

ARQUITECTURA DE LAS COMPUTADORAS

FLIP-FLOP

Un flip-flop es un “elemento de memoria” que almacena bits (tensiones altas y bajas), a diferencia de las compuertas que son elementos de toma de decisión.

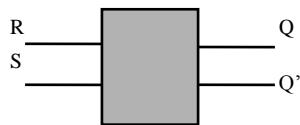
CLASIFICACIÓN:

I) ASINCRÓNICOS

- II) SINCRÓNICOS:
- a) por estado: a₁) positivo
a₂) negativo
 - b) por flanco: b₁) ascendente
b₂) descendente

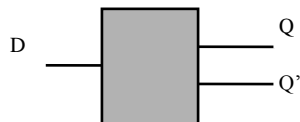
I) F.F. ASINCRÓNICOS: (teóricos)

- F.F. RS: R: Reset S: Set



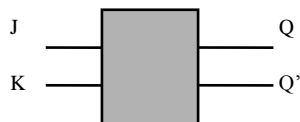
R	S	Q ^t
0	0	Q ^{t-1}
0	1	1
1	0	0
1	1	--

- F.F. D: D: Delay (retardo)



D	Q
0	0
1	1

- F.F. JK: (Jump Keep)

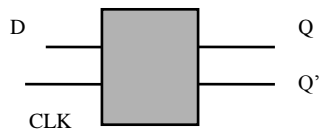


J	K	Q ^t
0	0	Q ^{t-1}
0	1	0
1	0	1
1	1	(Q ^{t-1})'

II) F.F. SINCRÓNICOS: La explicación se hará para el F.F. D, pero vale para todos los F.F

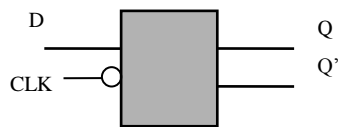
a) por estado:

a₁) positivo:



CLK	D	Q ^t
1	0	0
1	1	1
0	X	Q ^{t-1}

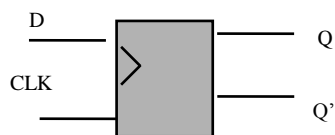
a₂) negativo:



CLK	D	Q ^t
0	0	0
0	1	1
1	X	Q ^{t-1}

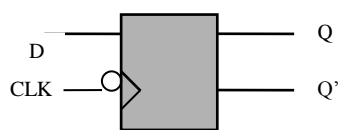
b) por flanco:

b₁) ascendente:



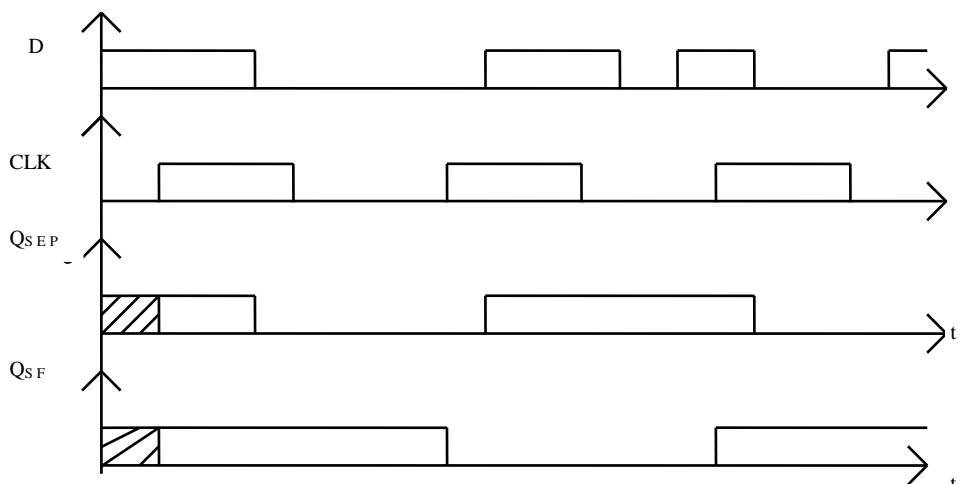
CLK	D	Q ^t
f.asc.	0	0
f.asc.	1	1
0, 1, f.desc.	X	Q ^{t-1}

b₂) descendente:



CLK	D	Q ^t
f.desc.	0	0
f.desc.	1	1
0, 1, f.asc.	X	Q ^{t-1}

Diagrama comparativo, entre un F.F. sincrónico por estado y uno sincrónico por flanco:



Zona rallada: depende de la "historia" del F.F. (último valor). Para evitarla, se utilizan las entradas de PREPOSICIÓN (o PRESET o SET) y BORRADO (o RESET o CLEAR).

Entradas PRESET y CLEAR:

Todos los F.F. tienen otras dos entradas que son: PRESET (o SET) y BORRADO (o CLEAR).

Estas entradas se activan en el instante inicial y luego se desactivan.

Pueden trabajar en lógica positiva o negativa, independientemente de la lógica del reloj.

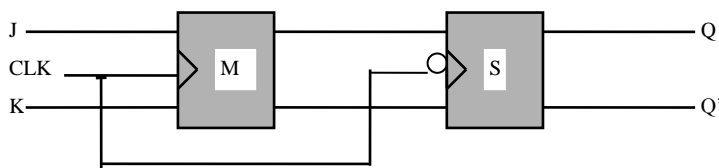
Cuadro comparativo:

P	B	LÓGICA POSITIVA	LÓGICA NEGATIVA
		Q	Q
0	0	depende del CLK y de las entradas	este estado está prohibido
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	este estado está prohibido	depende del CLK y de las entradas

F.F. J-K MASTER-SLAVE:

M: Master (maestro)

S: Slave (esclavo)



El Master lee sus entradas J y K (que son las que vienen del exterior), en el flanco positivo del reloj, dando sus salidas Q y Q'.

