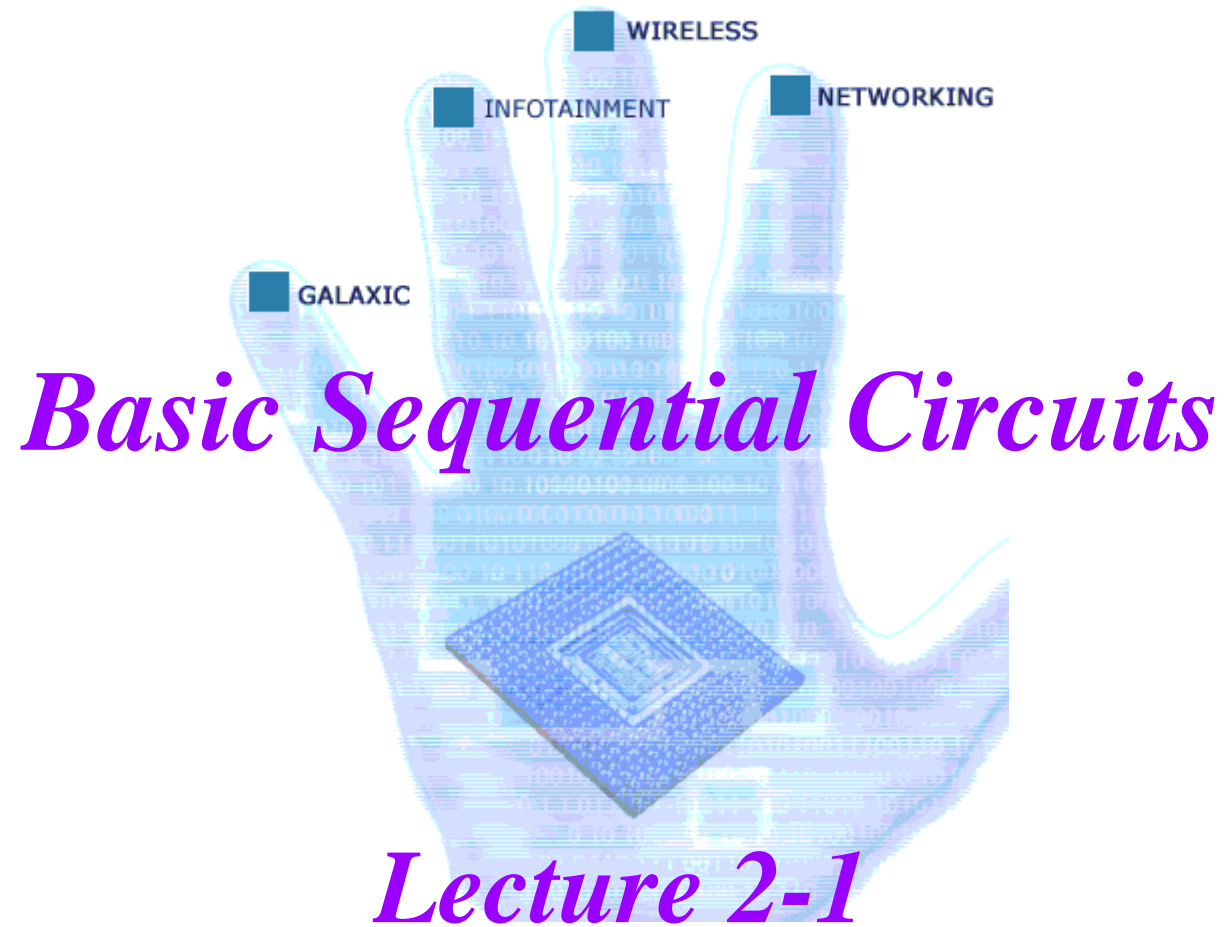




Digital System Design Course



Basic Sequential Circuits

Lecture 2-1



Contadores I

Circuitos secuenciales básicos

❑ Los *circuitos secuenciales básicos* son de **propósito general**:

❖ circuitos lógicos que *no se diseñan*: **ICs**

- Latches
- Flop-flops
- Registros
- Registros de desplazamiento
- Contadores:

- **Asíncronos**

- » 2^N



Contadores

❑ Consideraciones

- ❖ Un contador es un arreglo de Flip-Flops que progresa de estado en estado, en respuesta a un suceso.
- ❖ Un suceso puede ser un ciclo de una señal de reloj.
- ❖ En cualquier caso, el contador cuanta el número de sucesos.
- ❖ Un Flip-Flop tiene 2 estados y n Flip-Flops tienen 2^n estados.

Contadores

- ❖ El estado de un arreglo de n Flip-Flops se especifica indicando cuales Flip-Flops se encuentran en el estado de **set** y cuales en **reset**.
- ❖ El módulo es el número de estados que atraviesa el contador antes de volver al estado inicial.
- ❖ Un contador implementado con n Flip-Flops puede tener un módulo máximo de 2^n , es decir, un contador con n estados es llamado un **contador módulo n** , algunas veces llamado un contador que **divide por n** .

