo D con preset y borrado.



Entradas				Salidas	
P	C	Ck	D	Q	$\bar{Q}$
0	1	X	X	1	0
1	0	X	X	0	1
0	0	X	X	1*	1*
1	1	$\uparrow$	1	1	0
1	1	$\uparrow$	0	0	1
1	1	0	X	Qn	$\bar{Q}n$

P = Preset, puesta previa a 1. C = Clear, borrado, puesta previa a 0.

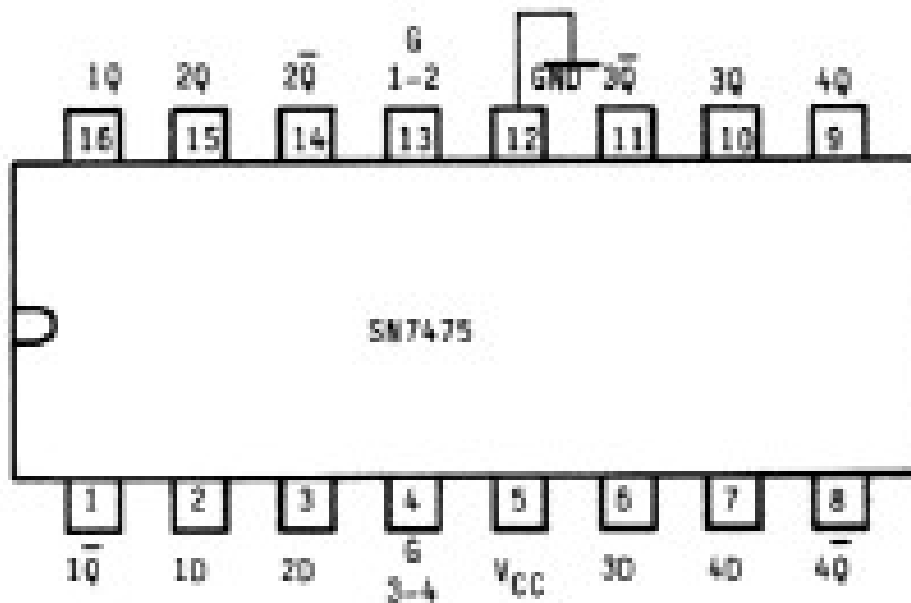
Ck = Reloj. D = Dato de entrada.

Qn = Estado anterior de Q.

1* = 1 no estable. No se mantiene cuando la entrada de preset y clear vuelven a su estado inactivo (1).