El Slave lee sus entradas J y K (que son las salidas Q y Q' del Master, respectivamente), en el flanco descendentes del reloj y saca sus salidas Q y Q' al exterior.

Las salidas del “esclavo” son SIEMPRE las mismas que las que tuvo el “maestro”. → El esclavo “sigue” al maestro.

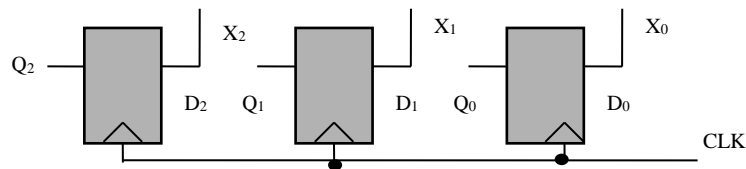
REGISTROS

Un registro es un conjunto de flip flops, que trabajan juntos como una unidad. Para leer o escribir un registro, éste debe ser direccionado y habilitado por un pulso de reloj, es por eso que se denominan **registros sincrónicos**. La orden de lectura o escritura va por el bus de control, así como el pulso de reloj.

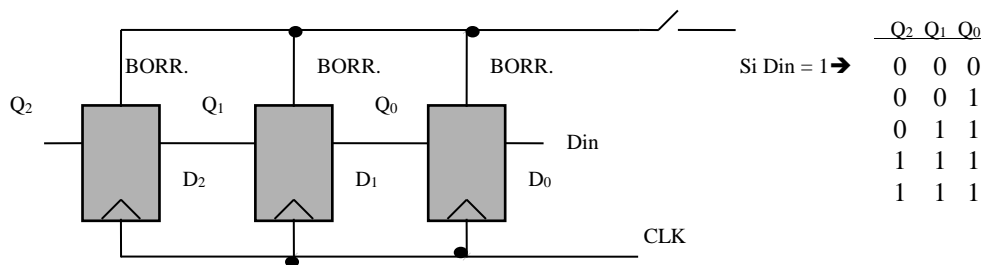
Los registros más simples, almacenan una palabra binaria, otros modifican la palabra almacenada, sumándole un “1” o desplazando los bits a la derecha o a la izquierda, o efectuando otras operaciones.

EJEMPLOS: Aclaración: “●” representa una soldadura.

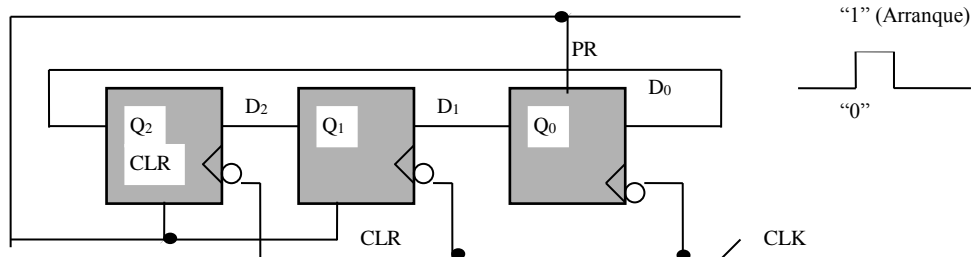
1) Registro intermedio o buffer: Es el más simple: almacena una palabra binaria en forma temporal (durante un período de reloj o hasta que cambie la información).



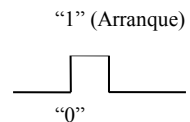
2) Registro de desplazamiento a la izquierda:



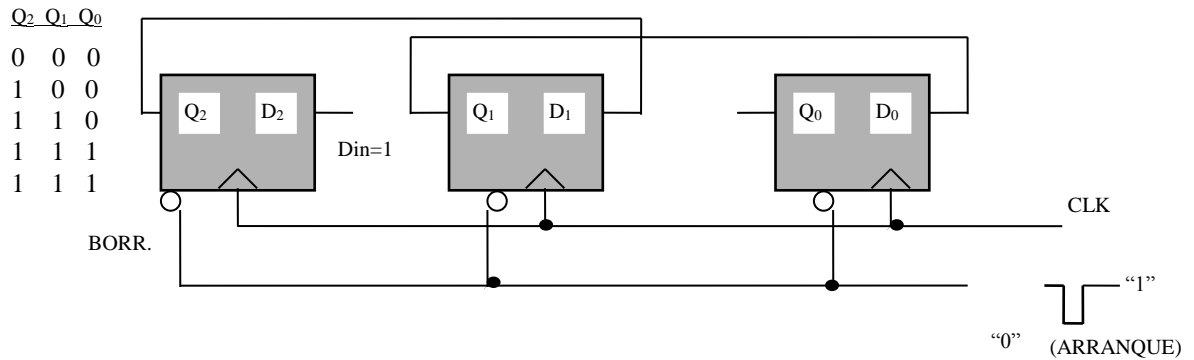
Otro caso:



Q_2	Q_1	Q_0
0	0	1
0	1	0
1	0	0
0	0	1
.....		