Contadores

- ❖ El contador módulo *n* más conocido es el contador binario de *n-bit*.
- ❖ El contador binario de *n-bit*, tiene *n* Flip-Flops y 2^n estados.
- ❖ El contador puede contar en cualquier código: binario, BCD, Gray, etc.

Contadores

❖ Los contadores digitales que cuentan números binarios tienen las siguientes propiedades:

- El número máximo a contar: El módulo
- Cuenta ascendente o descendente: El sentido de conteo.
- Operación Síncrona o Asíncrona: El módulo de reloj.

Asíncronos: Para que un FF cambie de estado, debe cambiar de estado el FF anterior. Contador de Rizado : Ripple.

Síncronos: Todos los FFs cambian a la vez, es decir cambian simultáneamente.

- De conteo libre o auto parada.

Contadores Asíncronos / Ripple

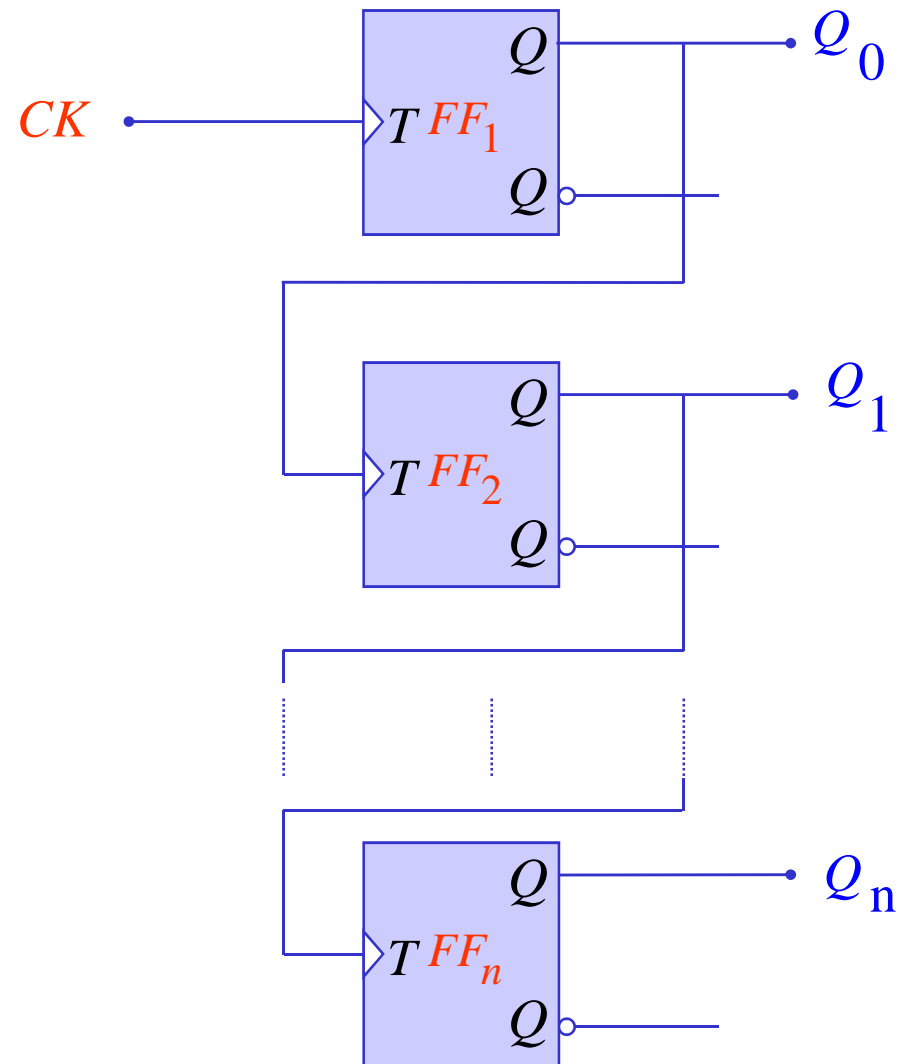
- ❑ Estructura general de un Ripple Counter de n-bits.
 - ❖ La información de los bits se transporta como una onda, es decir a la vez desde los bits menos significativos hasta los bits más significativos.
 - ❖ Para la implementación de un Contador Ripple se utilizan Flip-Flop tipo T.
 - ❖ Los contadores pueden ser usados para dividir la frecuencia, es decir, la frecuencia es dividida por 2 sucesivamente a través de cada Flip-Flop.

