

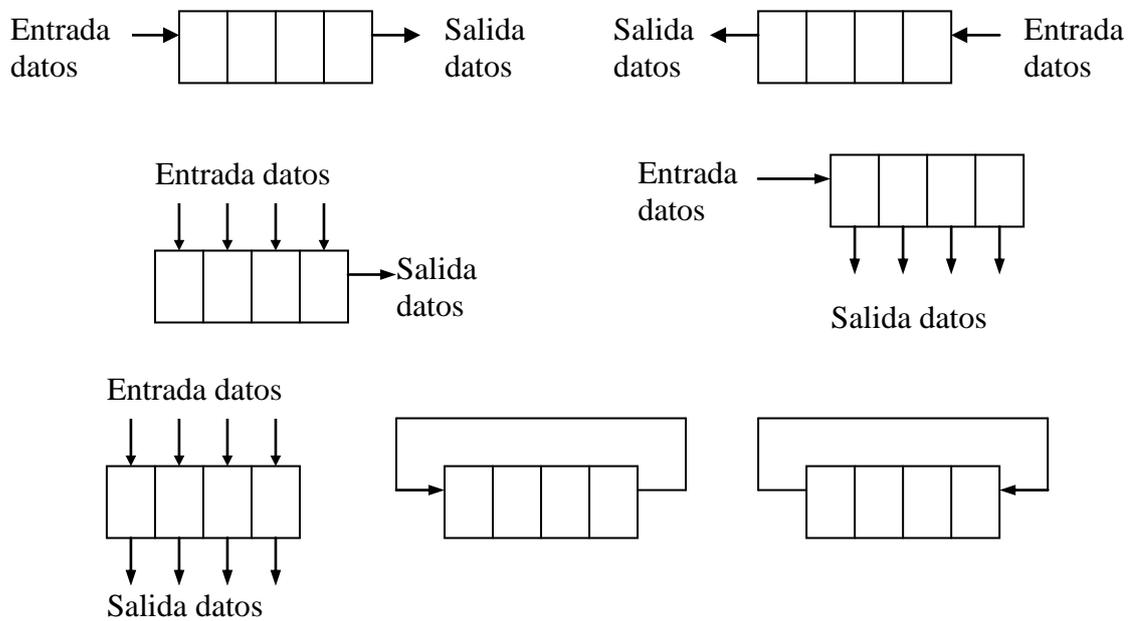
TEMA 7. Registros y contadores

1. Registros

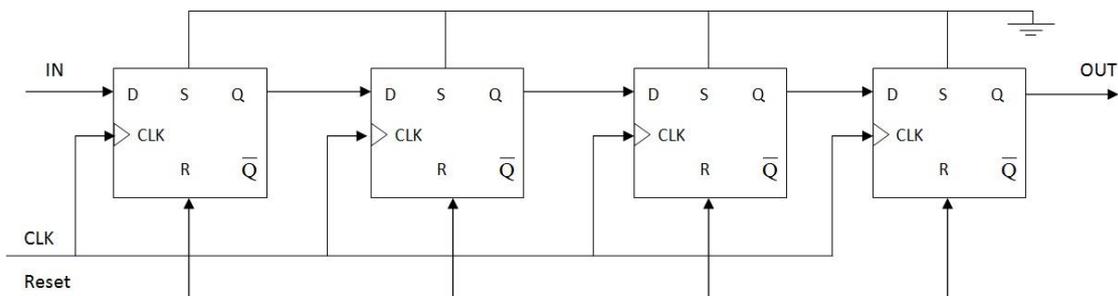
1.1. Definición.