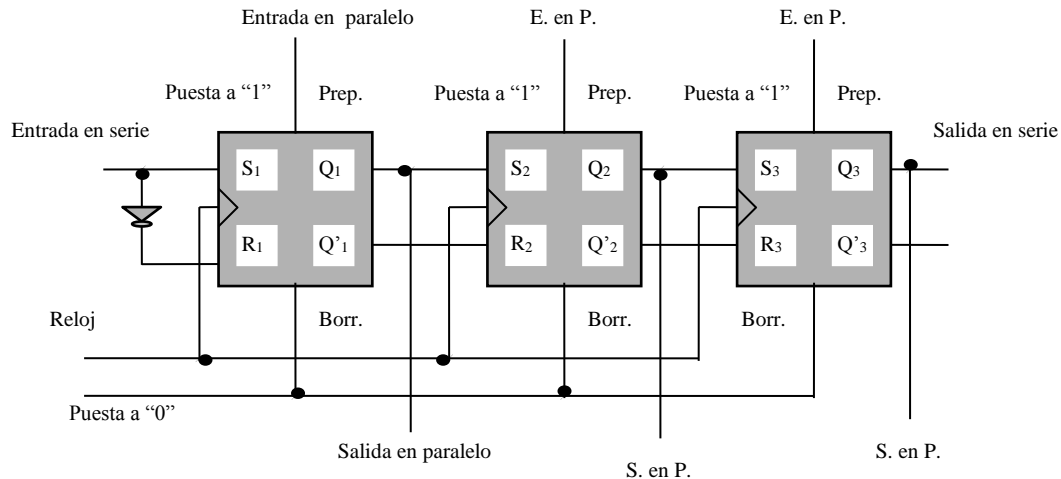


3) Registro de desplazamiento a la derecha:



CLASIFICACIÓN:

Se clasifican según sean sus entradas y salidas.



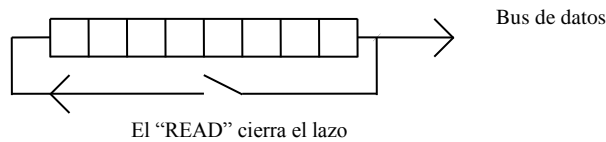
Entrada en paralelo: La forma de ingresar los datos es la siguiente: primero se borran los F-F, luego se introduce la información por las entradas de "Puesta a "1" ", activándose las que tienen entrada "1" y dejando inactivas las que tienen entrada "0".

Existe otro caso de registro con entrada en paralelo, donde se requiere un bus de datos de tantos conductores como F-Fs. tenga el registro. Para ingresar la información, se necesita un solo pulso de reloj, o sea, que el ingreso es rápido.

Entrada en serie: El bus de datos es de un solo conductor, y necesita de tantos pulsos de reloj con F-Fs. tenga el registro.

Salida en paralelo: El bus de datos tiene tantos conductores como F-Fs. tenga el registro y necesita de un solo pulso de reloj, o sea, que es de rápida lectura.

Salida serie: Necesita de varios pulsos de reloj (tantos como bits tenga la palabra almacenada) y el bus de datos es de un solo conductor. Puede tener un lazo de reciclaje.



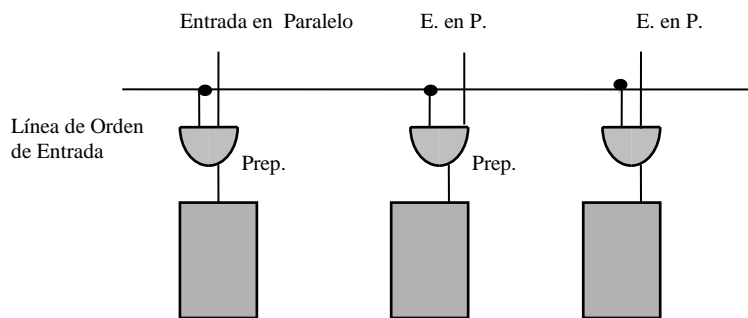
EXISTEN:

- 1) Registros con entrada en paralelo y salida en paralelo: Registros paralelo-paralelo. Ej.: El registro buffer dado en el ejemplo 1.
- 2) Registros paralelo-serie.
- 3) Registros serie-paralelo: Se produce la entrada hasta que todos los f-fs. estén cargados, luego se interrumpen los impulsos del reloj y se leen las salidas simultáneamente.
- 4) Registros serie-serie: Entra la información y se obtiene la salida al ritmo de los impulsos del reloj. Ej.: Los registros de desplazamiento dados en los ejemplos 2 y 3.

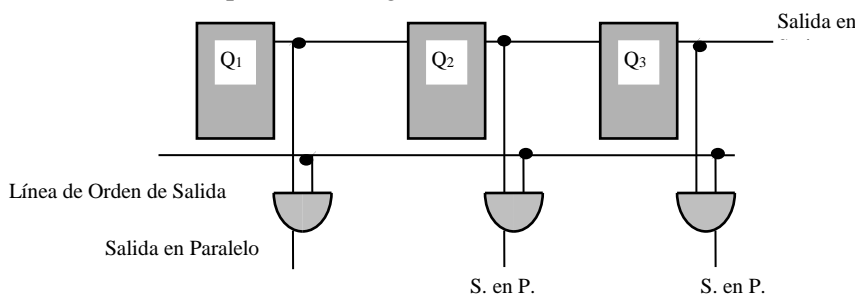
En el área de CPU y Memoria Principal, se usan registros paralelo-paralelo por la alta velocidad.

