

# **ELECTRÓNICA DIGITAL**

## **Tema 6**

### **SISTEMAS SECUENCIALES (Parte 2)**

#### **BIESTABLES SINCRONIZADOS**

# **SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS**

## **(*SYNCHRONOUS SEQUENTIAL SYSTEMS*)**

### **BIESTABLES SINCRONIZADOS**

**Sistemas secuenciales en los que las variables de estado interno y las variables de entrada no actúan directamente sobre el sistema, sino que lo hacen en los instantes en que éste recibe un impulso, que puede actuar de dos maneras:**

- ***Mediante niveles***

**Las variables de entrada actúan sobre el sistema cuando el impulso está en un determinado nivel activo, que puede ser el cero o el uno lógicos.**

- ***Mediante flancos***

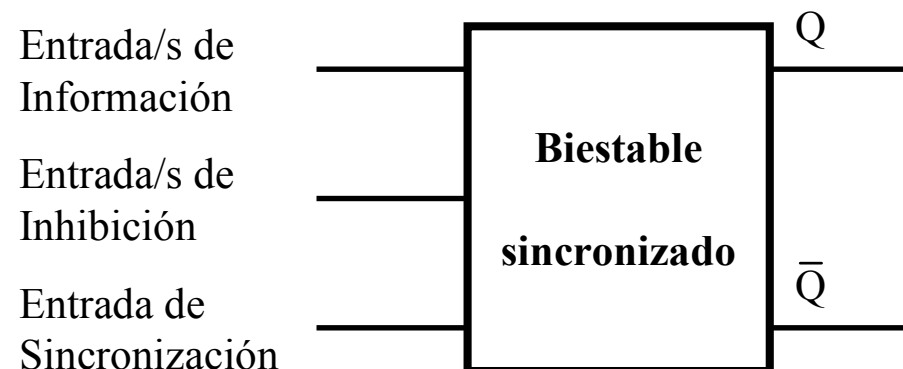
**Las variables de entrada actúan sobre el sistema en el instante en el que el impulso cambia de nivel que puede ser de subida (*Rising edge*) (cambio de cero a uno) o de bajada (*Falling edge*) (cambio de uno a cero).**

# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS

Poseen tres tipos de variables de entrada:

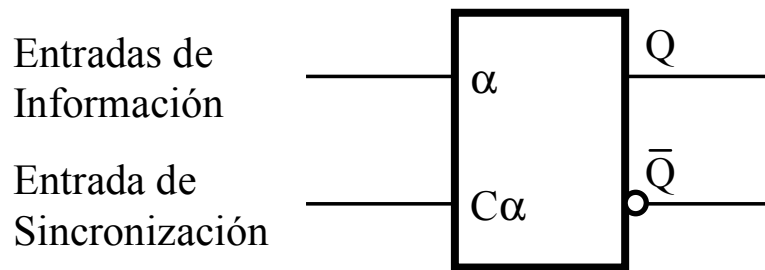
- Una entrada de impulsos de sincronización que los fabricantes de circuitos integrados denominan en general  $T$  (primera letra de la palabra inglesa *Trigger* que significa disparo) y que en los símbolos normalizados se identifica mediante la letra  $C$  (primera letra de la palabra inglesa *Control*). Algunos autores la llaman CLK.
- Una o más entradas de información. Solamente actúan sobre el estado del biestable cuando lo permite la entrada de impulsos de sincronización.
- Una entrada de inhibición/ desinhibición (*Disable/Enable*) que inhibe o desinhibe la acción de los impulsos aplicados a la entrada de sincronización.



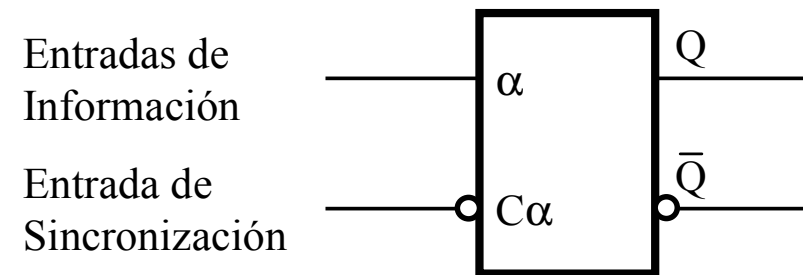
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE NIVELES

Se caracterizan porque sus entradas de información actúan sobre la variable de salida durante todo el intervalo de tiempo en el que la entrada de sincronización ( $T$  o  $C$ ) se encuentra en un determinado nivel que se denomina activo. Los fabricantes de circuitos integrados les dan diferentes denominaciones no normalizadas entre las que cabe citar *Latch with Enable*, *Latch with Control Input*, *Gated Latch*.



Nivel activo uno

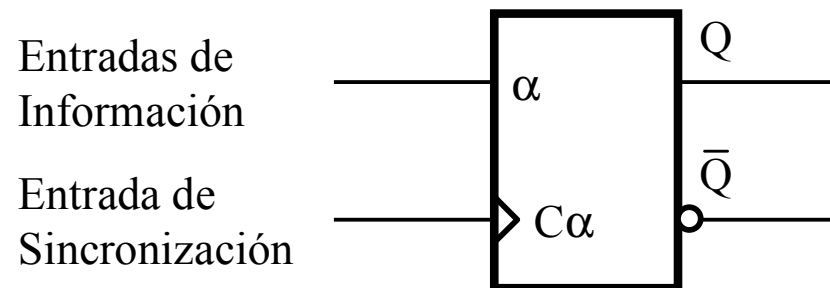


Nivel activo cero

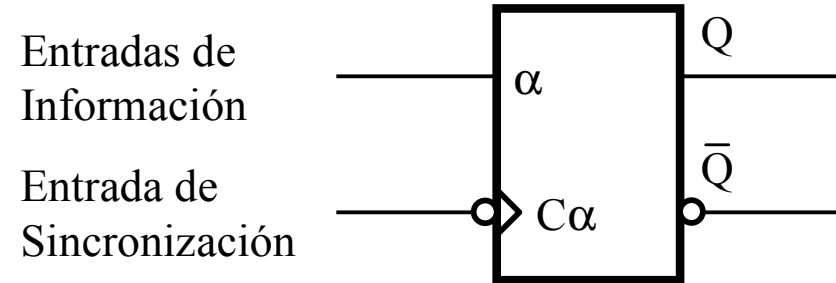
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## ***BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL (FLANCOS)***

**En este tipo de biestables las entradas de información actúan sobre la variable de salida en el instante en el que se produce un determinado cambio de nivel (flanco activo) en la entrada  $T$  o  $C$ . Los fabricantes de circuitos integrados los suelen denominar *Flip-flops*.**

