

Tema 7

Registros y Contadores

© Luis Entrena, Celia López,
Mario García, Enrique San Millán
Universidad Carlos III de Madrid

Contenidos

1. Registros

- Registros con entrada serie y salida serie y paralelo
- Registros con entrada paralelo y salida serie y paralelo
- Registro universal de desplazamiento

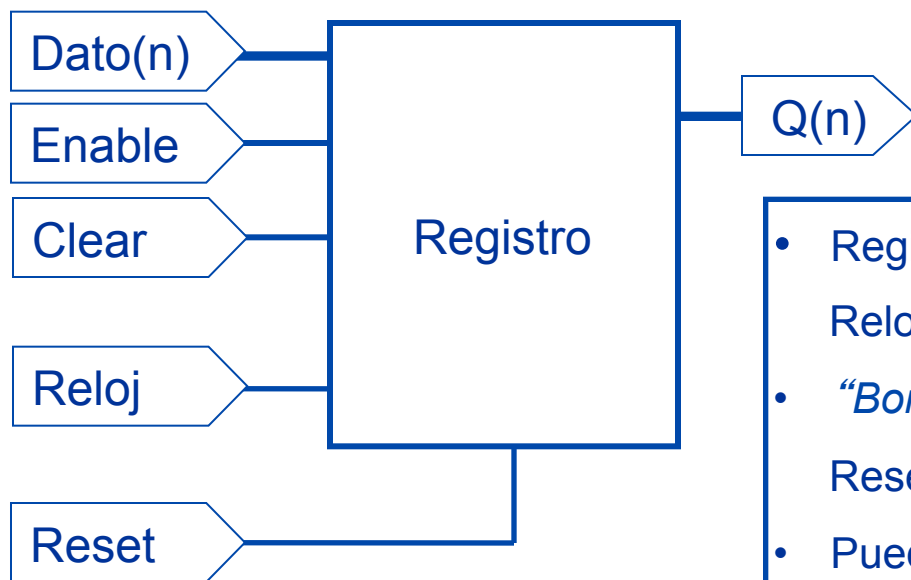
2. Contadores

- **Contadores síncronos**
 - Concepto de contador síncrono.
 - Síntesis como máquina de estados con biestables T.
 - Contador ascendente-descendente.
 - Contadores con entradas de precarga, acarreo/habilitación y salida de acarreo.
 - Aplicaciones con contadores síncronos: secuenciadores.
- **Contadores basados en registros de desplazamiento**
 - Contador en anillo. Contador Johnson.

Registro

“Circuito digital con dos funciones básicas: almacenamiento de datos y movimiento de datos” (Floyd)

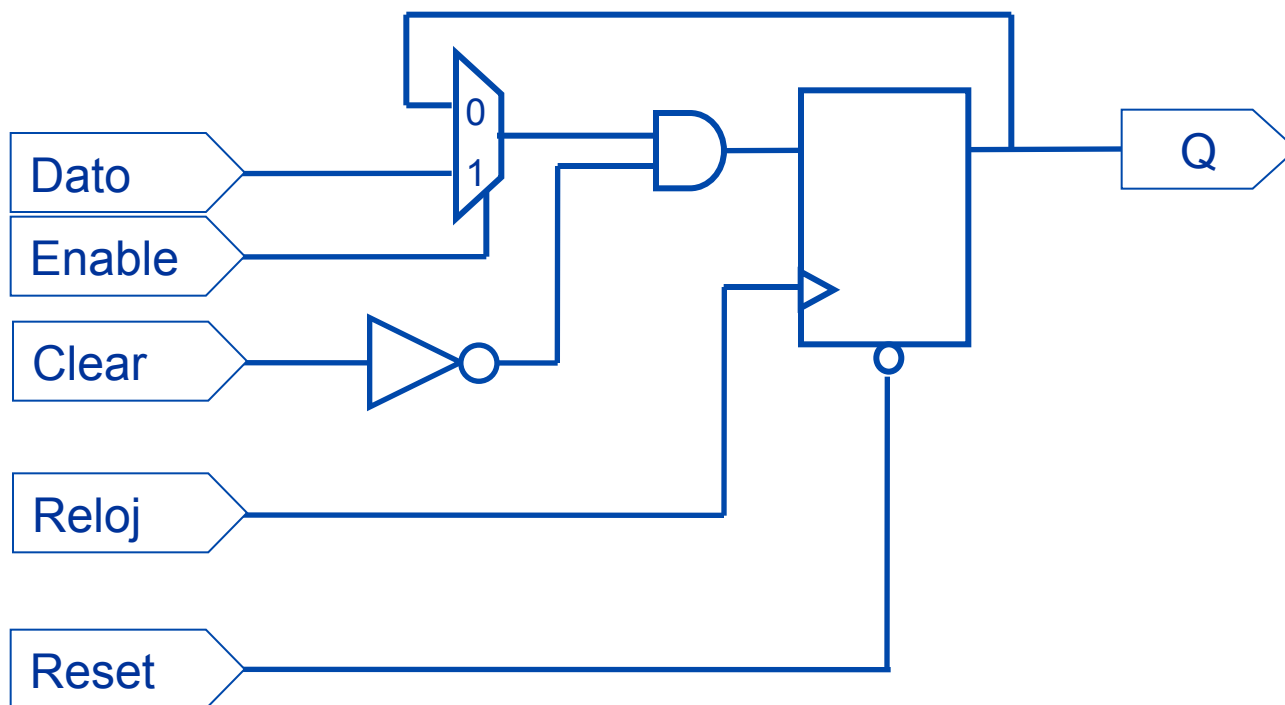
Es una colección de dos o más biestables tipo-D con una entrada común. Se utiliza para almacenar una serie de bits relacionados, como un byte (8 bits) de datos.



