

# FLIP-FLOPS

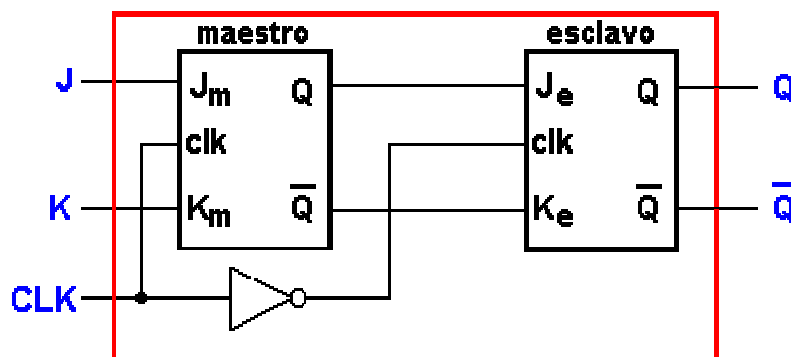
## Introducción

Uno de los elementos básicos de memoria son los llamados Flip Flops. El estado de un flip flop cambia por un cambio momentáneo en sus entradas. Este cambio se denomina disparo (trigger). En los latch básicos definidos al comienzo (SR con compuertas NAND o NOR) se necesitaba un disparo de entrada definido por un cambio de nivel. Este nivel debe regresar a su nivel inicial antes de aplicar otro disparo. Los FF con reloj eran disparados por pulsos. La realimentación entre la circuiteria combinacional y el elemento de memoria puede producir inestabilidad, haciendo que el FF cambie varias veces durante la duración de un pulso de reloj por lo que el intervalo de tiempo desde la aplicación del pulso hasta que ocurre la transición de la salida es un factor critico que requiere un análisis que va mas allá de los requerimientos de este curso.

Una manera de resolver este problema es hacer que los FF sean sensitivos a la transición del pulso mas que a la duración. Hay dos maneras de hacerlo y que dan origen a dos tipos de flip flops: los flip flops maestro esclavo y los flip flops disparados por flanco.

## Flip-Flop maestro-esclavo

Un flip flop maestro-esclavo se construye con dos FF, uno sirve de maestro y otro de esclavo. Durante la subida del pulso de reloj se habilita el maestro y se deshabilita el esclavo. La información de entrada es transmitida hacia el FF maestro. Cuando el pulso baja nuevamente a cero se deshabilita el maestro lo cual evita que lo afecten las entradas externas y se habilita el esclavo. Entonces el esclavo pasa al el mismo estado del maestro. El comportamiento del flip-flop maestro-esclavo que acaba de describirse hace que los cambios de estado coincidan con la transición del flanco negativo del pulso.

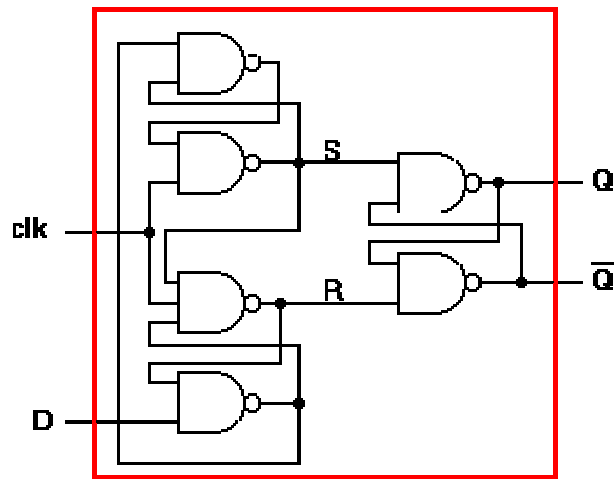


FLIP-FLOP JK MAESTRO-ESCLAVO

## Flip-Flop disparado por flanco

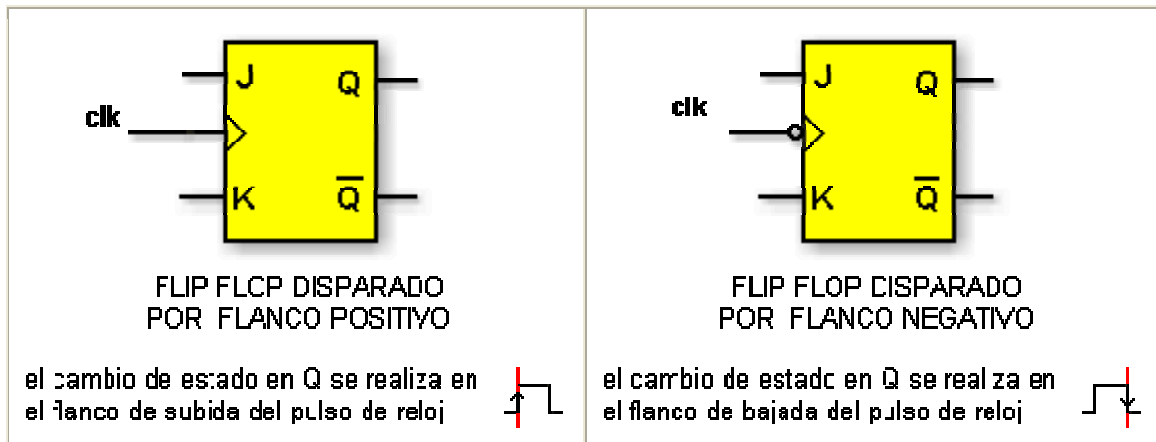
Otro tipo de FF que sincroniza el cambio de estado durante la transición del pulso de reloj es el flip flop disparado por flanco. Cuando la entrada de reloj excede un nivel de umbral específico ( threshold level), las entradas son