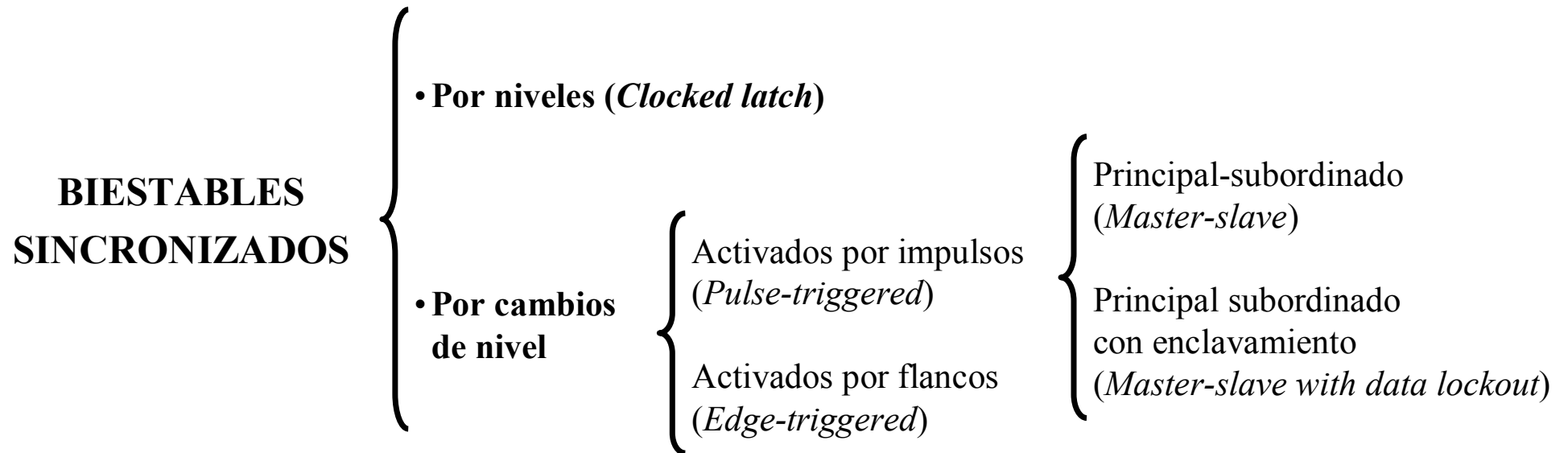


**Flanco activo de subida**



**Flanco activo de bajada**

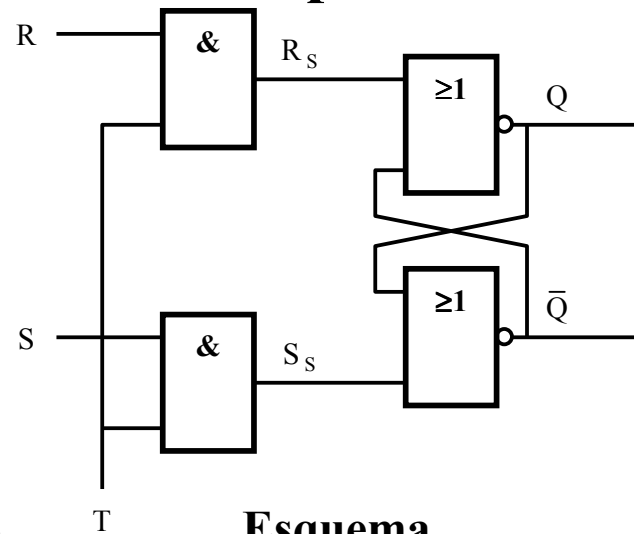
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS



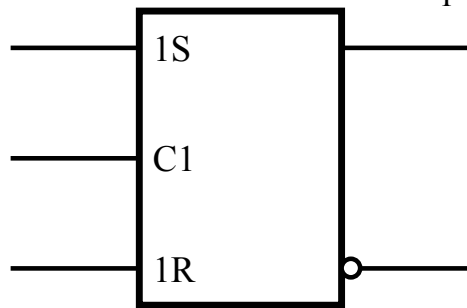
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE NIVELES

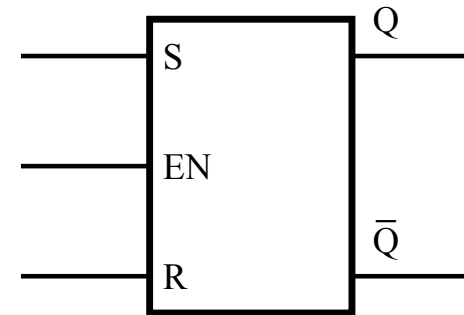
### Biastable R-S sincronizado por niveles