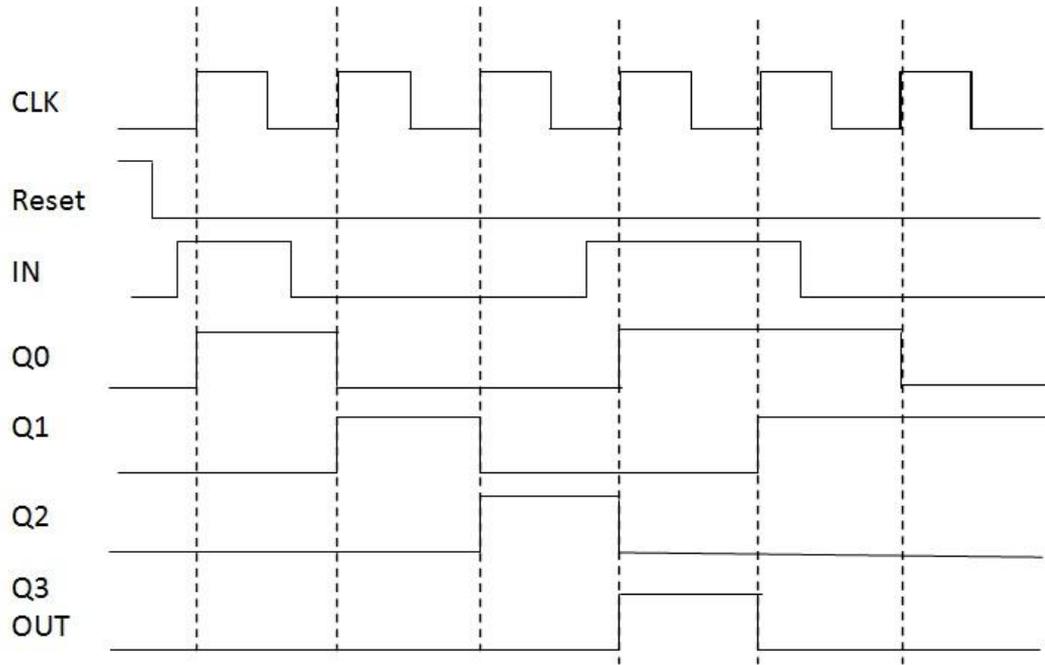
- Sistemas secuenciales **síncronos** formados por agrupaciones de biestables.
- Capacidad de almacenamiento simultaneo de varios bits.
- Capacidad de desplazar los datos.