Contadores Asíncronos / Ripple

- ❖ El contador puede contar en forma ascendente o descendente, dependiendo de cual salida Q utiliza como entrada para el siguiente Flip-Flop T.
 - Una cadena de Flip-Flop T disparados en flanco negativo cuenta en forma ascendente.
 - Una cadena de Flip-Flop T disparados en flanco positivo cuenta en forma descendente.

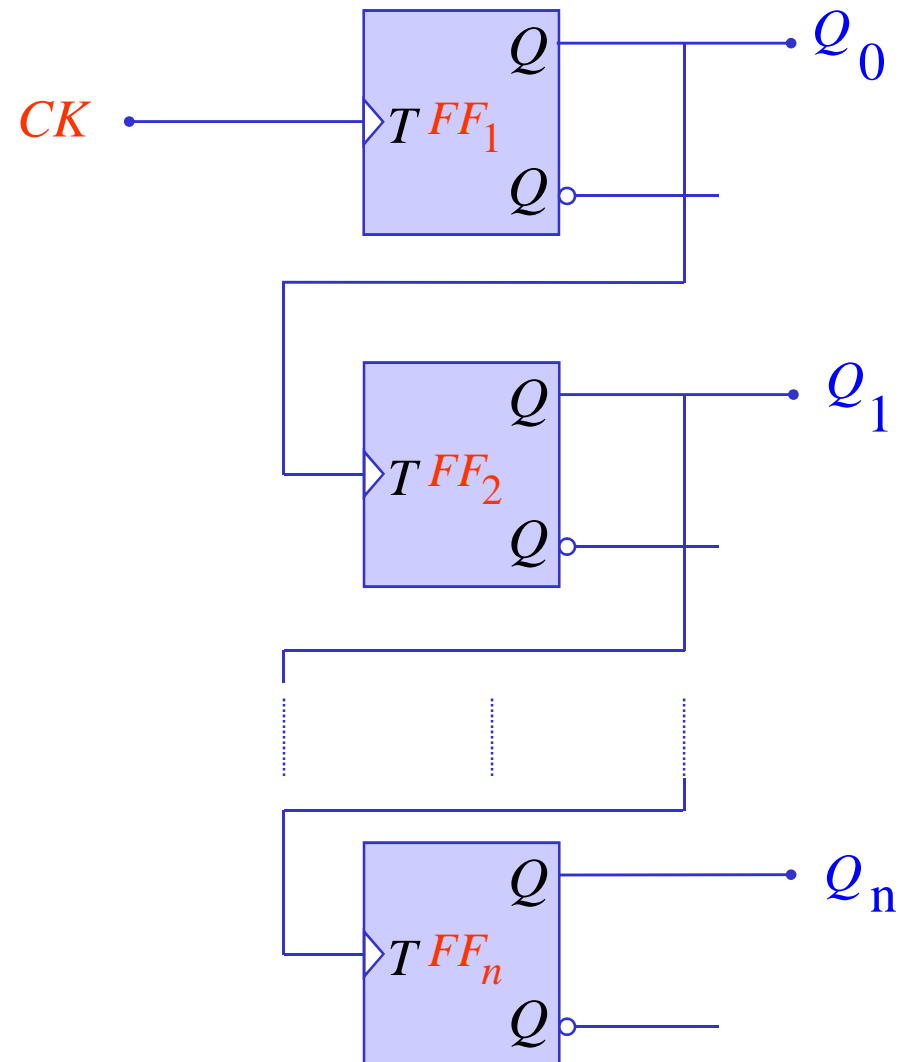
Contador Ripple en forma Ascendente / Descendente

❑ Diagrama Lógico: Contador *Descendente/Ascendente*.