aseguradas y el FF no se ve afectado por cambios adicionales en las entradas hasta tanto el pulso de reloj no llegue a cero y se presente otro pulso.



### FLIP-FLOP D DISPARADO POR FLANCO POSITIVO

Algunos FF cambian de estado en la subida del pulso de reloj, y otros en el flanco de bajada. Los primeros se denominaran Flip flop disparados por flanco positivo y los segundos Flip flops disparados por flanco negativo. La distinción entre unos y otros se indicará con la presencia o ausencia de una negación en la entrada de reloj como se muestra en la figura.



Se utilizarán predominantemente FF disparados por flanco negativo (pulso de bajada).

## Parámetro de los Flip-Flops

Además de los parámetros característicos de la familia lógica a que pertenecen, como son niveles lógicos, fan-out., etc. Cabe destacar una serie de parámetros, más o menos normalizados, relativos a la temporización de las diferentes señales que intervienen en la conmutación de los flip-flops. De ellos cabe destacar los siguientes:

**Tiempo de establecimiento (SET UP TIME).** Es el tiempo anterior al flanco activo de toma de datos durante el cual las entradas no deben cambiar.

**Tiempo de mantenimiento (HOLD TIME).** Es el tiempo posterior al flanco activo de toma de datos durante el cual las entradas no deben cambiar.

**Frecuencia máxima de reloj.** Es la frecuencia máxima admisible de la señal de reloj que garantiza el fabricante.

**Duración del tiempo alto de reloj.** Es el tiempo mínimo que debe durar la parte alta del impulso de reloj.

**Duración del tiempo bajo de reloj.** Es el tiempo mínimo que debe durar la parte baja del impulso de reloj.

**Tiempo bajo de PRESET Y CLEAR.** Es el tiempo mínimo que debe activarse las entradas asíncronas para garantizar su funcionamiento.

**Tiempo de retardo o propagación.** Es el tiempo que transcurre desde el flanco activo del reloj que produce la conmutación y el momento en que ésta tiene lugar.

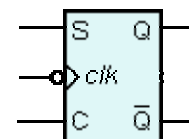
## Flip Flop tipo S R

La operación del FF S R disparado por flanco es similar a la operación analizada anteriormente, con la diferencia de que el cambio de estado se efectúa en el flanco de bajada del pulso de reloj. El estado  $S=R=1$  sigue siendo un estado prohibido.

La tabla característica resume el comportamiento del FF tipo S R disparado por flanco negativo.

TABLA CARACTERISTICA

S	C	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	0
1	0	1
1	1	?



SIMBOLO

ECUACION CARACTERISTICA

$$Q_{n+1} = S + \bar{C} Q_n$$

## Flip Flop tipo J K

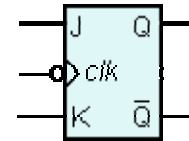
La operación de un FF tipo J K es muy similar a la de un FF S C. La única diferencia es que no tiene un estado inválido.

Para la condición  $J=K=1$  el FF complementa el estado presente.

La tabla característica resume el comportamiento del FF tipo J K disparado por flanco negativo.

TABLA CARACTERISTICA

J	K	$Q_{n+1}$
0	0	$Q_n$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}_n$



SIMBOLO

ECUACION CARACTERISTICA

$$Q_{n+1} = J \overline{Q}_n + \overline{K} Q_n$$

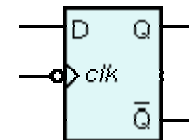
## Flip Flop tipo D

La operación de un FF tipo D es mucho más simple. Solo posee una entrada además de la del reloj. Se le denomina "data" y es muy útil cuando queremos almacenar un dato de un bit (0 o 1). Si hay un 1 en la entrada D cuando se aplica el pulso de reloj la salida Q toma el valor de 1 (SET) y lo almacena. Si hay un 0 en la entrada D, cuando se aplica el pulso de reloj la salida toma el valor de 0 (RESET) y lo almacena. El cambio en la salida del FF se efectúa en el flanco de bajada del reloj.