Generalmente, en el área de interconexión con periféricos de entrada, se usan registros serie-paralelo y con periféricos de salida, paralelo-serie (según periféricos).

Cuando la información debe ingresar con entrada en paralelo, se añade al circuito, el siguiente sistema :



Si es con salida en paralelo, el siguiente:



CONTADORES

PRIMERA CLASIFICACIÓN: (según cómo esté conectado el CLOCK)

- I) Asíncronos o Series.
- II) Sincrónicos o Paralelos.

SEGUNDA CLASIFICACIÓN: (según cómo cuente)

- I) Naturales o Sistemáticos:
 - a) Ascendentes o Progresivos.
 - b) Descendentes o Regresivos.
- II) Codificados:
 - a) Secuenciales (0-2-4-6-0).
 - b) No secuenciales (sin lógica).

I) CONTADORES PARALELOS:

EJERCICIOS:

1) Dadas las siguientes ecuaciones de control de un contador paralelo, dibujar el circuito correspondiente y hallar la secuencia de conteo del mismo:

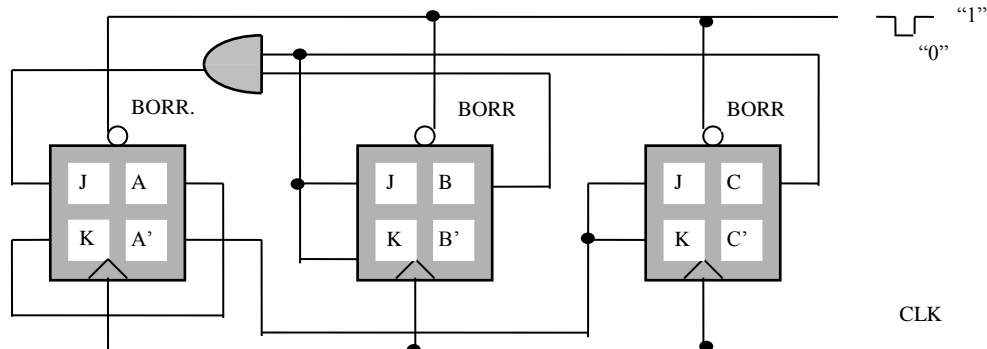
$$\begin{aligned} J_A &= C \cdot B \\ K_A &= A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J_B &= C \\ K_B &= C \end{aligned}$$

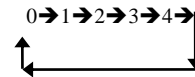
$$\begin{aligned} J_C &= A' \\ K_C &= A' \end{aligned}$$

A = MSB
Estado inicial: 0 0 0

RESPUESTA:



N°	A	B	C	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	0	1	1	1	1
2	0	1	0	0	0	0	0	1	1
3	0	1	1	1	0	1	1	1	1
4	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0						

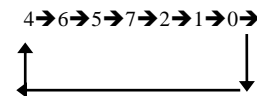


2) Escribir la secuencia de conteo del contador paralelo cuyas ecuaciones de control son:

$$\begin{array}{llll}
 J_A = B & J_B = C & J_C = (A + B)' & C = \text{MSB} \\
 K_A = B + C' & K_B = A' & K_C = A \cdot B & \text{Estado inicial: "4"}
 \end{array}$$

RESPUESTA:

N°	C	B	A	J _C	K _C	J _B	K _B	J _A	K _A
4	1	0	0	1	0	1	1	0	0
6	1	1	0	0	0	1	1	1	1
5	1	0	1	0	0	1	0	0	0
7	1	1	1	0	1	1	0	1	1
2	0	1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
4	1	0	0						

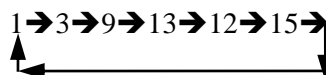


3) Escribir la secuencia de conteo del contador paralelo cuyas ecuaciones de control son las siguientes:

$$\begin{array}{llllll}
 J_A = C & J_B = A & J_C = A' + D' & J_D = "1" & D = \text{LSB} \\
 K_A = C & K_B = C & K_C = "1" & K_D = C' \cdot B & \text{Estado inicial: "1"}
 \end{array}$$

RESPUESTA:

N°	A	B	C	D	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C	J _D	K _D
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
9	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
13	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1
12	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1								



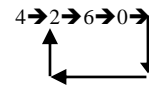
4) Escribir la secuencia de conteo del contador paralelo cuyas ecuaciones de control son las siguientes:

$$J_A = B + C \quad J_B = C' \quad J_C = "0" \quad C = \text{LSB}$$

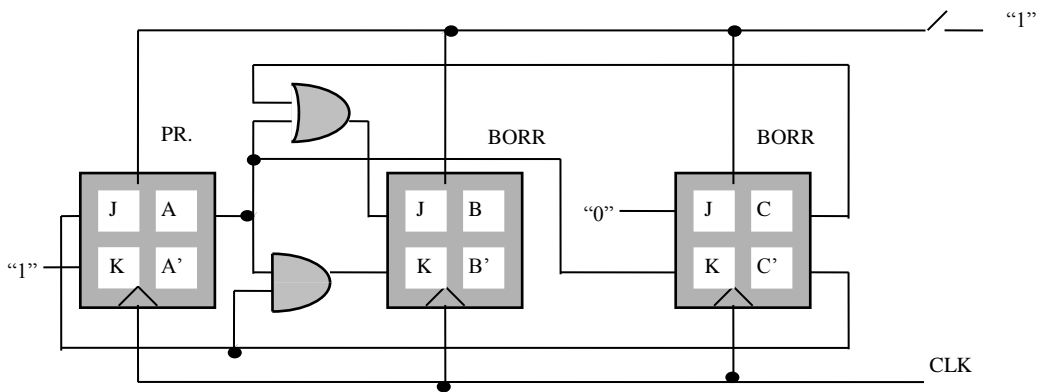
$$K_A = "1" \quad K_B = A \quad K_C = B \quad \text{Estado inicial: } "4_{10}"$$