Esquema



Simbolo normalizado



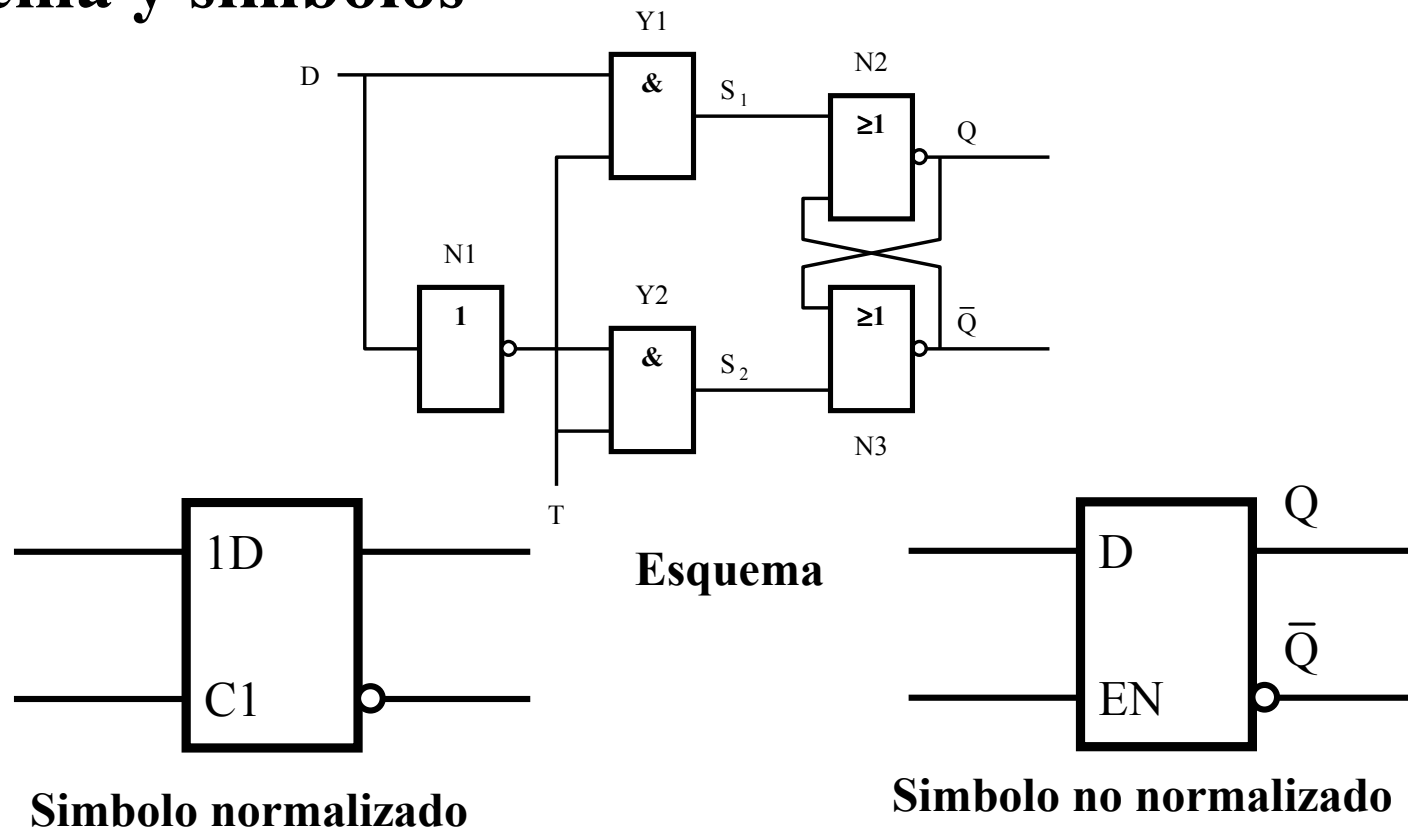
Simbolo no normalizado

# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE NIVELES

### Biestable D sincronizado por niveles: D cerrojo (*Latch*)

#### Esquema y símbolos



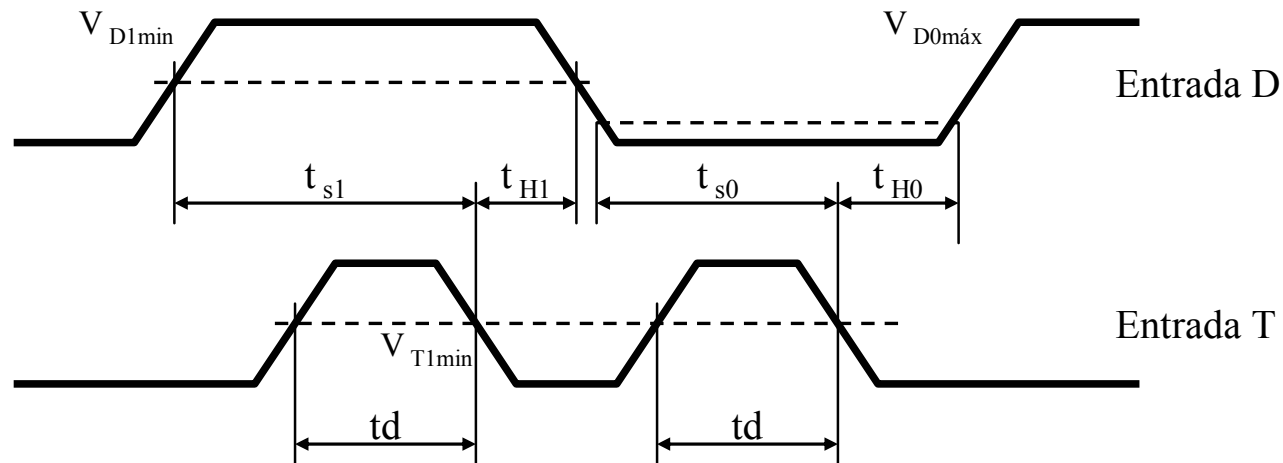


# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE NIVELES

### Biestado D sincronizado por niveles

### Cronograma de las señales

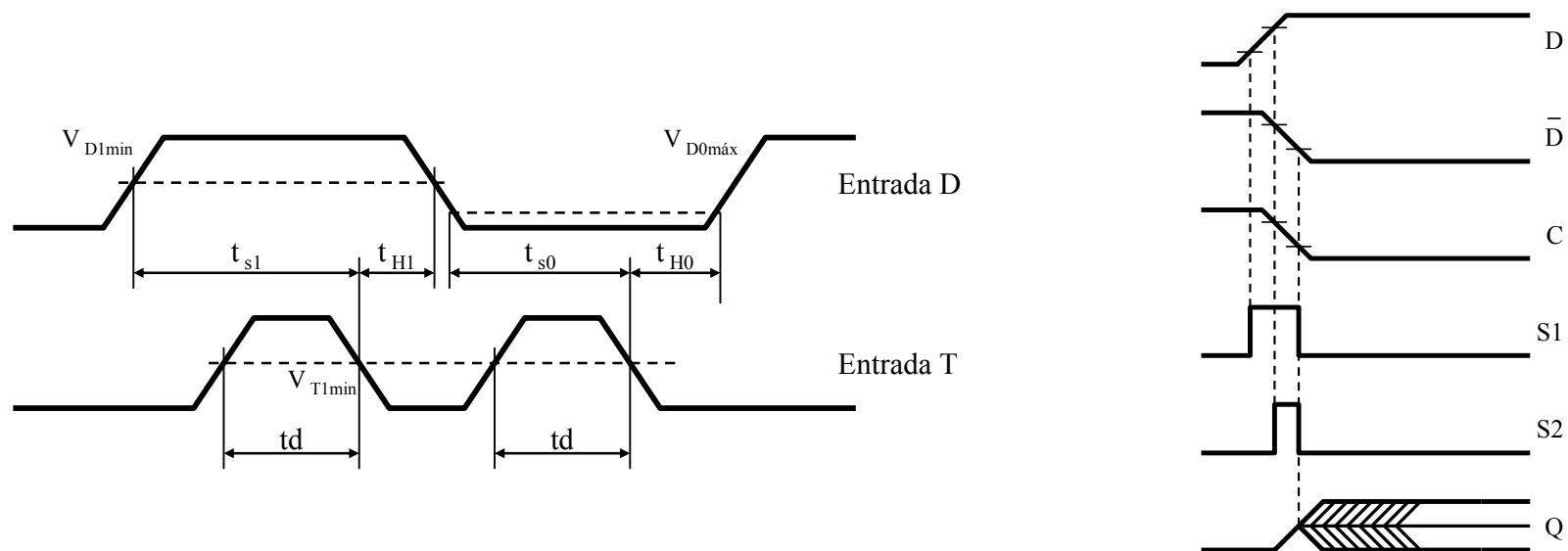


# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE NIVELES

### Bi stable D sincronizado por niveles

Aparición del estado metaestable en el biestable D cerrojo sincronizado mediante niveles.

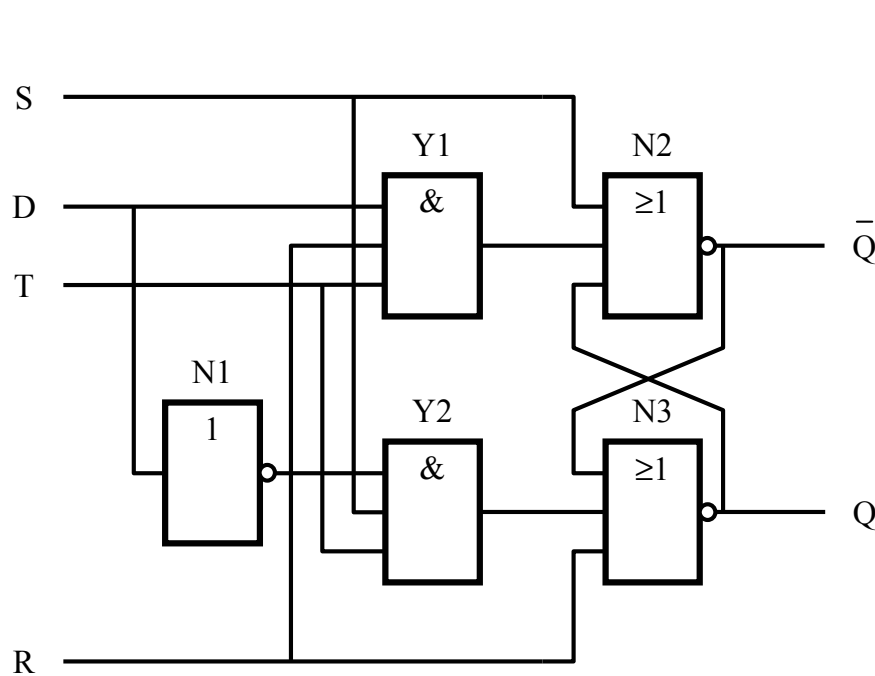


# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

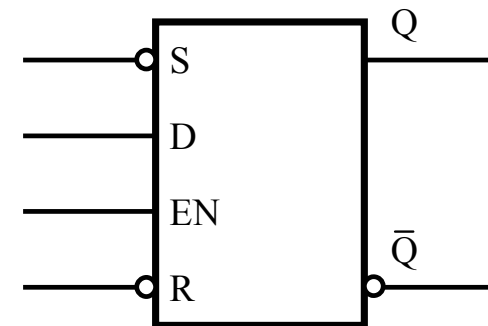
## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE NIVELES

### Biestable D sincronizado por niveles

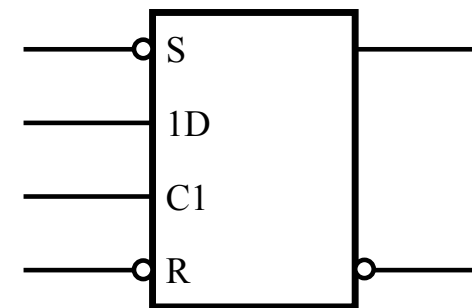
Esquema de un biestable *D* cerrojo (*Latch*), sincronizado mediante el nivel uno de la entrada *T(C1)*, que tiene entradas asíncronas de puesta a cero (*R*) y puesta a uno (*S*).