BIESTABLES TIPO D REALES

7475. Latch de cuatro bits.

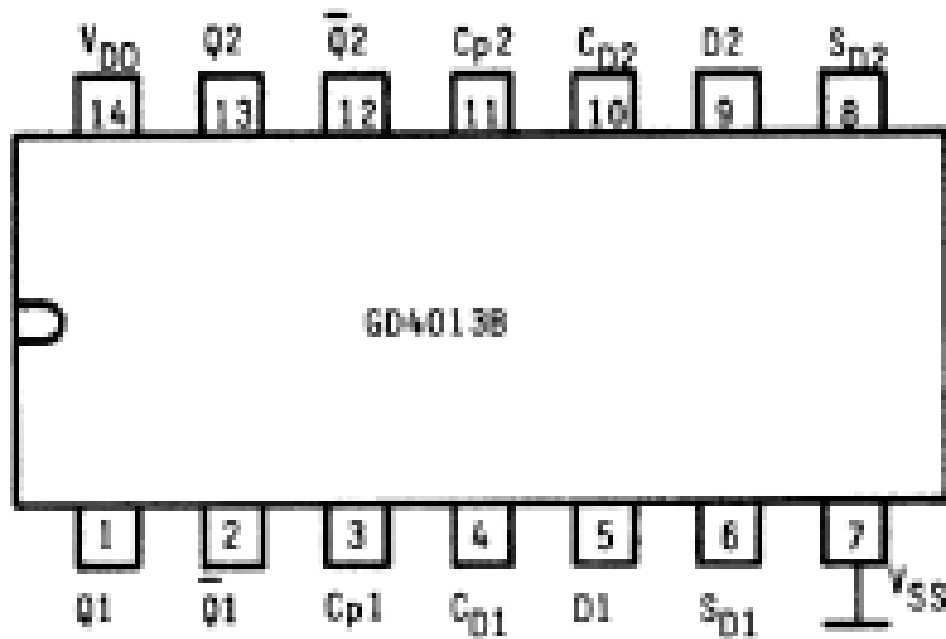


D	G	Q	$\bar{Q}$
0	1	0	1
1	1	1	0
X	0	Q_n	$\bar{Q}_n$

El reloj es una entrada de permiso que actúa sobre dos unidades a la vez.