RESPUESTA:

Nº	A	B	C	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C
4	1	0	0	0	1	1	1	0	0
2	0	1	0	1	1	1	0	0	1
6	1	1	0	1	1	1	1	0	1
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
2	0	1	0						



5) Dado el siguiente circuito de un contador paralelo, escribir las ecuaciones de control y la secuencia de conteo del mismo:



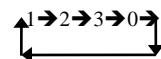
A = LSB

RESPUESTA:

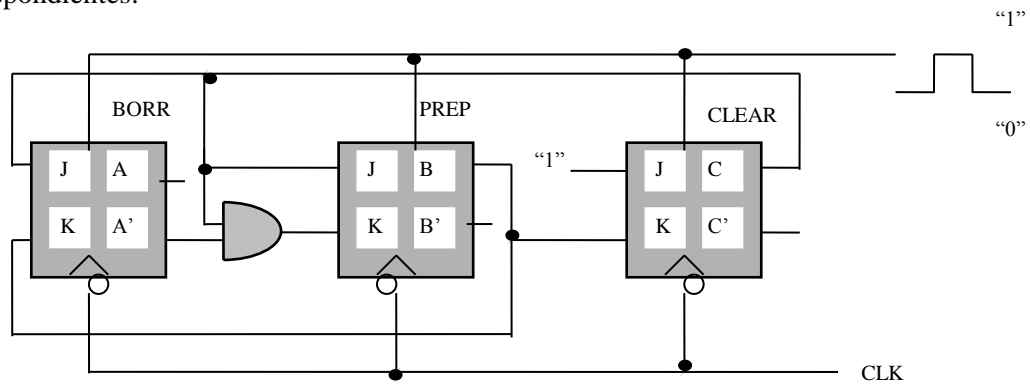
$$J_A = C' \quad J_B = A + C \quad J_C = "0"$$

$$K_A = "1" \quad K_B = A \cdot C' \quad K_C = A \quad \text{Estado inicial: } "1"$$

Nº	C	B	A	J _C	K _C	J _B	K _B	J _A	K _A
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1
2	0	1	0	0	0	0	0	1	1
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	1						



6) Dado el siguiente circuito, obtener las ecuaciones de control y la secuencia de conteo correspondientes:



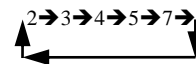
A = MSB

RESPUESTA:

$$J_A = C \quad J_B = C \quad J_C = "1"$$

$$K_A = B \quad K_B = C \cdot A' \quad K_C = B \quad \text{Estado inicial: } 0 \ 1 \ 0$$

N°	A	B	C	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C
2	0	1	0	0	1	0	0	1	1
3	0	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0
5	1	0	1	1	0	1	0	1	0
7	1	1	1	1	1	1	0	1	1
2	0	1	0						



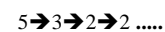
7) Escribir la secuencia de conteo del contador paralelo cuyas ecuaciones de control son las siguientes:

$$J_A = C \quad J_B = A + B \quad J_C = B' \quad C = \text{MSB}$$

$$K_A = B \quad K_B = "0" \quad K_C = 1 \quad \text{Estado inicial: } "5"_{10}$$

RESPUESTA:

N°	C	B	A	J _C	K _C	J _B	K _B	J _A	K _A
5	1	0	1	1	1	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1	1	0	0	1
2	0	1	0	0	1	1	0	0	1
2	0	1	0						

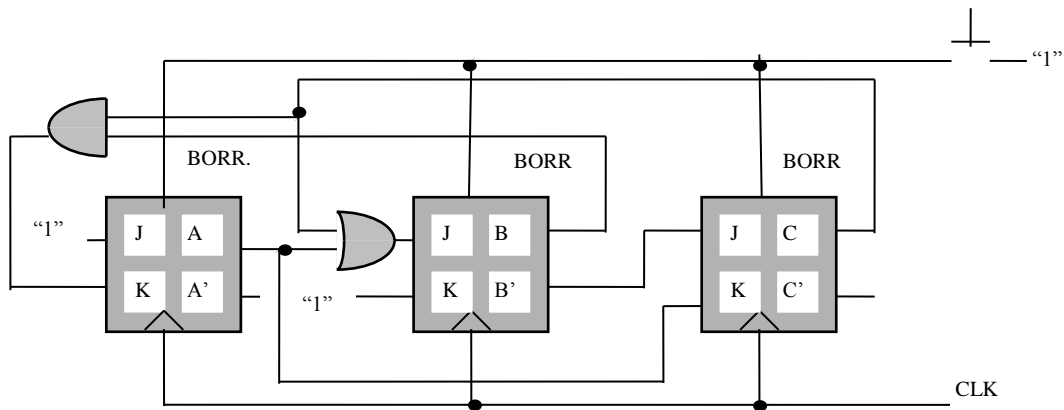
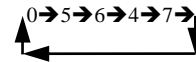