La tabla característica resume el comportamiento del FF tipo D disparado por flanco negativo.

TABLA CARACTERISTICA

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



SIMBOLO

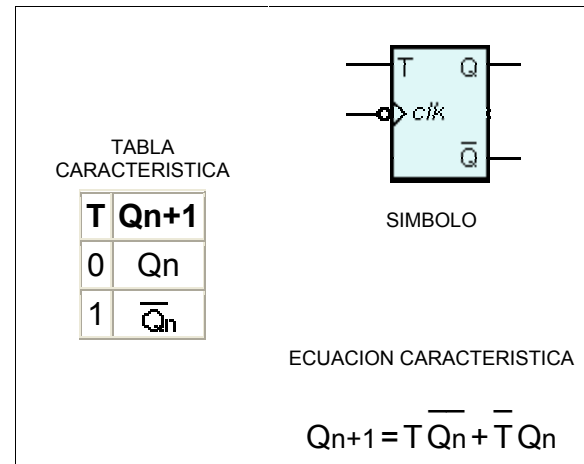
ECUACION CARACTERISTICA

$$Q_{n+1} = D$$

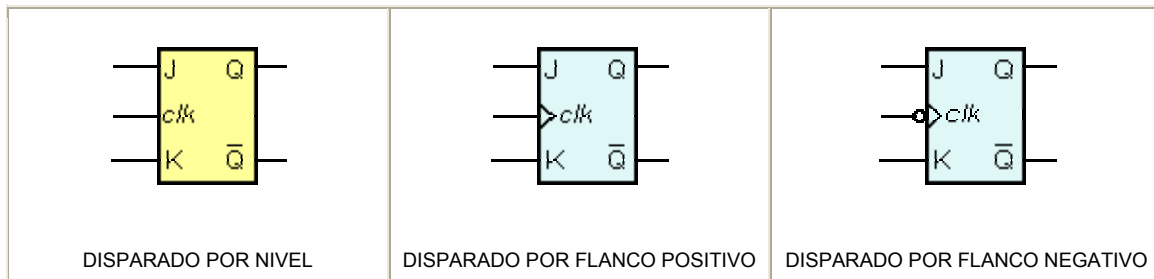
## Flip Flop tipo T

Solo posee una entrada además de la del reloj. Se le denomina "toggle".  
 Si hay un 0 en la entrada T, cuando se aplica el pulso de reloj la salida mantiene el valor del estado presente.  
 Si hay un 1 se complementa

La tabla característica resume el comportamiento del FF tipo T disparado por flanco negativo.

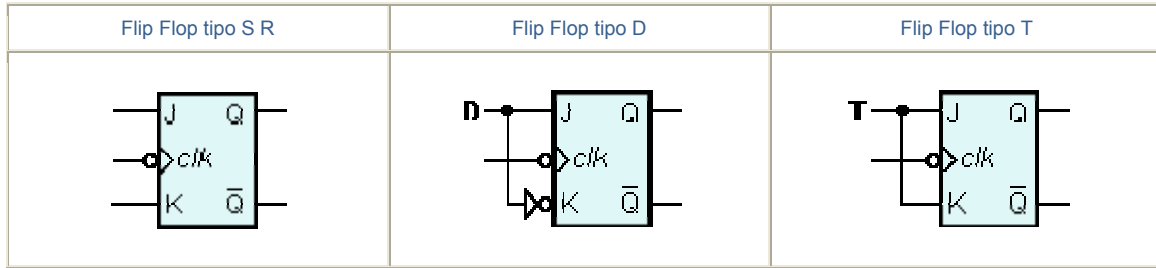


Para el caso de los FF disparados por flanco positivo la diferencia es que el cambio de estado ocurre en la subida del pulso de reloj.  
 La diferencia básica entre flip flops disparados por flanco y los disparados por nivel, analizados en la guía anterior es que en los disparados por flanco los cambios se efectúan en el frente de bajada o en el de subida del pulso de reloj, y aunque las entradas cambien de valor durante la duración del pulso, no se efectúan cambios hasta el siguiente pulso de reloj. En los flip flops disparados por nivel en cambio el flip flop responde a los cambios de las entradas mientras el pulso de reloj está en 1.  
 En cuanto a la representación los FF disparados por nivel no poseen el simbolo > en la entrada de reloj.



## Flip Flop tipo J K: flip flop universal

El FF JK puede considerarse como el flip flop universal puesto que puede configurarse para obtener los demás flip-flops. En el cuadro a continuación se muestra el equivalente de cada uno de los tipos de flip flop en función del J K.



### Problema

Complete el diagrama de tiempo para un flip flop JK considerando las 3 casos diferentes:

- disparado por nivel
- disparado por flanco positivo
- disparado por flanco negativo