1.2. Tipos

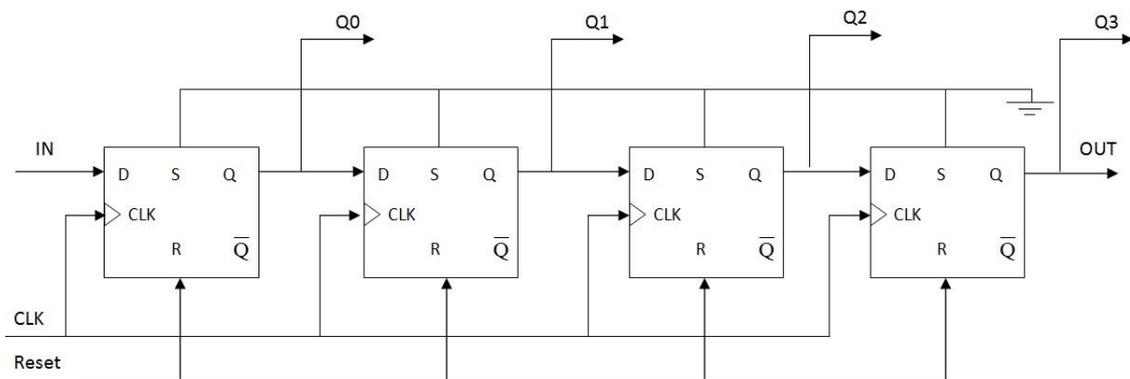


1.2.1. Registro de desplazamiento con entrada/salida serie de 4 bits

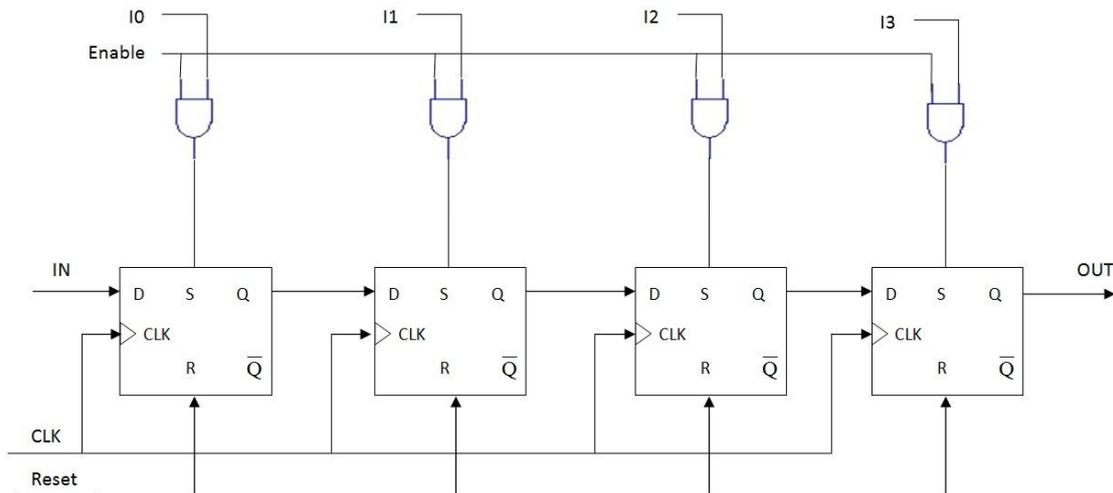




1.2.2. Registro de desplazamiento con entrada serie/salida paralelo de 4 bits



1.2.3. Registro de desplazamiento con entrada paralelo/salida serie de 4 bits



1.2.4. Registro de desplazamiento con entrada /salida paralelo de 4 bits

Igual que el anterior, teniendo acceso a las Qi.

1.2.5. Registro de desplazamiento bidireccional

Permite desplazamiento en ambos sentidos.

1.2.6. Registro de desplazamiento circular o contador en anillo

- Conectar la salida del último FF a la entrada del primero.
- Se anula la entrada serie \Rightarrow los datos se introducen en paralelo a través de las entradas asíncronas.

1.3. Aplicaciones

- Conversión del formato de datos en líneas de transmisión.
- Adaptación de transmisiones serie de diferentes velocidades.
- Conexión en cascada.

1.4. Integrados

7494	4-bit shift register PISO
74164	8-bit shift register SIPO
74299	4-bit universal PIPO shift register.

2. Contadores

2.1. Definición.

- Circuitos secuenciales que llevan la cuenta de una serie de pulsos de entrada y repiten su estado cada cierto número de pulsos.
- La **capacidad** del contador es el número más elevado que puede representar con sus salidas.
- El **Módulo** de un contador es el número de estados por los que pasa el contador durante un ciclo completo. $n \text{ FF} \Rightarrow 2^n$
- El estado de un contador se representa habitualmente por el equivalente decimal de las salidas de los FF.
- Los contadores pueden ser:
 - Binarios o no binarios (decimales o especiales).
 - Ascendentes o Descendentes
 - Síncronos o Asíncronos
- Entradas disponibles en los contadores:
 - Clear síncrono o asíncrono: Todas las salidas a 0.
 - Señales de activación: ENP y ENT: Bloquea los pulsos de conteo \Rightarrow deja al contador en algún estado no nulo.
 - Desbordamiento o Acarreo de salida en cascada (RCO: ripple clock output) : Todas las salidas a 1.
 - Carga Síncrona o asíncrona : Activando esta entrada se carga los FFs con o sin reloj.
 - .Up/Down: contar hacia arriba o hacia abajo
 - Max/Min: Se activa al alcanzar el valor de fin de cuenta (TC = terminal count) máximo o mínimo.

2.2. Contadores síncronos

Se utiliza el método de diseño estudiado.