8) Dadas las siguientes ecuaciones de control, dibujar el circuito y escribir la secuencia de conteo del contador:

$$\begin{array}{llll}
 J_A = "1" & J_B = A + C & J_C = B' & C = \text{LSB} \\
 K_A = B \cdot C & K_B = "1" & K_C = A & \text{Estado inicial: "0"}
 \end{array}$$

RESPUESTA:

N°	A	B	C	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C
0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
5	1	0	1	1	0	1	1	1	1
6	1	1	0	1	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	0	0	0						

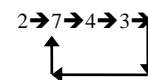


9) Dadas las ecuaciones de control de un contador paralelo, hallar su secuencia de conteo:

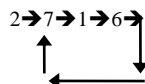
$$\begin{array}{llll}
 J_A = "1" & J_B = \bar{C} & J_C = "1" & \text{Estado inicial: 0 1 0} \\
 K_A = \bar{B} & K_B = A & K_C = A \cdot B &
 \end{array}$$

I) A = MSB

N°	A	B	C	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C
2	0	1	0	1	0	1	0	1	0
7	1	1	1	1	0	0	1	1	1
4	1	0	0	1	1	1	1	1	0
3	0	1	1	1	0	0	0	1	0
7	1	1	1						



II) C = MSB

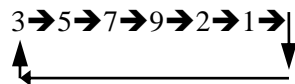


10) Escribir secuencia de conteo, siendo:

$$\begin{array}{l}
 J_A = B \cdot C \quad J_B = C \cdot D \quad J_C = "1" \quad J_D = "1" \quad D = \text{LSB} \\
 K_A = "1" \quad K_B = C \quad K_C = "1" \quad K_D = A \quad \text{Estado inicial: "3"}
 \end{array}$$

RESPUESTA:

N°	A	B	C	D	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C	J _D	K _D
3	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
5	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
9	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
2	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0
3	0	0	1	1								

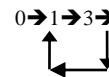


11) Dadas las ecuaciones de control de un contador paralelo, hallar su secuencia de conteo:

$$\begin{array}{l}
 J_A = "1" \quad J_B = A \quad J_C = "0" \quad \text{Estado inicial: } 0 \ 0 \ 0 \\
 K_A = C \quad K_B = A \quad K_C = B \quad C = \text{MSB}
 \end{array}$$

RESPUESTA:

N°	C	B	A	J _C	K _C	J _B	K _B	J _A	K _A
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
3	0	1	1	0	1	1	1	1	0
1	0	0	1						



12) Escribir secuencia de conteo de un contador paralelo, siendo:

$$\begin{array}{l}
 J_A = "0" \quad J_B = "1" \quad J_C = C' \quad \text{Estado inicial: } 1 \ 1 \ 0 \\
 K_A = B + C \quad K_B = A \quad K_C = B \cdot A \quad B = \text{MSB} \ ; \ C = \text{LSB}
 \end{array}$$

RESPUESTA:

N°	B A C	J _B K _B	J _A K _A	J _C K _C
6	1 1 0	1 1	0 1	1 1
1	0 0 1	1 0	0 1	0 0
5	1 0 1	1 0	0 1	0 0
5	1 0 1			

6 → 1 → 5 → 5 → 5.....

(o: 6 → 1 → 5 →)



13) Dadas las ecuaciones de control de un contador paralelo, hallar su secuencia de conteo:

$$J_A = "1"$$

$$J_B = C.A$$

$$J_C = A$$

Estado inicial: 0 0 0

$$K_A = B'$$

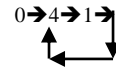
$$K_B = "0"$$

$$K_C = C + B$$

A= MSB

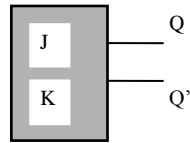
RESPUESTA:

N°	A B C	J _A K _A	J _B K _B	J _C K _C
0	0 0 0	0 1	0 0	0 0
4	1 0 0	0 1	0 0	1 0
1	0 0 1	0 1	0 0	0 1
4	1 0 0			



II) CONTADORES SERIES:

Nota:



Las entradas J y K son **flotantes** (no se conectan). La mayoría de los circuitos integrados aplican internamente una tensión alta a todas las entradas J y K flotantes.

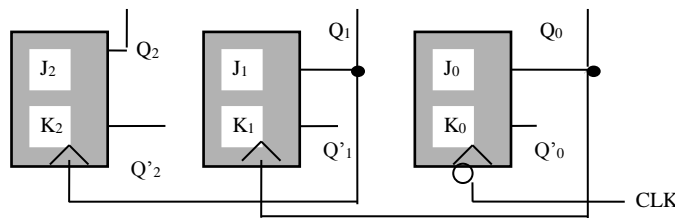
Por lo tanto, toda vez que se vean **entradas J y K flotantes**, recordar que significa: **J = K = 1**.

El contador serie, tiene dos características:

- Siempre es cíclico.
Esto significa que vuelve al primer valor de su secuencia y repite la misma.
- Su secuencia de conteo está formada por todas las combinaciones posibles.
O sea, si el contador está formado por dos FF, entonces tendrá cuatro combinaciones distintas (2^2). Si está formado por cuatro FF, entonces tendrá 16 combinaciones diferentes (2^4), etc.