- Registra datos en los flancos activos del Reloj
- “Borra” el contenido ante el nivel activo del Reset
- Puede tener señales de Habilitación y *Clear* síncronos

Registro (1 bit)

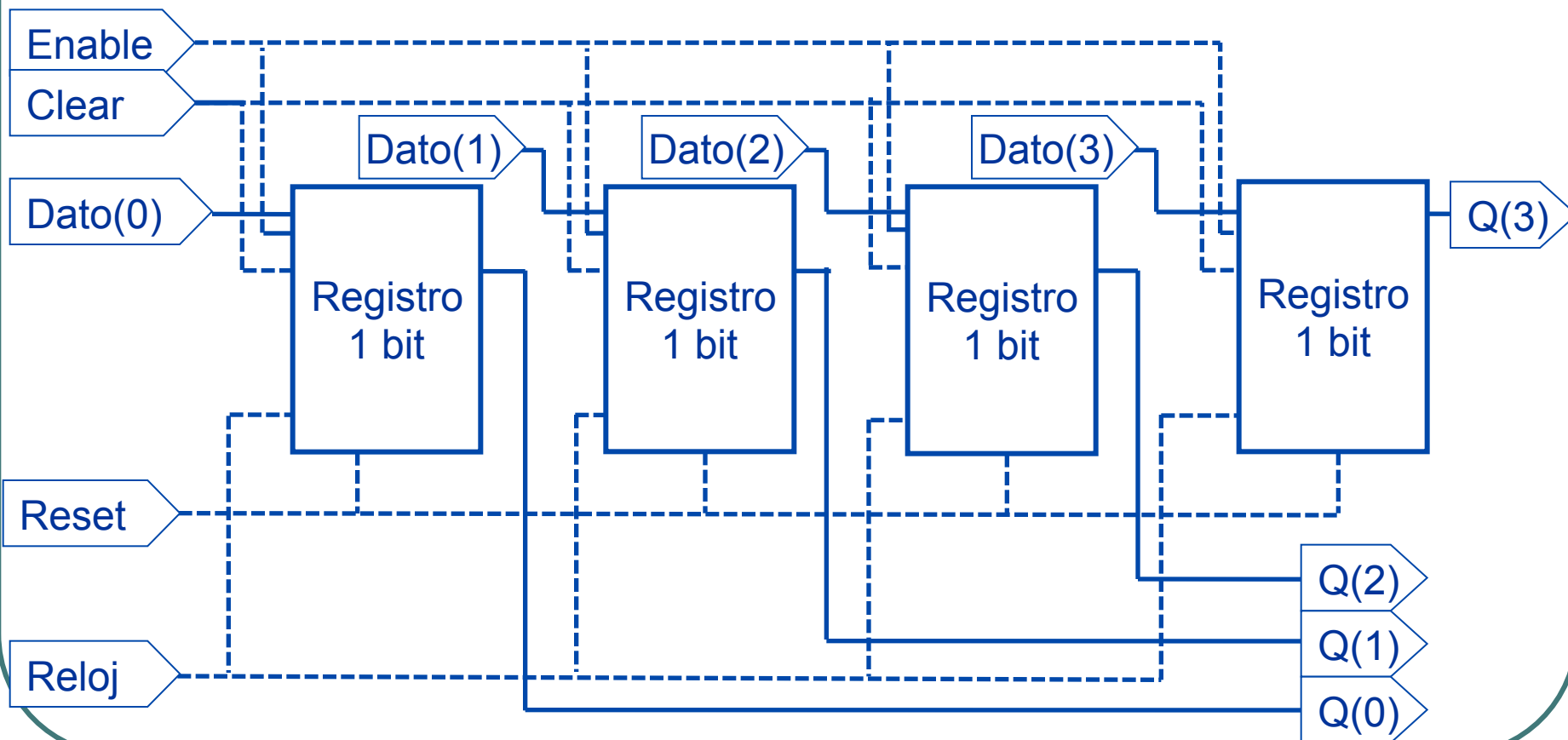
Esquema



Registro (4 bits)