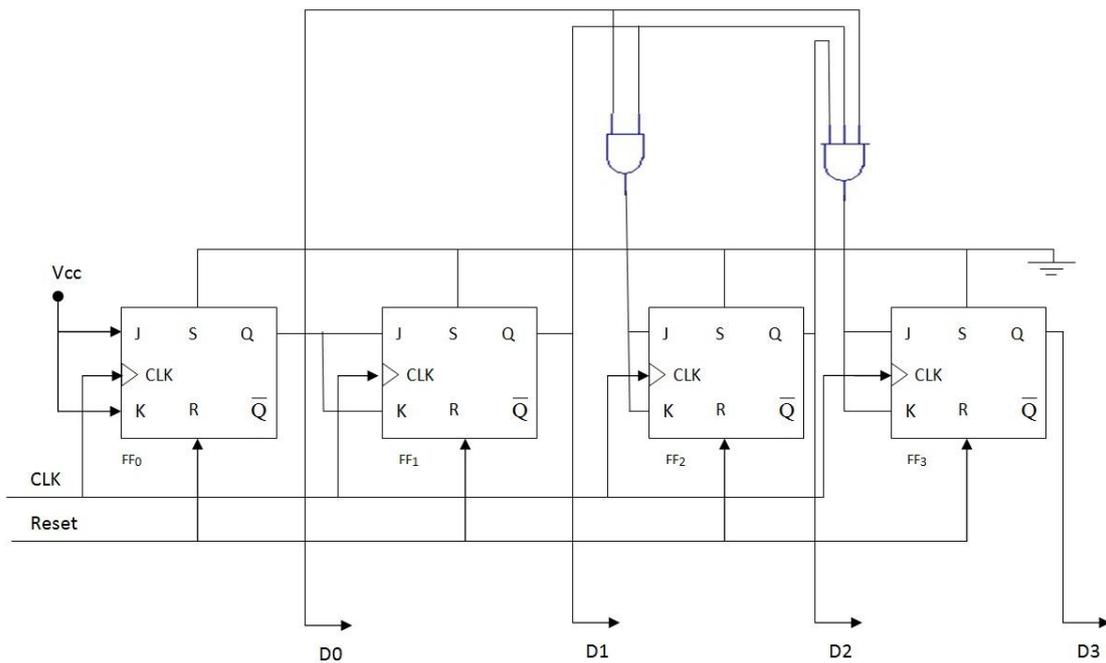
Los FFs con el mismo reloj.

2.2.1. Contador síncrono binario modulo 16.

Contador síncrono de llevada en paralelo (parallel carry)

$$J_3 = K_3 = Q_2 \cdot Q_1 \cdot Q_0 \quad J_2 = K_2 = Q_1 \cdot Q_0$$

$$J_1 = K_1 = Q_0 \quad J_0 = K_0 = 1$$



$$f_{\max} = 1 / (t_{\text{ff}} + t_{\text{comb}} + t_{\text{setup}})$$

Contador síncrono de llevada en cascada o serie (ripple carry)