EJERCICIOS:

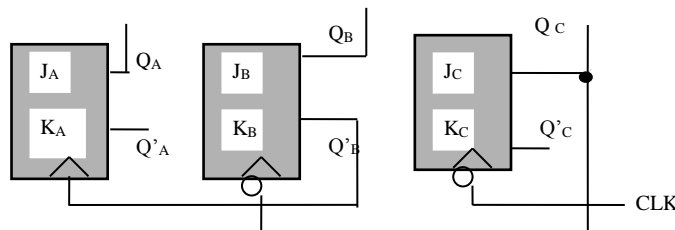
1)



RTA.:				Q ₂	Q ₁	Q ₀	Dec.
1	1	1	7				
1	1	0	6				
1	0	1	5				
1	0	0	4				
0	1	1	3				
0	1	0	2				
0	0	1	1				
0	0	0	0				
1	1	1	7				

Estado inicial: "7"

2)

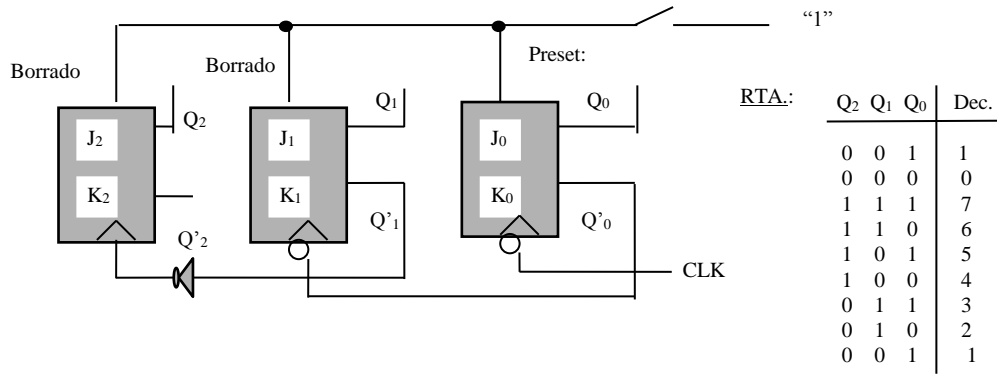


RTA.:				Q _C	Q _B	Q _A	Dec.
0	0	0	0				
1	0	0	4				
0	1	0	2				
1	1	0	6				
0	0	1	1				
1	0	1	5				
0	1	1	3				
1	1	1	7				
0	0	0	0				

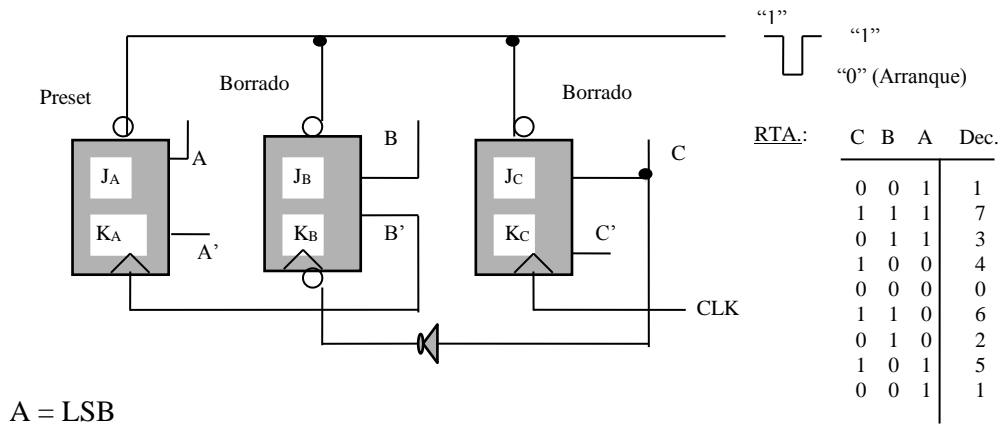
Estado inicial: $Q_A = Q_B = Q_C = 0$

FLIP FLOP Q_C = MSB

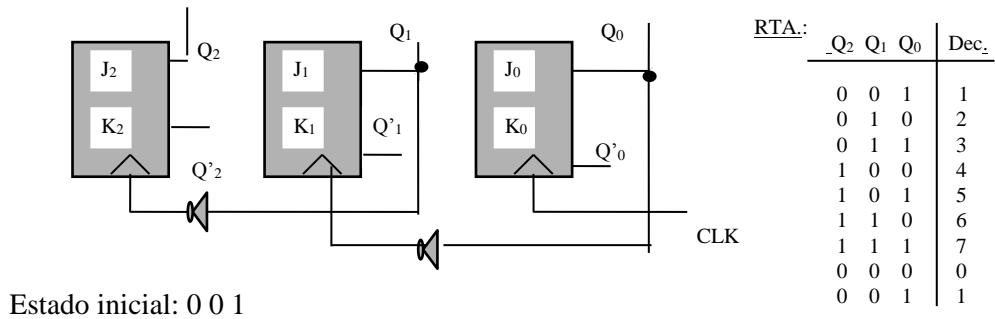
3)