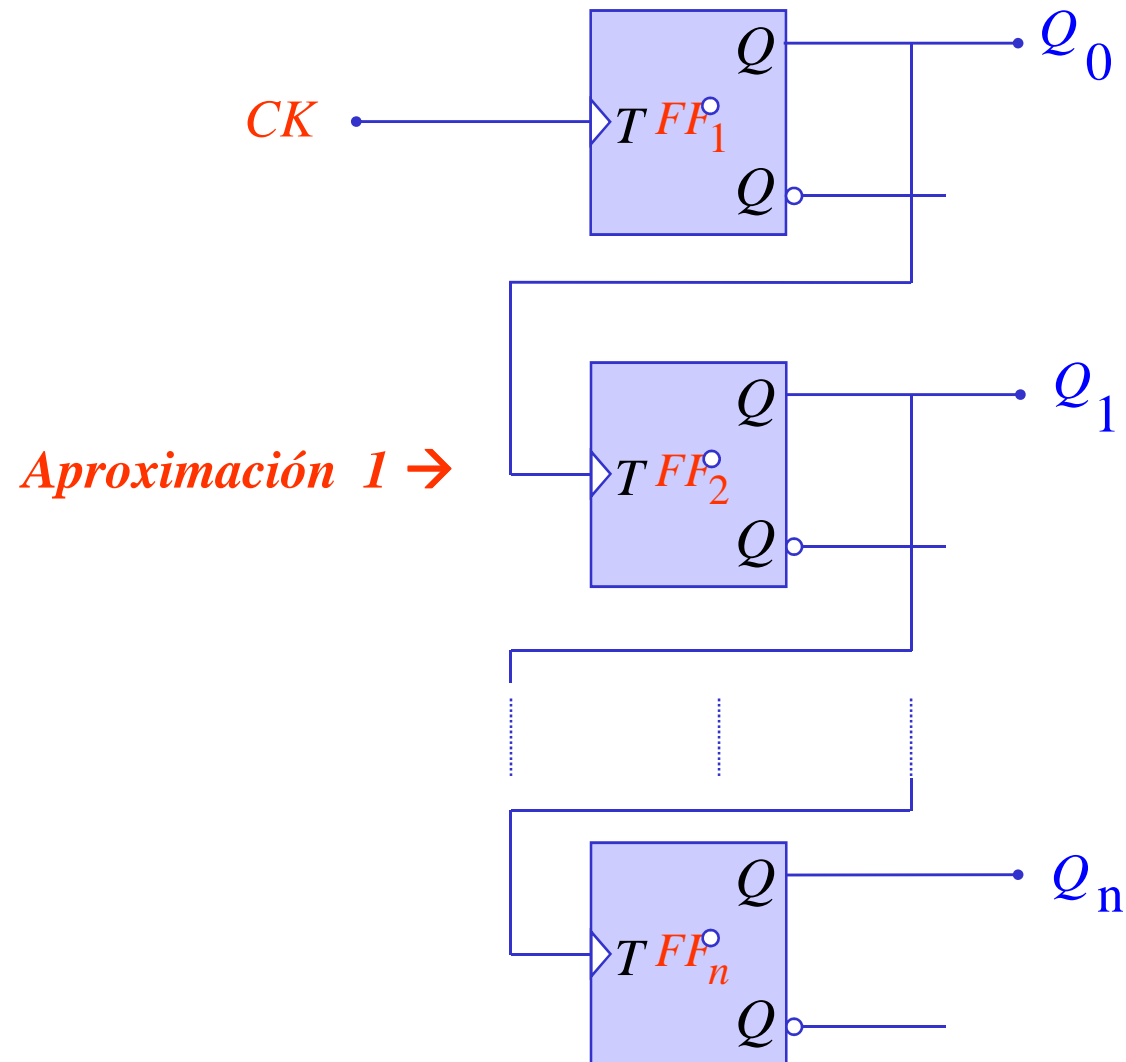
Contador Ripple en forma Ascendente / Descendente

❑ Diagrama Lógico: Contador Descendente.



Contador Ripple en forma Ascendente / Descendente

❑ Diagrama Lógico: Contador Ascendente.



Contador Ripple en forma Ascendente / Descendente

❑ Diagrama Lógico: Contador Ascendente.