BIESTABLES TIPO D REALES

4013. Dos biestables tipo D activados por flanco de subida con preset y borrado.

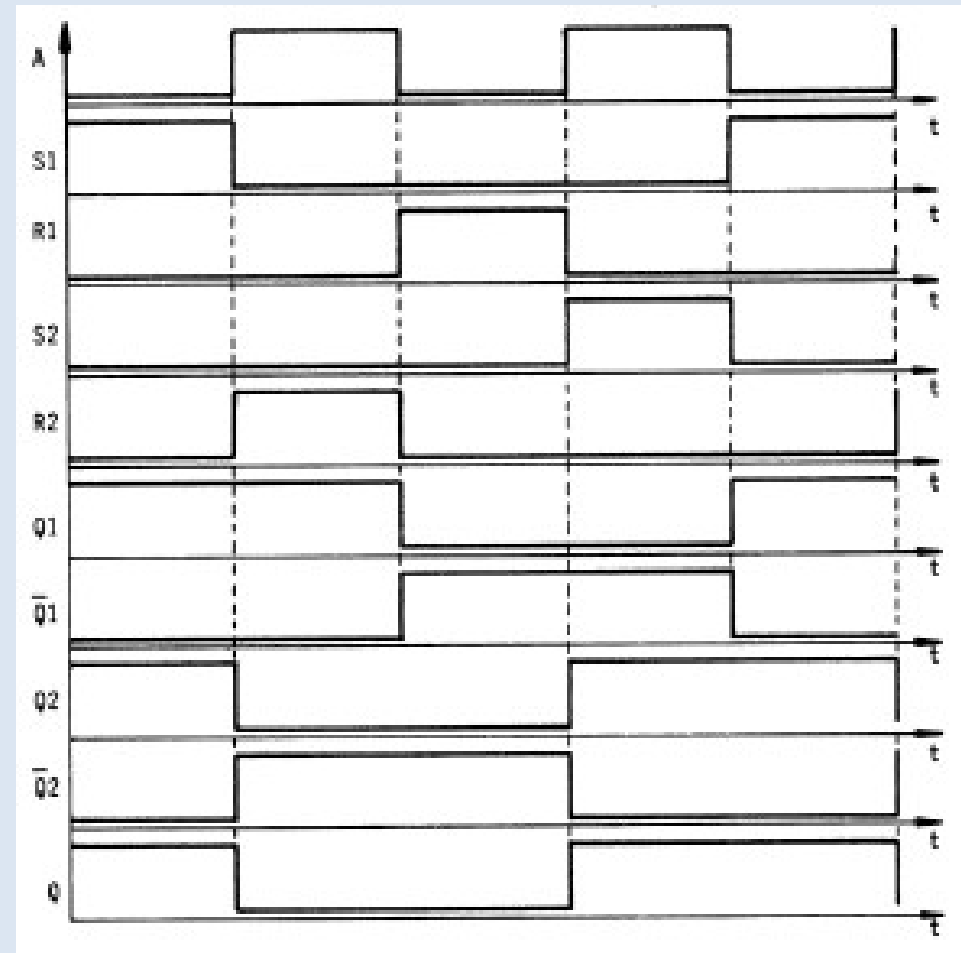
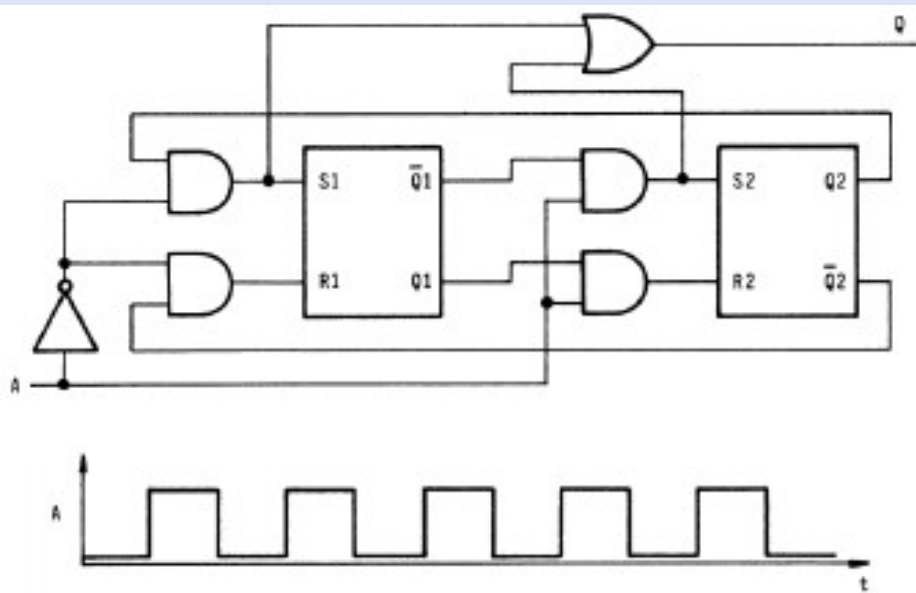