$$J_3 = K_3 = J_2 \cdot Q_2 \quad J_2 = K_2 = J_1 \cdot Q_1$$

$$J_1 = K_1 = Q_0 \quad J_0 = K_0 = 1$$

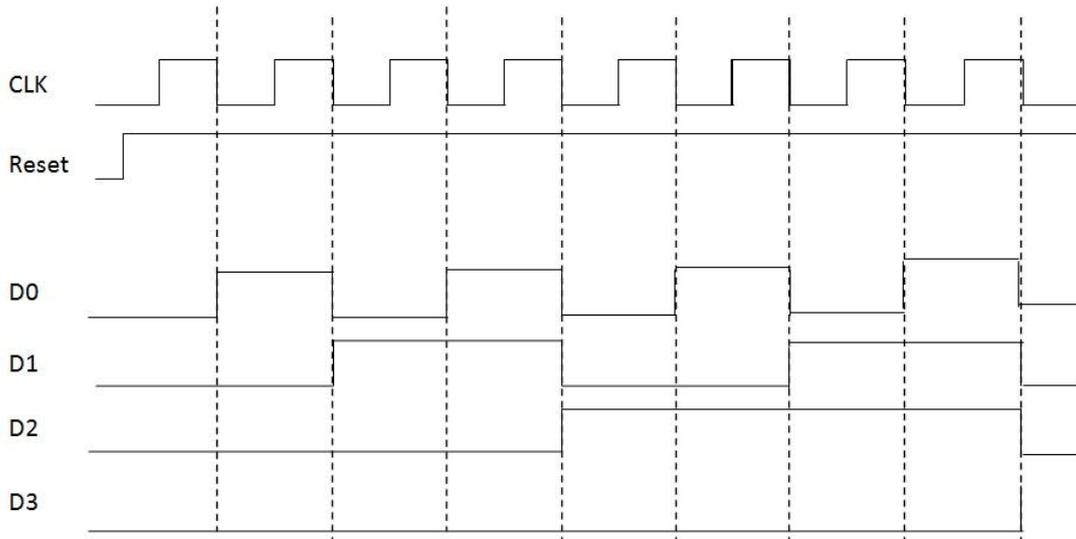
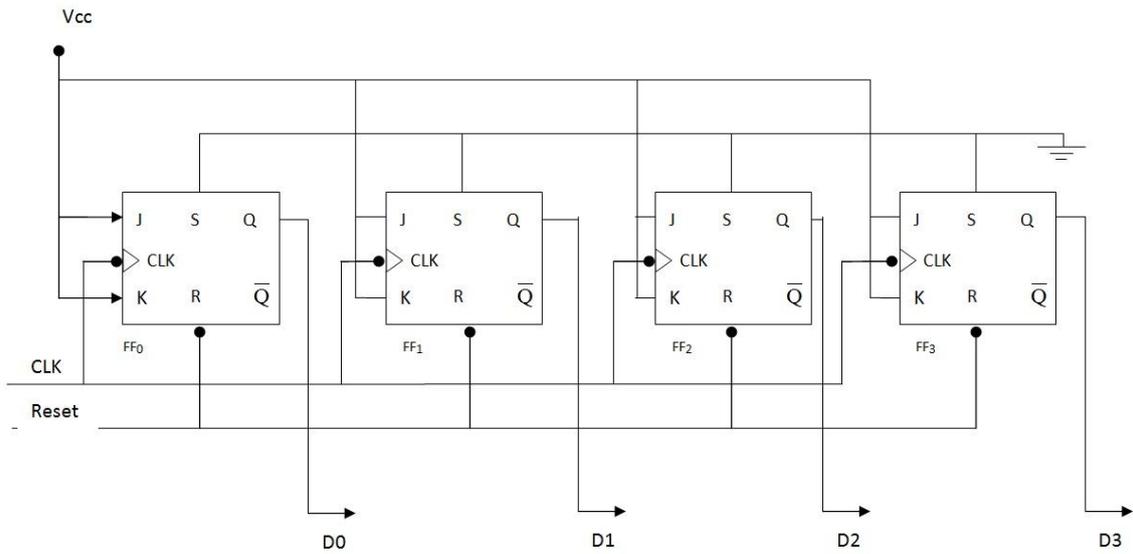
$$f_{\max} = 1 / (t_{\text{ff}} + (n-2) t_{\text{comb}} + t_{\text{setup}})$$

2.2.2. Contador síncrono decimal.

$$\begin{aligned}
 J_3 &= Q_2 \cdot Q_1 \cdot Q_0 & K_3 &= Q_0 & J_2 &= K_2 = Q_1 \cdot Q_0 \\
 J_1 &= Q_0 \overline{Q}_3 & K_1 &= Q_0 & J_0 &= K_0 = 1
 \end{aligned}$$