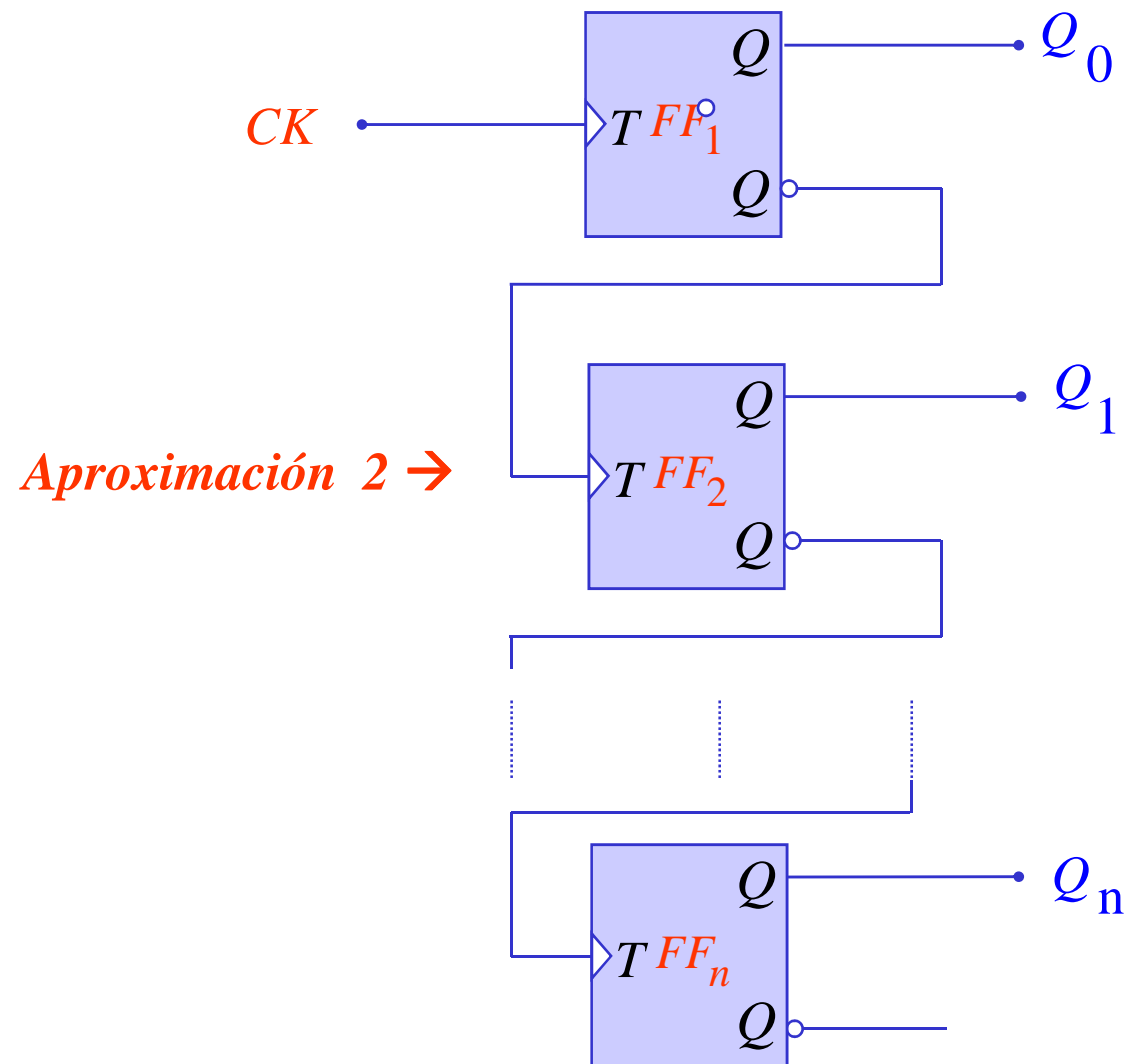


Diagrama de Timing: Contador Ripple Ascendente 3-bits.