C_D = Clear, borrado.
 D = Dato de entrada.
 C_p = Reloj.
 S_D = Preset.

ANÁLISIS DE CIRCUITOS

- Para estudiar el comportamiento de los circuitos con biestables, hay que seguir algunos pasos:
 - Tener delante todas las tablas de funcionamiento
 - Establecer la situación coherente de partida, empezando por conocer el estado de las salidas.
 - Ver de qué manera afecta el cambio de la entrada a las puertas conectadas directamente a ella.
 - Ver los cambios que se producen en las entradas de los biestables.
 - Ver cómo cambian las salidas de los biestables.
 - Estudiar si los cambios de las salidas de los biestables afectan a otras entradas.
 - Ver el estado de salida definitivo.
 - Repetir el proceso para cada cambio de las variables de entrada.

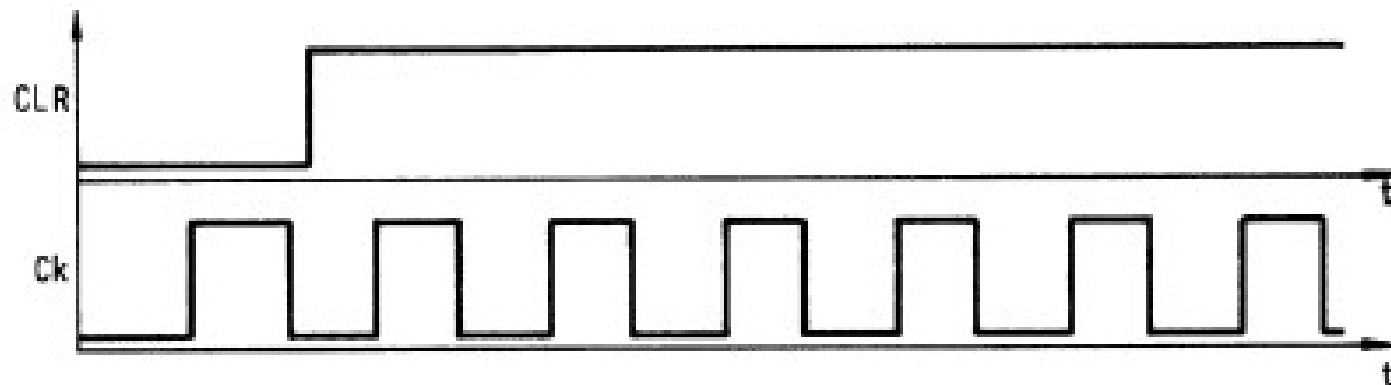
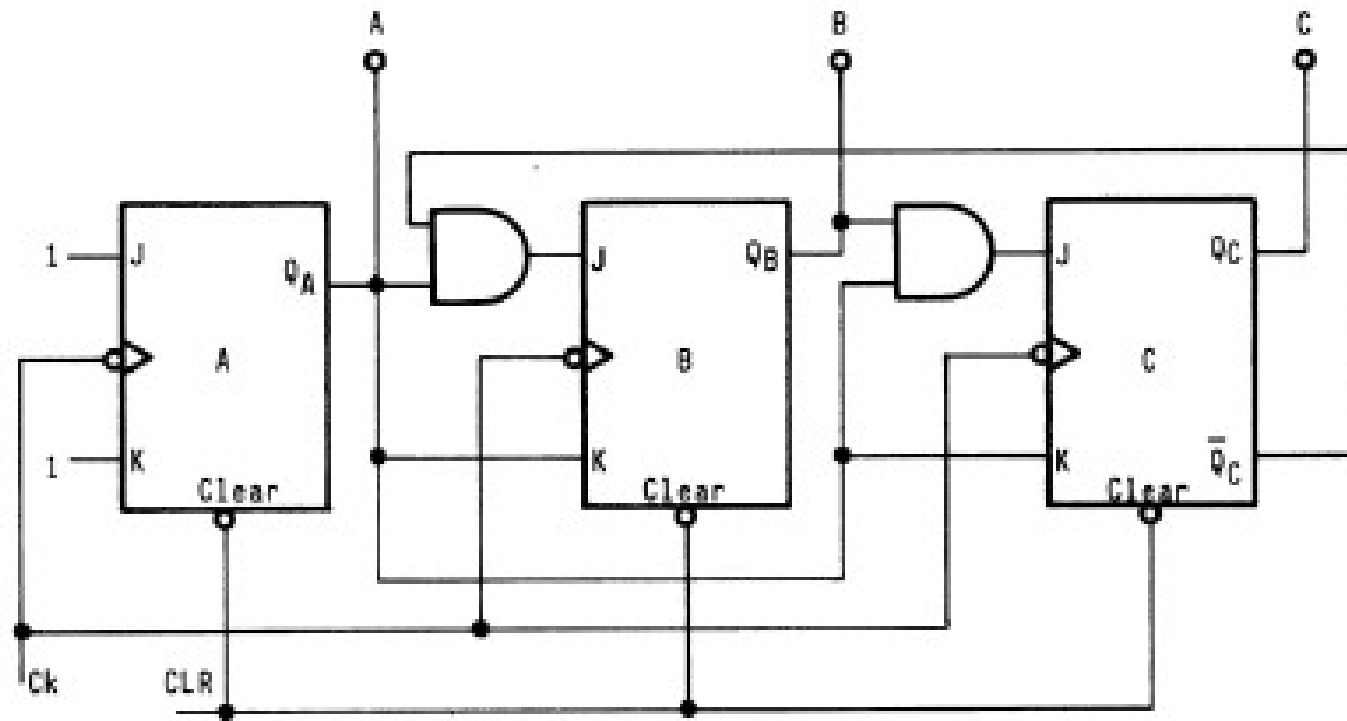
ANÁLISIS DE CIRCUITOS



ANÁLISIS DE CIRCUITOS

- Los biestables síncronos sólo cambian cuando actúa el reloj.
- En los circuitos síncronos con varios biestables hay que considerar que todos los biestables tienen retardos.
- Es necesario echar un vistazo general para ver las conexiones del reloj y qué partes afecta.
- Si hay entradas asíncronas, empezar por ellas.
- Hay que ver el estado que tienen las entradas antes del cambio de reloj.
- Es útil empezar por estudiar el último biestable de los que están conectados al reloj.
- Por último se verán los cambios que se producen en los biestables y las salidas.

ANÁLISIS DE CIRCUITOS



ANÁLISIS DE CIRCUITOS