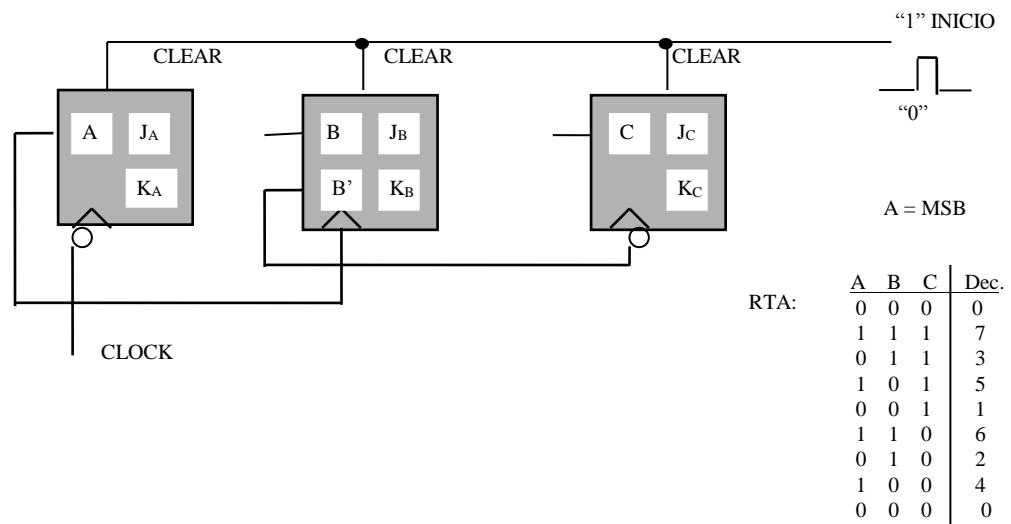
4)



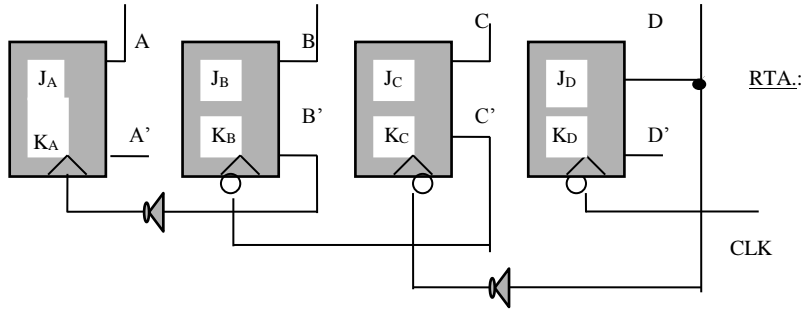
5)



6)



7)

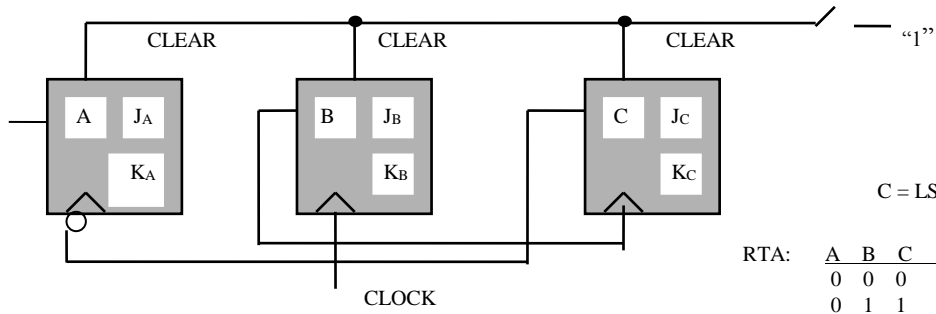


Estado inicial: "0"

RTA.:

A	B	C	D	Dec.
0	0	0	0	0
1	1	1	1	15
1	1	1	0	14
1	1	0	1	13
1	1	0	0	12
1	0	1	1	11
1	0	1	0	10
1	0	0	1	9
1	0	0	0	8
0	1	1	1	7
0	1	1	0	6
0	1	0	1	5
0	1	0	0	4
0	0	1	1	3
0	0	1	0	2
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0

8)

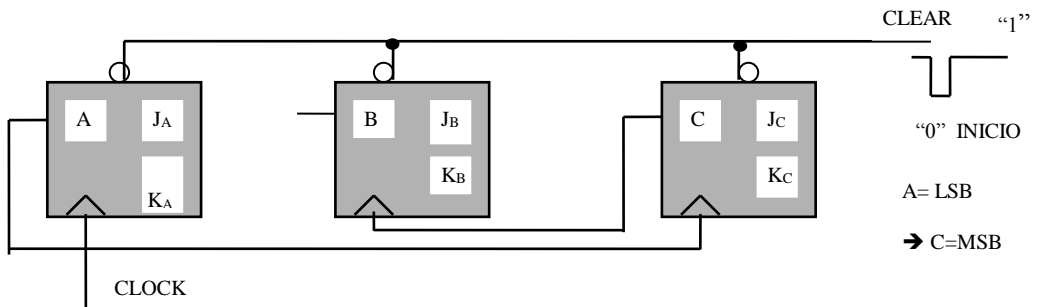


C = LSB

RTA.:

A	B	C	Dec.
0	0	0	0
0	1	1	3
0	0	1	1
1	1	0	6
1	0	0	4
1	1	1	7
1	0	1	5
0	1	0	2
0	0	0	0

9)



CLEAR "1"

"0" INICIO

A = LSB

→ C = MSB

RTA. :

C	B	A	Dec.
0	0	0	0
1	1	1	7
1	1	0	6
0	1	1	3
0	1	0	2
1	0	1	5
1	0	0	4
0	0	1	1
0	0	0	0