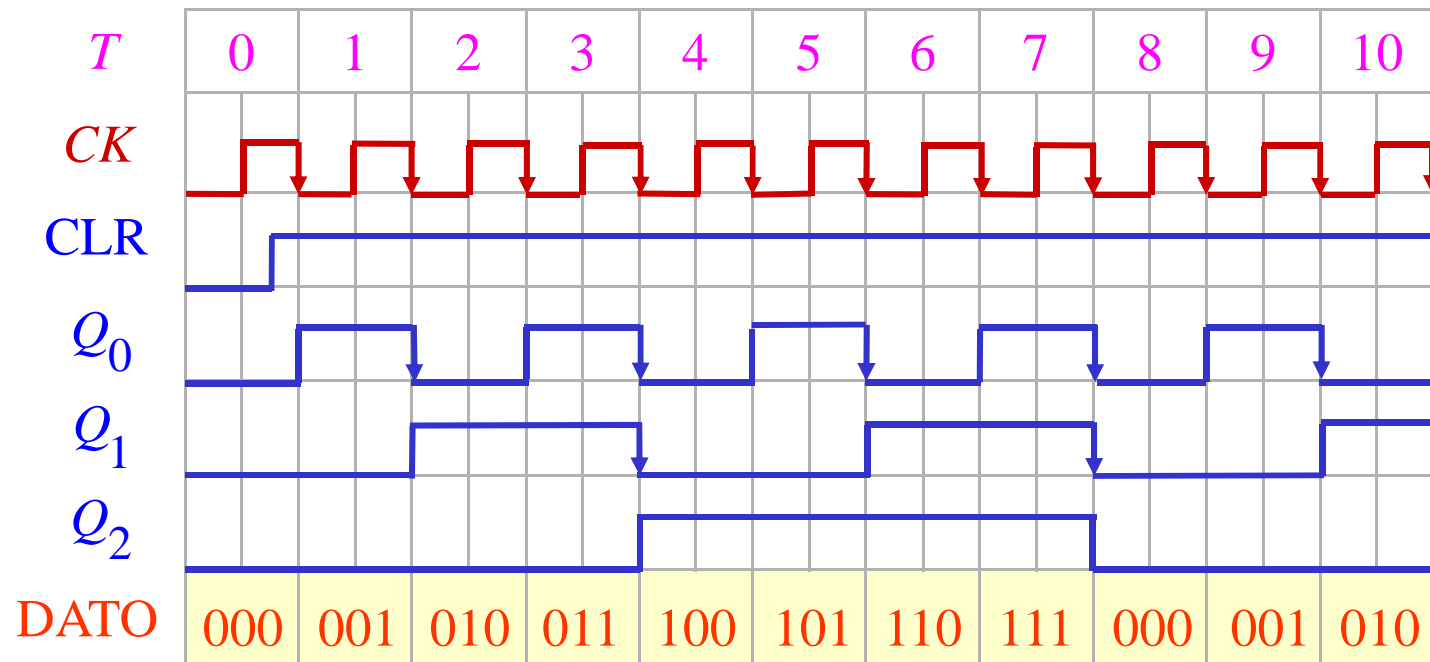
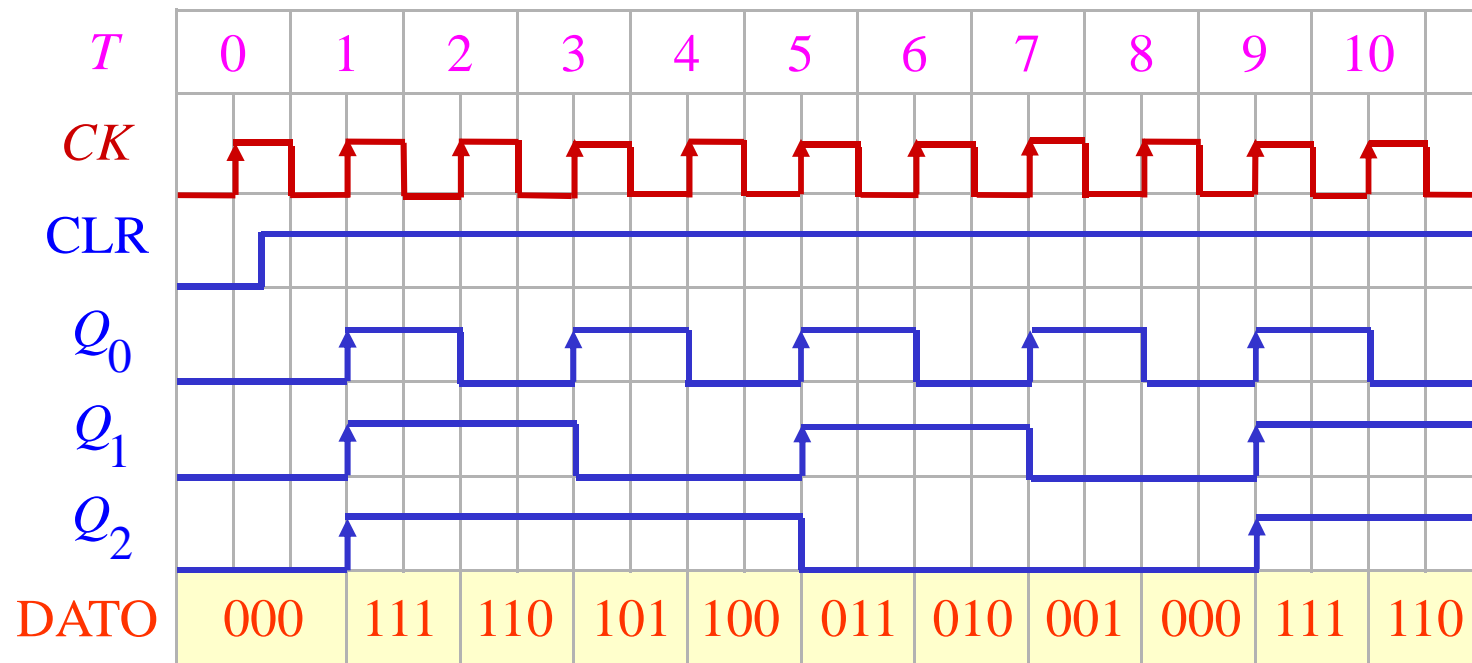











Diagrama de Timing: Contador Ripple Descendente 3-bits.