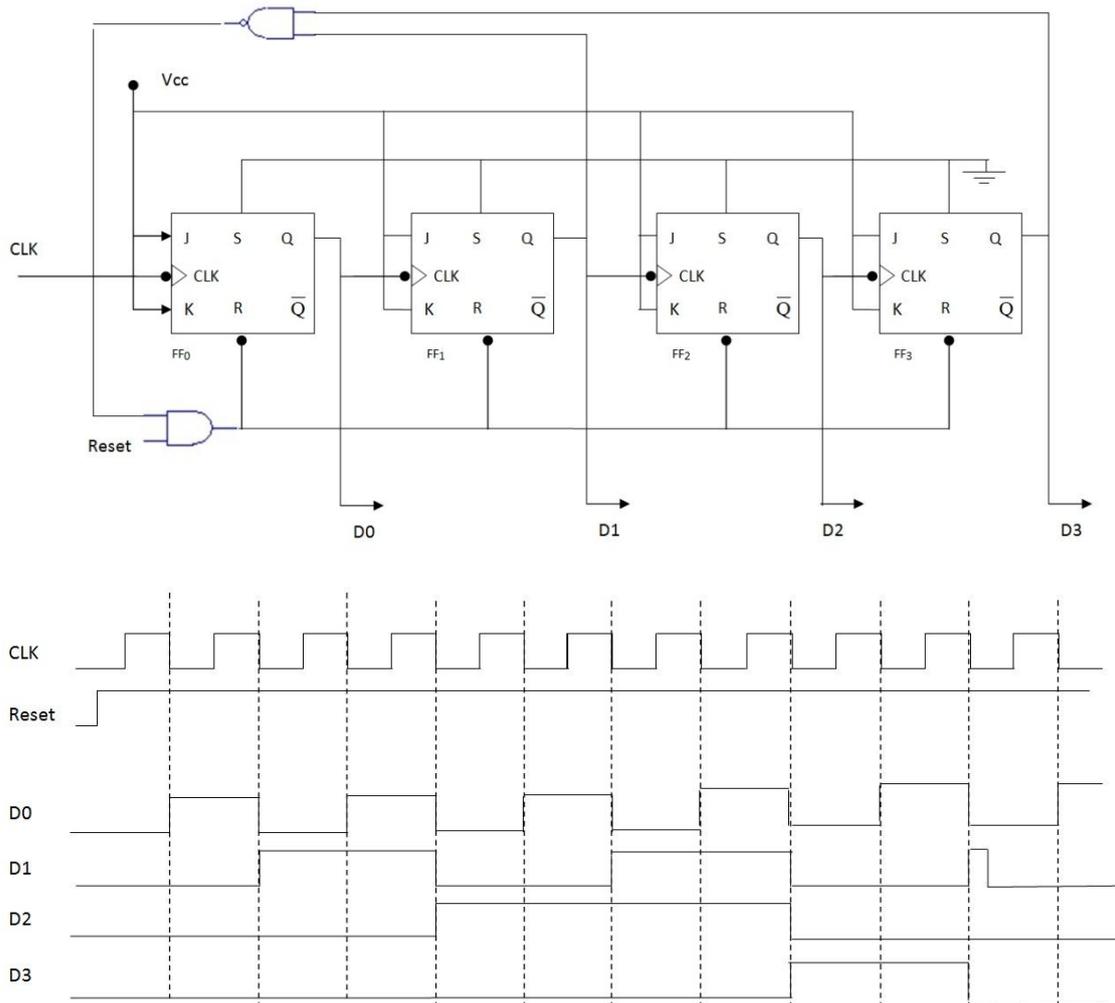
2.3. Contadores Asíncronos

2.3.1. Contador asíncrono binario modulo 16.



$$f_{\max} = 1 / nt_{ff}$$

2.3.2. Contador asíncrono decimal.



2.3.3. Contador asíncrono modulo $N \leq 2^n$.

- Seleccionar el número de FF : $2^{n-1} \leq N \leq 2^n$.
- Conectarlos como contador asíncrono ($T = 1$ o $J = K = 1$).
- Circuito combinacional a partir de las salidas de lo FF que genere 0 o 1 al llegar al estado N el contador.
- Conectar las salidas del circuito combinacional a la entrada RESET de los FF.

2.3.4. Limitaciones de los contadores asíncronos.

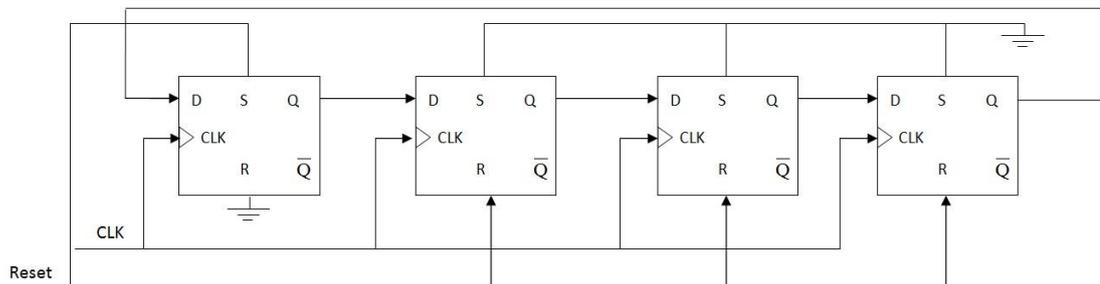
- Frecuencia máxima depende del número de FFs.
- El contador pasa por estados transitorios.