Esquema



Simbolo no normalizado



Simbolo normalizado

# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## ***BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL***

Suelen recibir en inglés la denominación de *Flip-flops*.

Pueden ser:

- *Biestables activados por impulsos (Pulse-triggered)*

La información se memoriza durante un nivel activo y se transfiere a la salida en el flanco que le sigue que se denomina también activo.

- *Biestables activados por flancos (Edge-triggered)*

Tanto la memorización de la información como la transferencia de la misma a la salida se produce al aplicar a su entrada *C* un determinado flanco que se denomina activo.

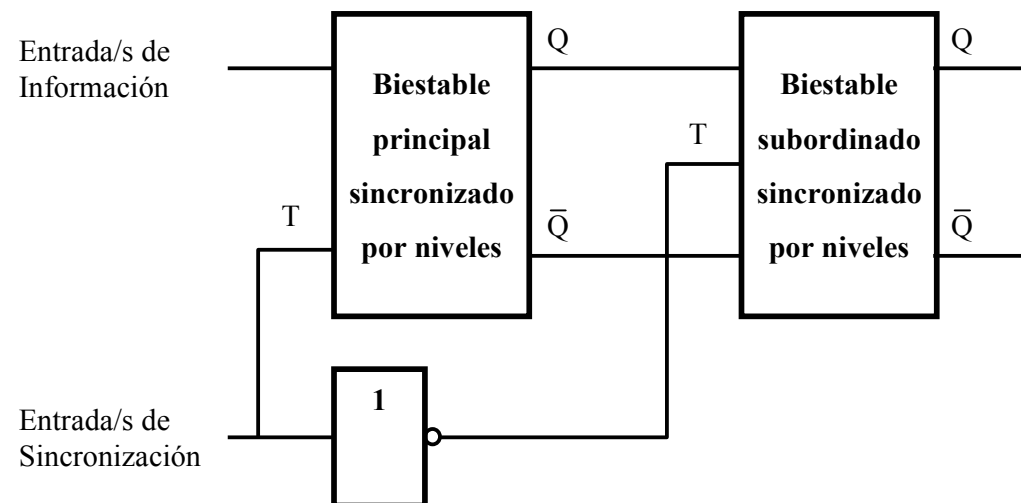
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCROINIZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL

### Biestable principal-subordinado (*Master-Slave*)

No es totalmente activado por flancos porque la información entra en el principal mientras la entrada de sincronización  $T$  se encuentra en el nivel lógico uno. Por el contrario, la salida de la información  $Q$  se produce por flanco porque la información aparece en ella cuando la entrada  $T$  cambia de uno a cero.

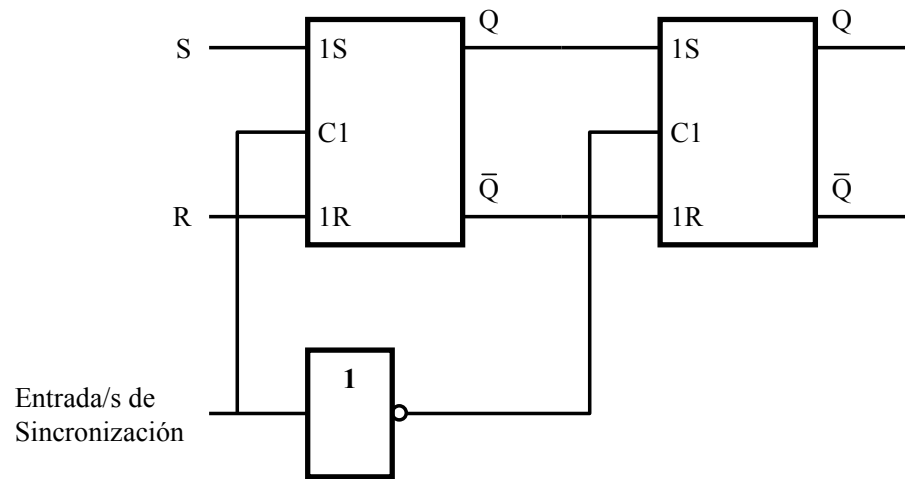
- Los biestables principal subordinado pueden ser  $R-S$ ,  $J-K$  o  $D$ .



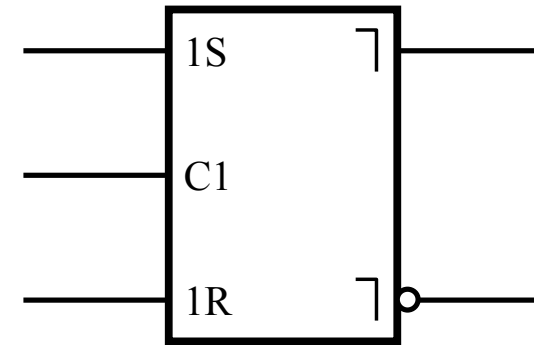
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCROZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL

### Bi stable R-S principal subordinado



Esquema

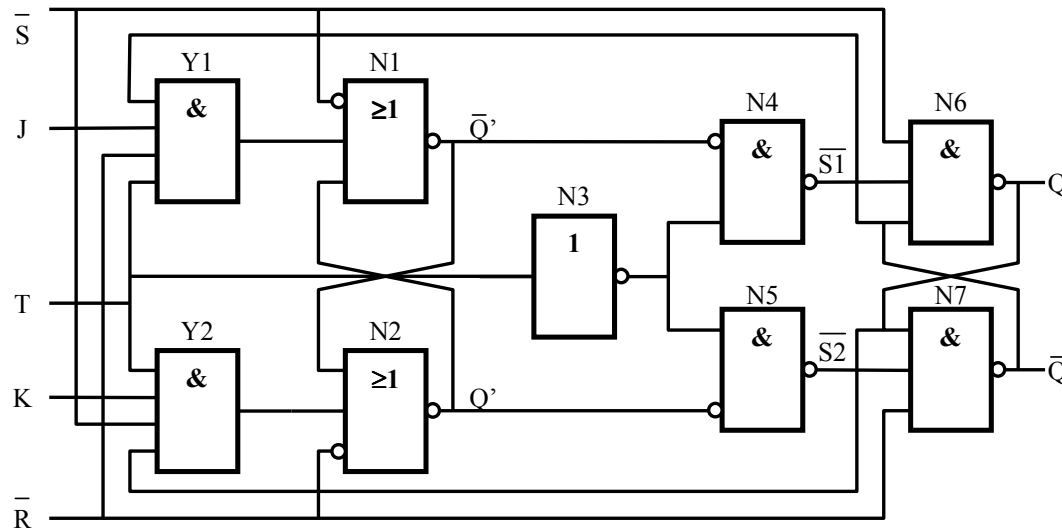


Simbolo normalizado

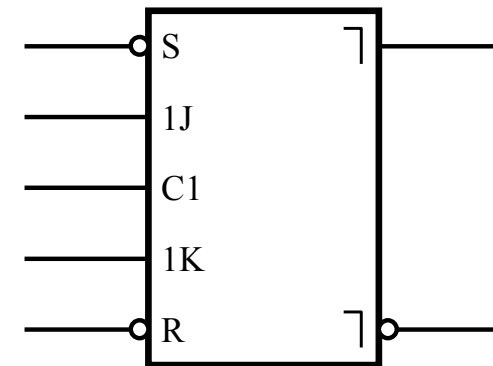
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL

### Biestable J-K principal subordinado con entradas R y S asíncronas



Esquema



Simbolo normalizado

# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

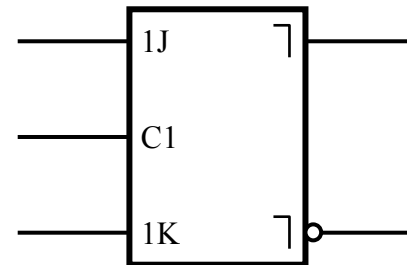
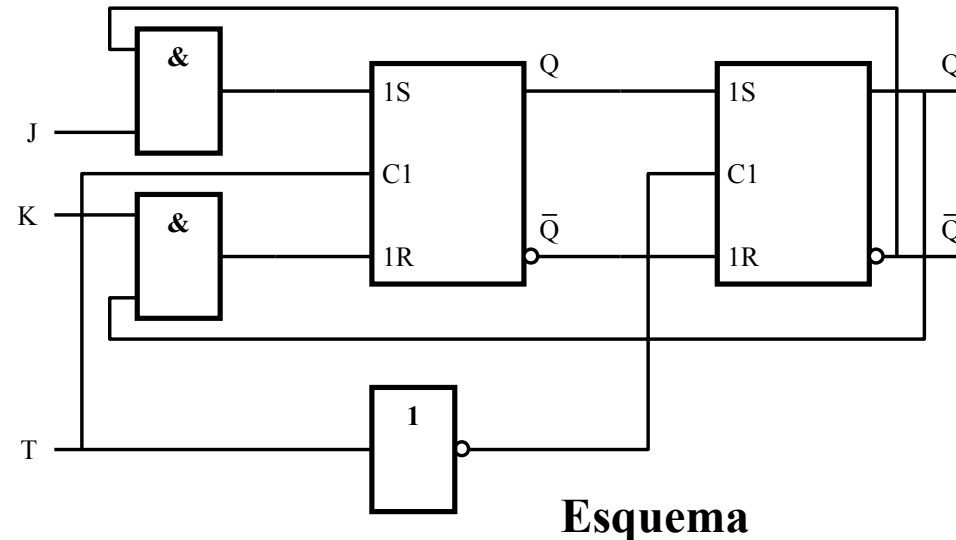
## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL

### Biestable J-K principal subordinado

J	K	$y_{t+1}$
0	0	$y_t$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{y}_t$

$$Q_{t+1} = J\bar{Q}_t + \bar{K}Q_t$$

Ecuacion caracteristica



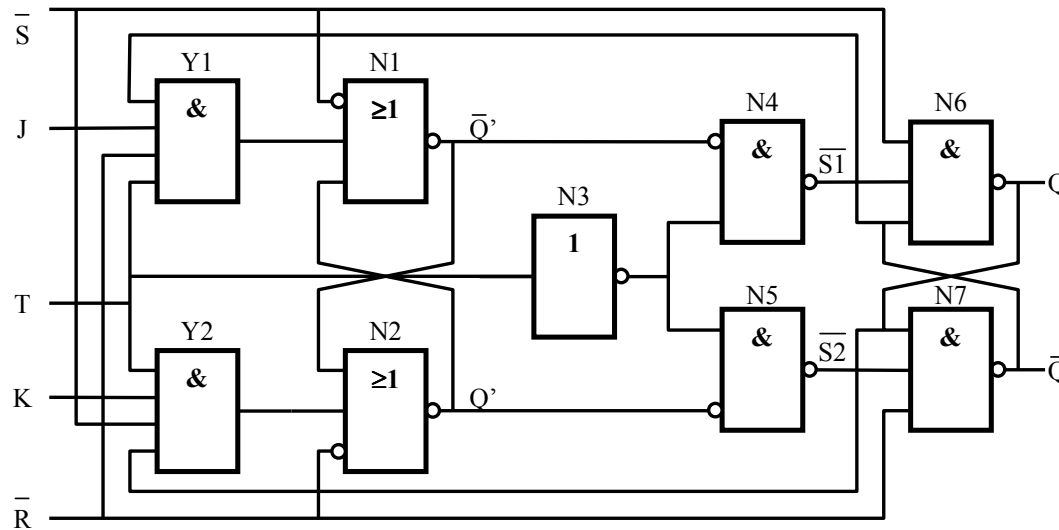
Simbolo normalizado



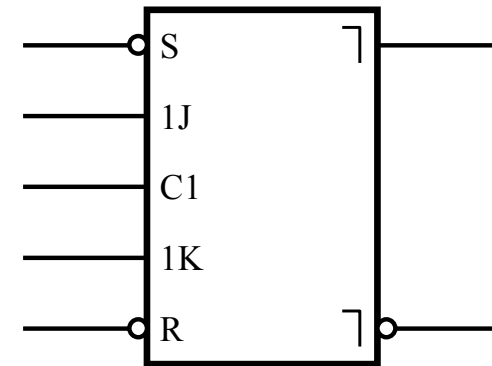
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL

### Bi stable J-K principal subordinado con entradas R y S asíncronas



Esquema



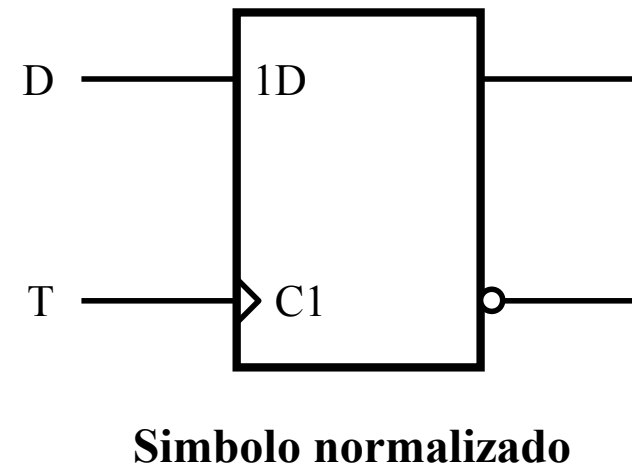
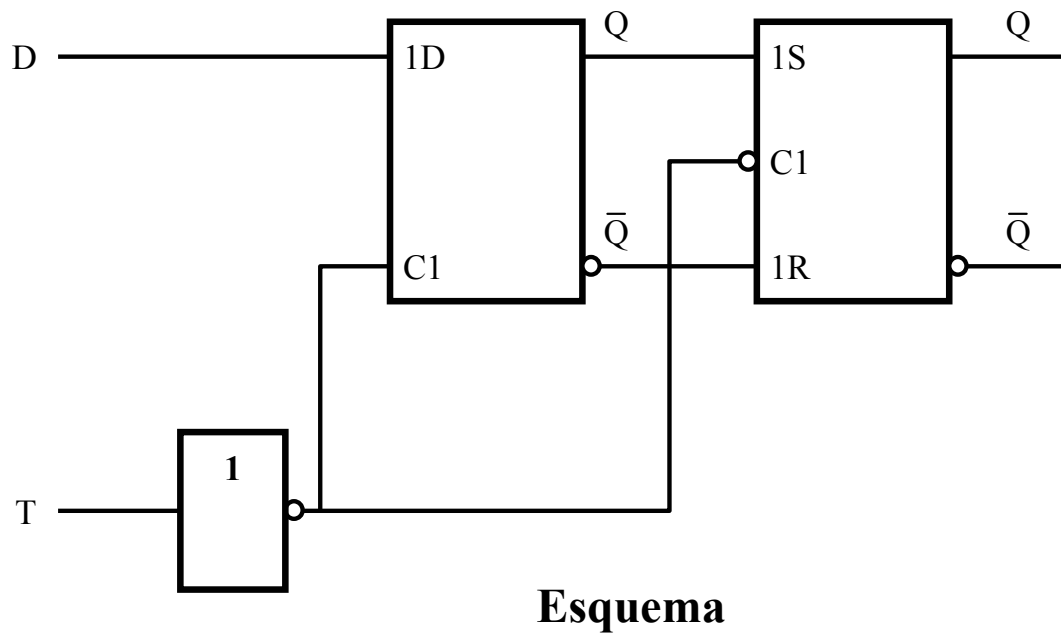
Simbolo normalizado

# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS MEDIANTE CAMBIOS DE NIVEL

### Biestable D principal subordinado

Es un biestable totalmente activado por flancos



# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

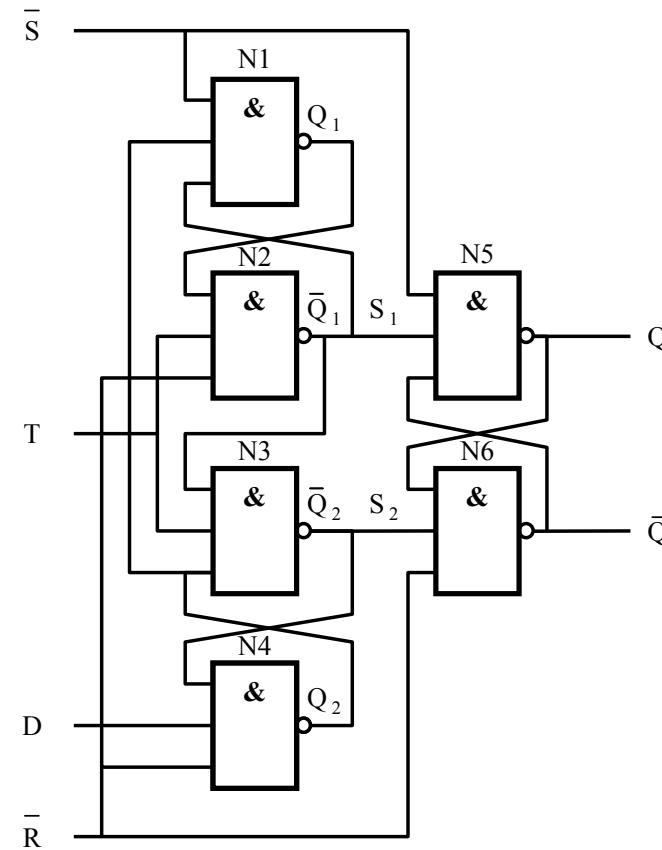
## BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS

### Bi stable D activado por flancos (*Edge triggered*)

D	$Q_t$	$Q_{t+1}$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

D	$Q_{t+1}$
0	0
1	1

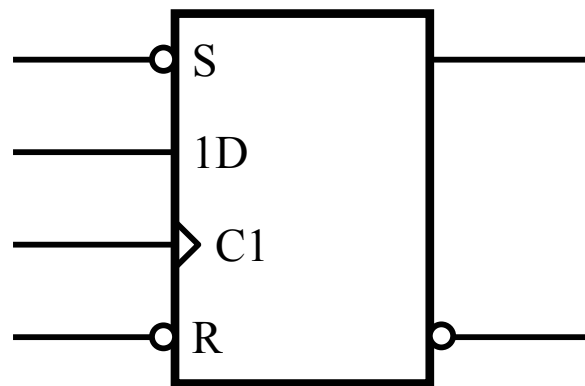
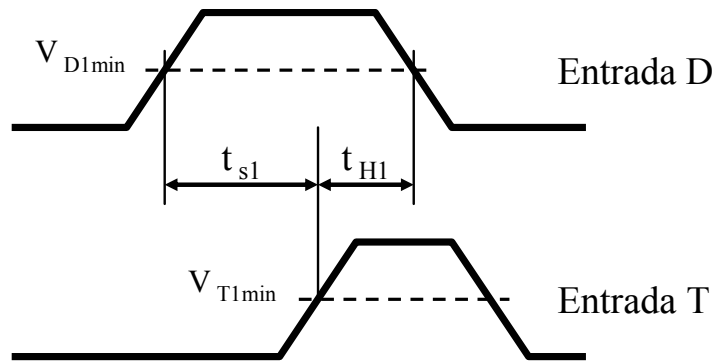


Esquema

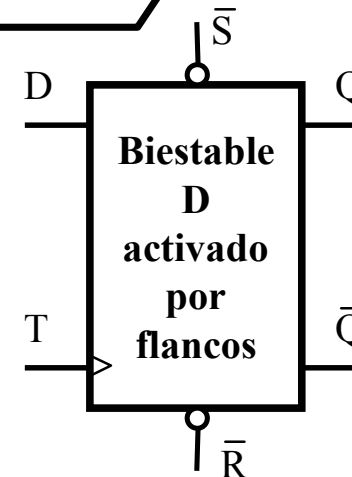
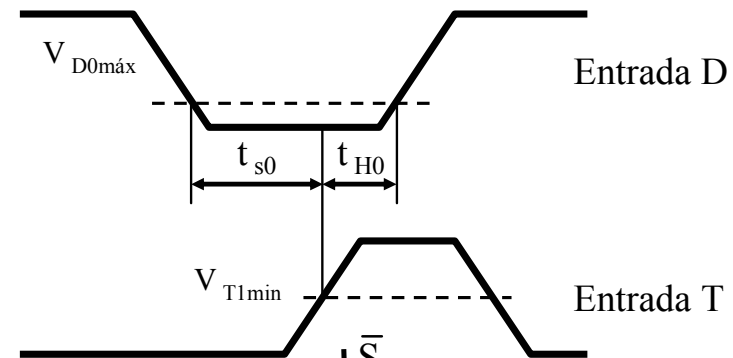
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS

### Biastable D activado por flancos (*Edge triggered*)



Simbolo normalizado

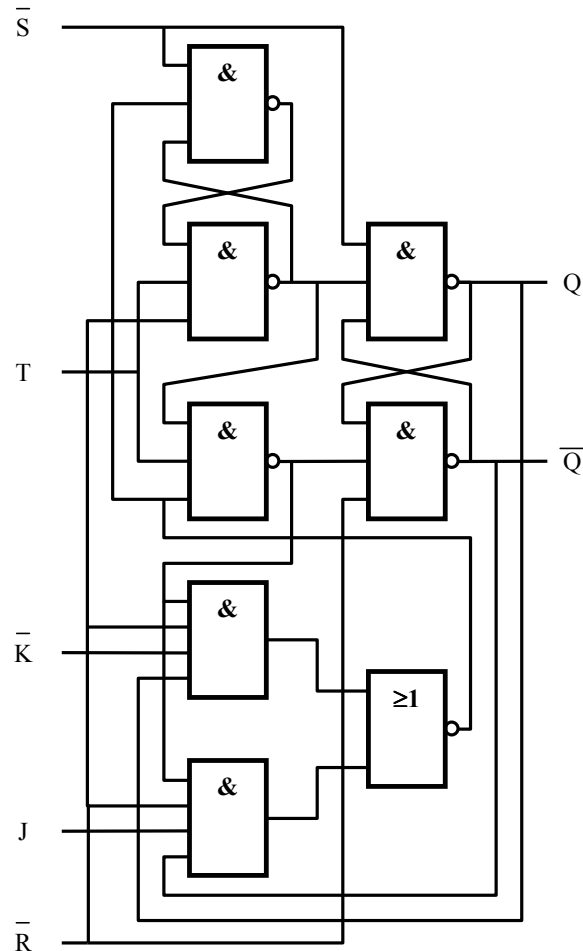


Simbolo no normalizado

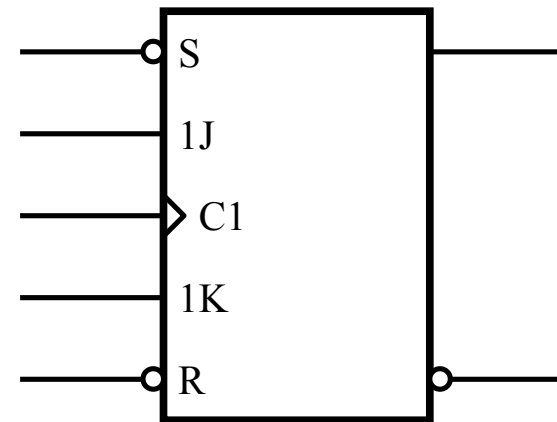
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS

### Biastable J-K activado por flancos (*Edge triggered*)



Esquema



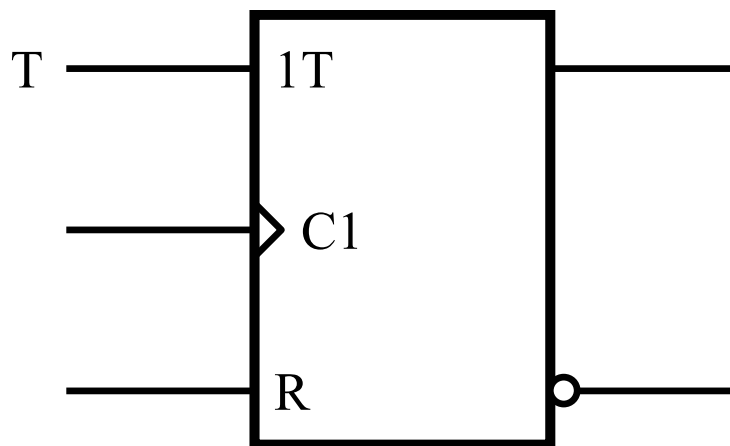
Simbolo normalizado

## SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

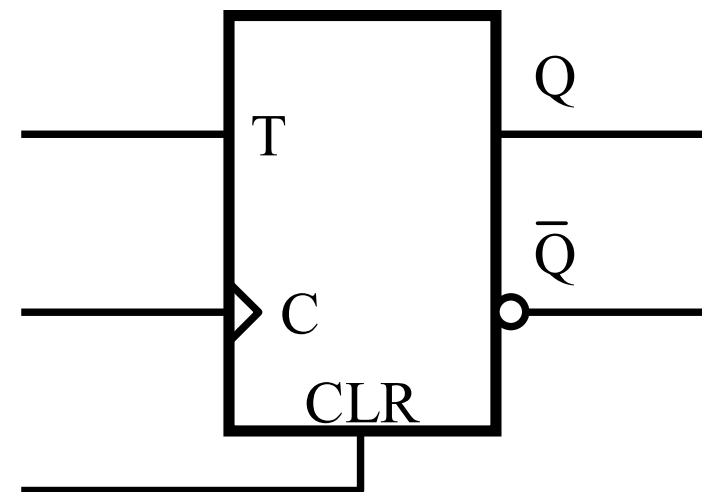
### BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS

#### Biestable T (*Toggle*) activado por flancos (*Edge triggered*)

Al aplicar un flanco activo a la entrada de sincronización el biestable permanece en el estado en el que se encuentra si el nivel de  $T$  es un cero lógico y por el contrario, cambia de estado si el nivel de  $T$  es un uno lógico



Simbolo normalizado



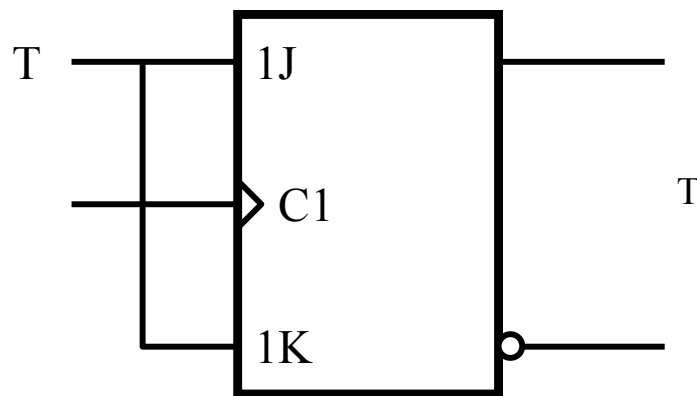
Simbolo no normalizado

# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

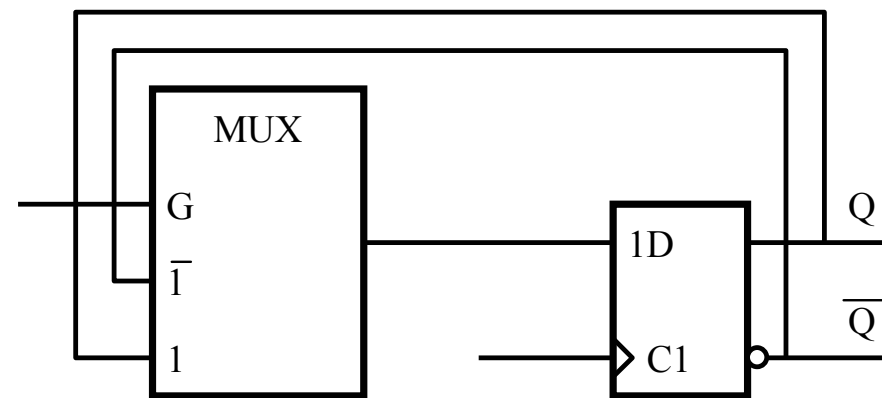
## BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS

**Bi**stable T (*Toggle*) activado por flancos (*Edge triggered*)

Se puede implementar con un biestable J-K o con un biestable D activados por flancos.