Contador Ripple 3-bits / Módulo 8










❑ Contador Ascendente

Módulo 8/3 bits

CK	Q ₂	Q ₁	Q ₀
	0	0	0
	0	0	1
	0	1	0
	0	1	1
	1	0	0
	1	0	1
	1	1	0
	1	1	1
	0	0	0

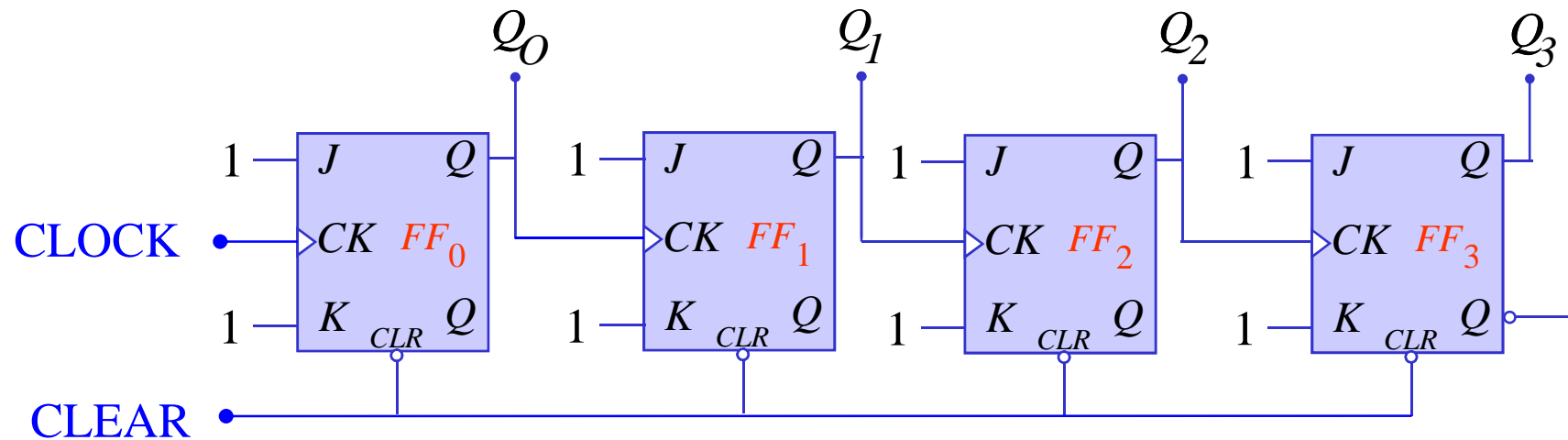
❑ Contador Descendente

Módulo 8/3 bits

CK	Q ₂	Q ₁	Q ₀
	1	1	1
	1	1	0
	1	0	1
	1	0	0
	0	1	1
	0	1	0
	0	0	1
	0	0	0
	1	1	1

Contador Ripple 3-bits / Módulo 8

❑ Diagrama Lógico: Contador Ripple 4 bits con FFS JK.