3. Contadores síncronos basados en registros de desplazamiento

El código de salida no es binario pero es útil para ciertas aplicaciones.

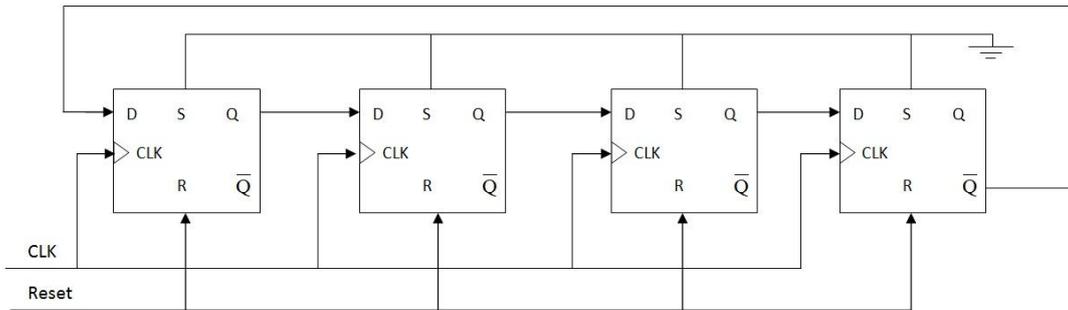
3.1. Contador en anillo.

- Registro de desplazamiento circular.
- Inicialmente se introduce un 1 por una entrada asíncrona.
- El resto a 0.
- Módulo n.



3.2. Contador Johnson.

- La salida invertida del ultimo FF se conecta a la entrada del primero.
- Modulo $2n$.
- Salida en el llamado código *Johnson*.

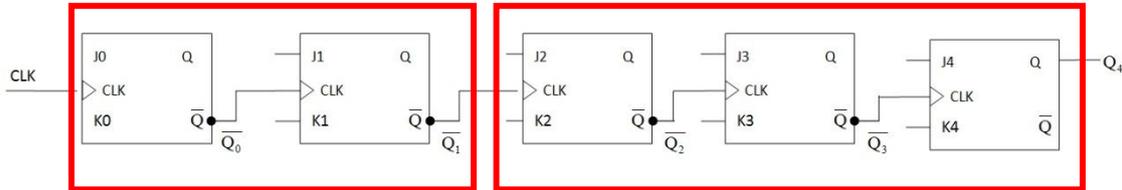


Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	0
1	1	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0

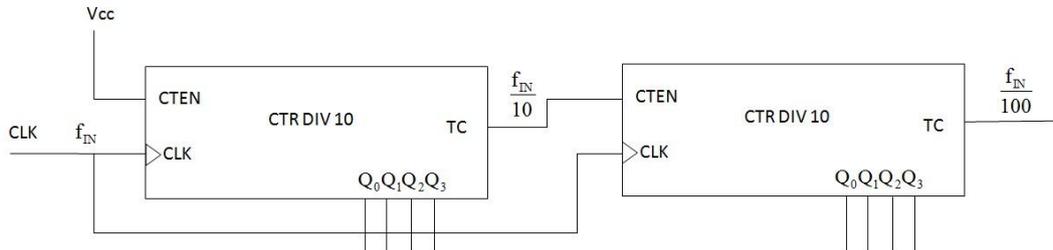
4. Aplicaciones: Contadores en cascada y divisores de frecuencia.

- Los contadores asíncronos se conectan en cascada para conseguir módulos mayores:

$$N_{\text{tot}} = N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_n$$



- Los síncronos hay que utilizar las funciones de habilitación de conteo, fin de cuenta (TC o RCO) y carga paralela (secuencias truncadas). $N_{\text{tot}} = N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_n$
- Divisores de frecuencia: $f_{\text{out}} = f_{\text{in}} / N$



5. Integrados.

- 7493 4-bit counter.
- 74168 Decade up/down counter.
- 74593 8-bit binary counter with 3 state I/O registers.