Con biestable J-K

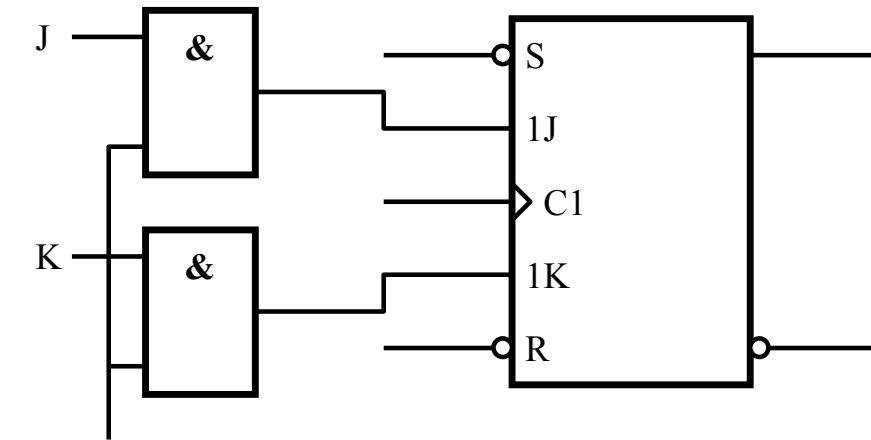


Con biestable D

# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

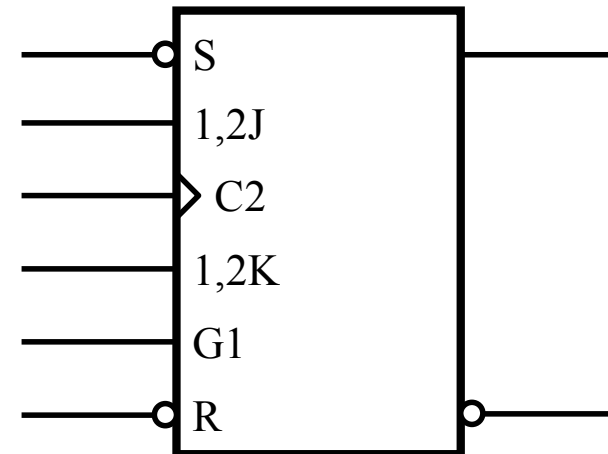
## BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS CON ENTRADA DE INHIBICIÓN

### Biastable J-K



G (Enable)

Esquema



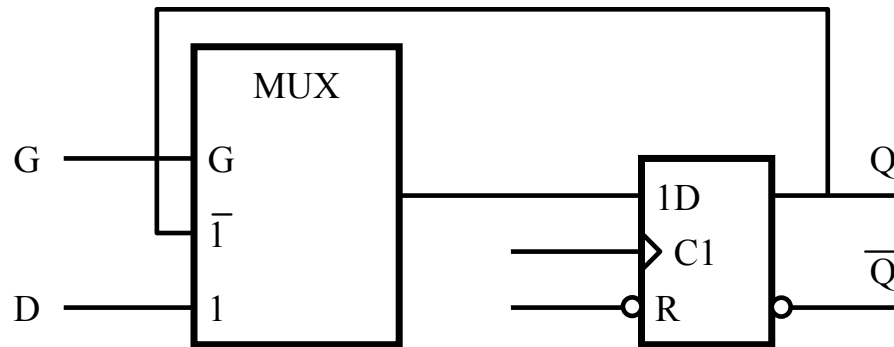
Simbolo normalizado



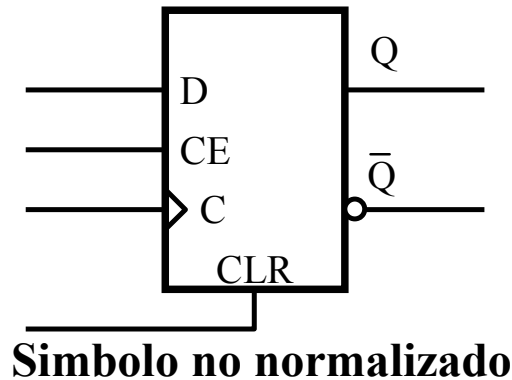
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS CON ENTRADA DE INHIBICIÓN

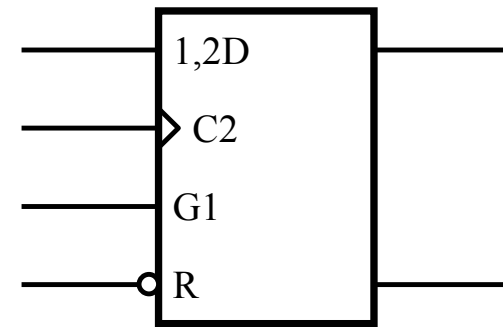
### Biostable D



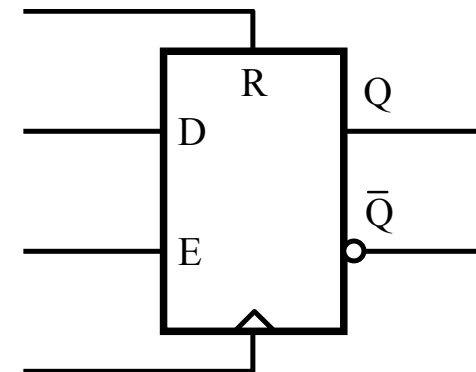
Esquema



Simbolo no normalizado



Simbolo normalizado

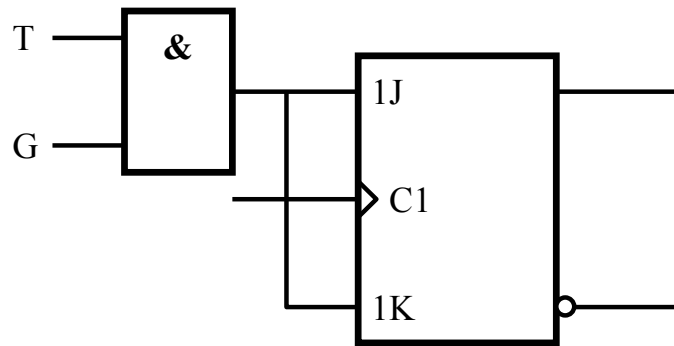


Simbolo no normalizado

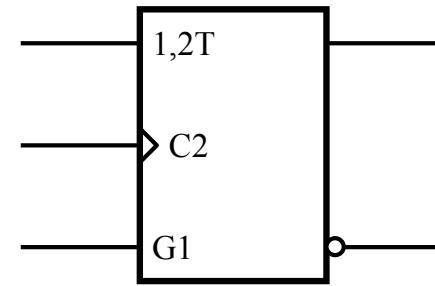
# SISTEMAS SECUENCIALES SÍNCRONOS

## BIESTABLES SINCRONIZADOS ACTIVADOS POR FLANCOS CON ENTRADA DE INHIBICIÓN

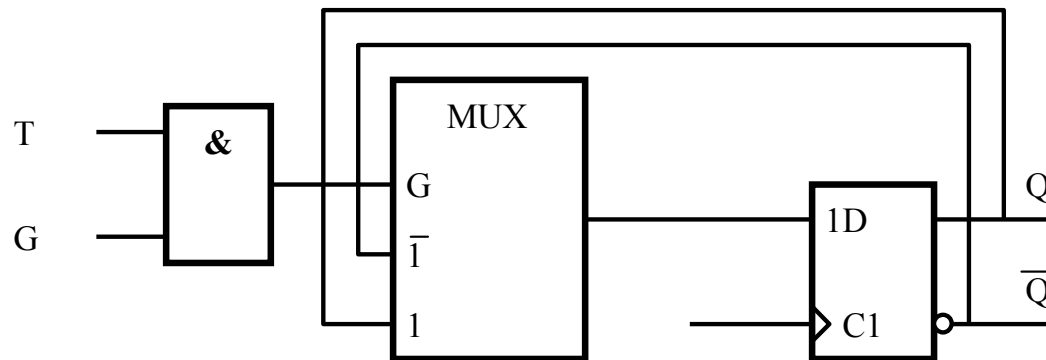
### Bi stable T



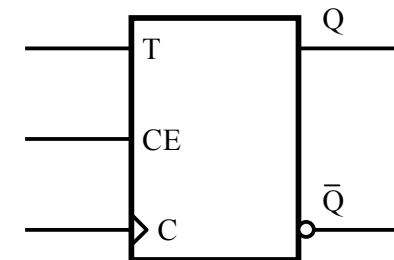
Esquema



Simbolo normalizado



Esquema



Simbolo no normalizado