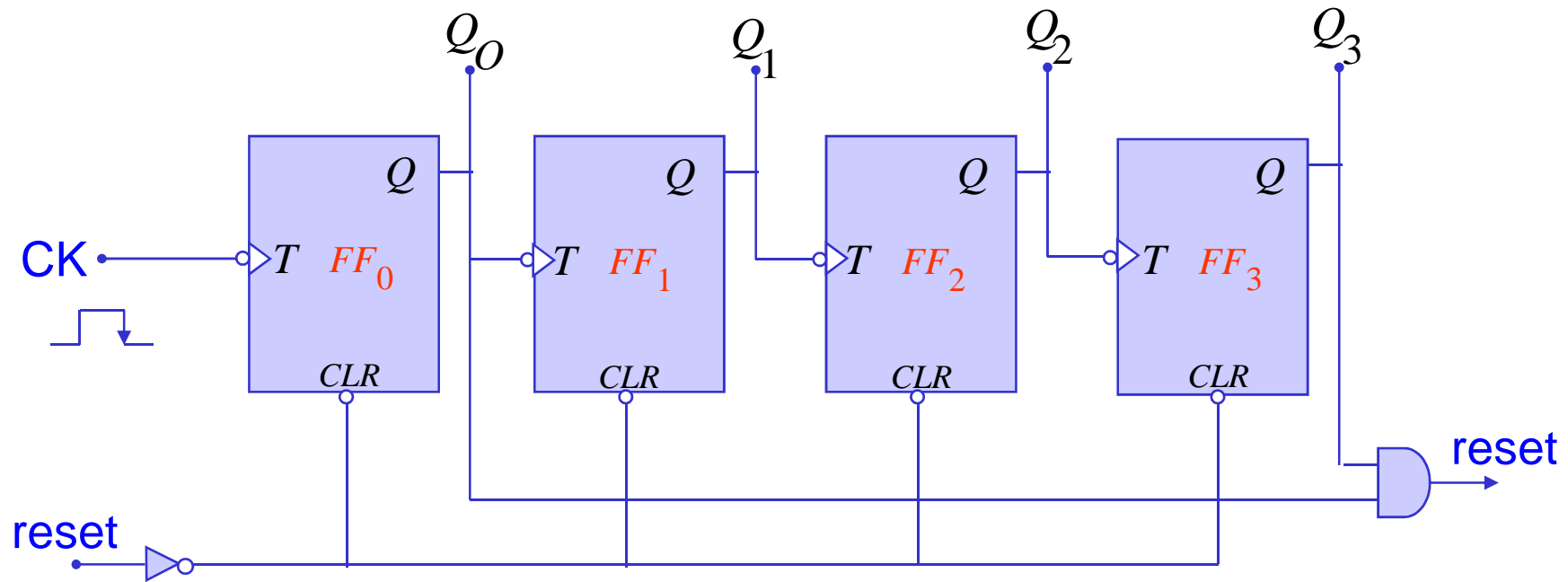
Contadores Ripple Ascendente Módulo 10

❑ Consideraciones

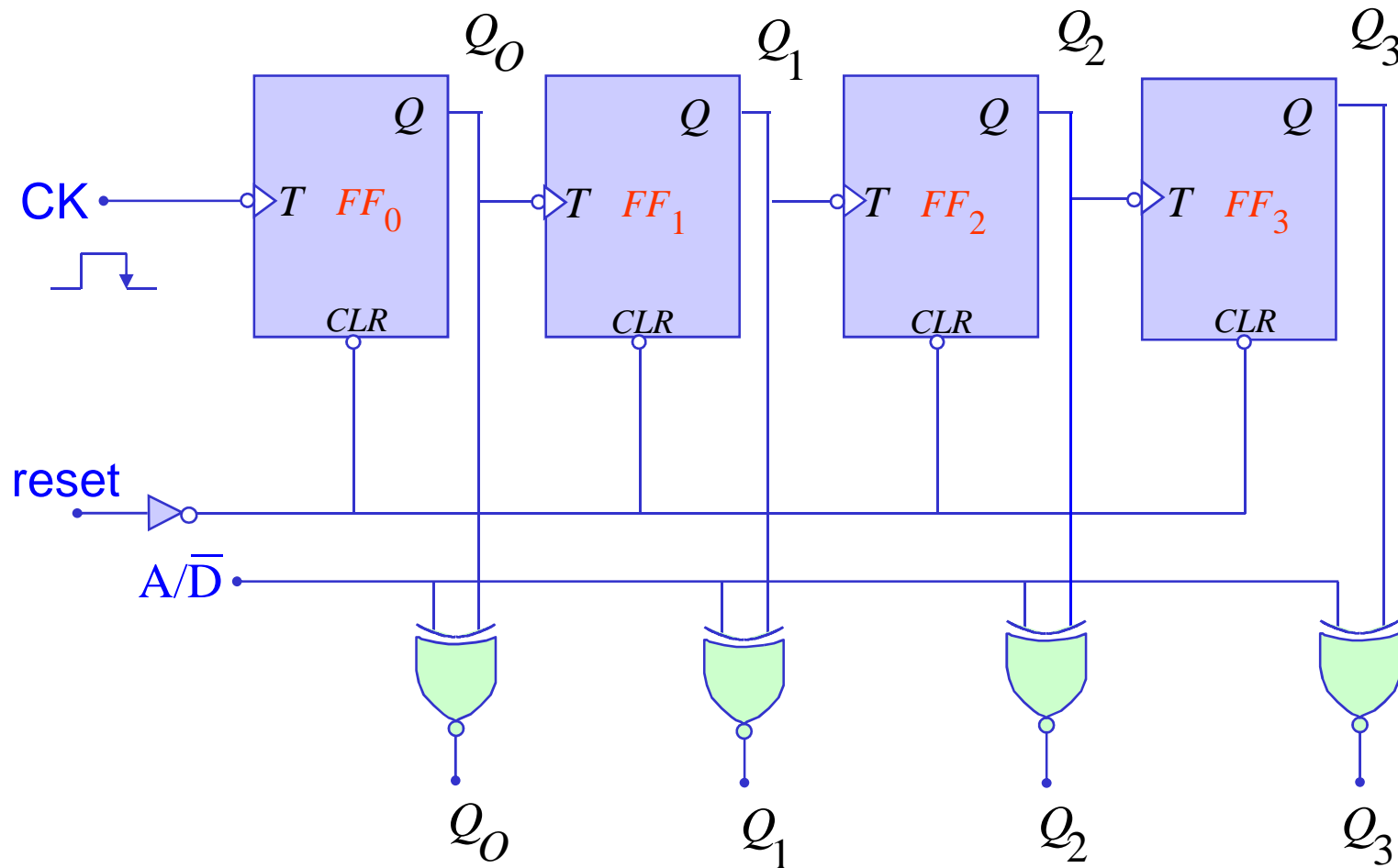
- ❖ Para diseñar un contador módulo variable, es necesario comparar la información binaria con el módulo deseado.
- ❖ Siempre se debe suministrar una señal de reset para inicializar el contador con el fin de evitar la posibilidad de iniciar un número mayor que el módulo.
- ❖ El contador módulo 10 cuenta desde 0000 hasta 1001: 0-9 es decir que cuando la cuenta sea 1001 se debe suministrar una señal de reset al contador para empezar de nuevo la cuenta.

Contadores Ripple Ascendente Módulo 10

- ❖ Para obtener la señal de reset se comparan los bits de los números binarios desde 0000 hasta 1001. En este caso 1001, es el único número binario con los bits $b_3, b_1 = 1$. Por lo tanto sólo se comparan estos bits y cuando ambos sean 1, se debe activar la señal de reset.



Contador Ripple Ascendente / Descendente : 4-bits / Módulo 16



$A/\bar{D} = 1$: Ascendente

$A/\bar{D} = 0$: Descendente