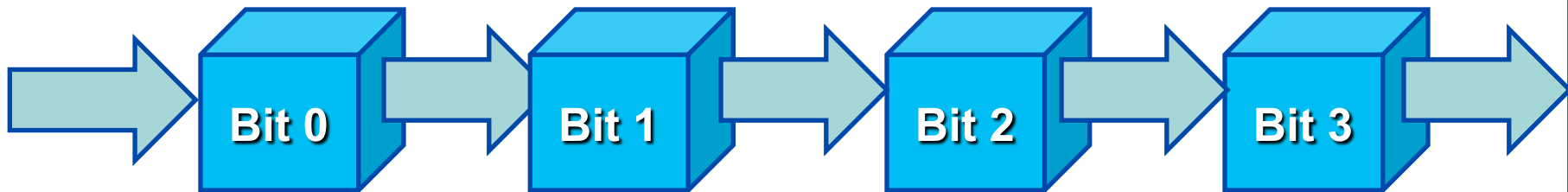
Entrada paralelo/salida paralelo

Esquema



Registro de desplazamiento

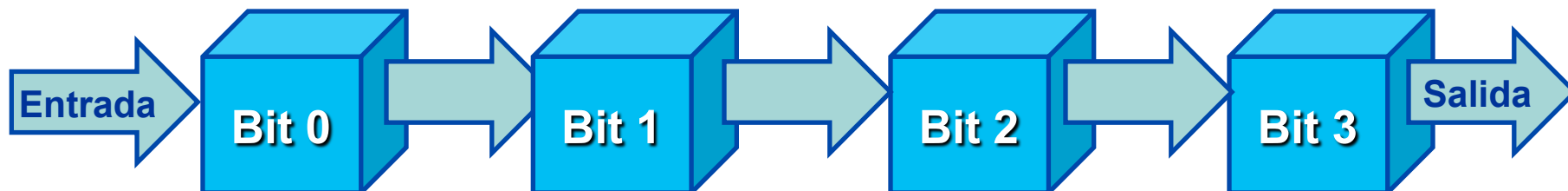
Es un registro que almacena y desplaza la información



- Registra datos en los flancos activos del Reloj. Desplaza los bits..
- *“Borra” el contenido* ante el nivel activo del Reset
- Puede tener señales de Habilitación y *Clear* síncronos

Registro de desplazamiento

Entrada y salida SERIE

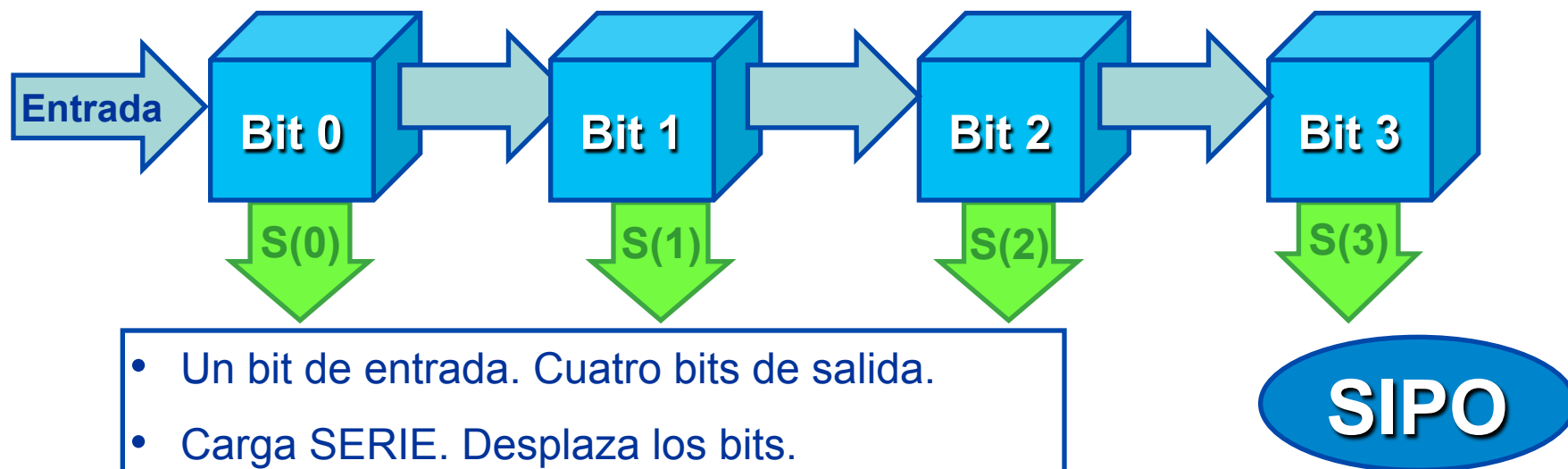


- Un bit de entrada. Un bit de salida.
- Carga SERIE. Desplaza los bits.
- 4 Ciclos de reloj en cargar un dato
- 4 Ciclos de reloj en leer un dato

SISO

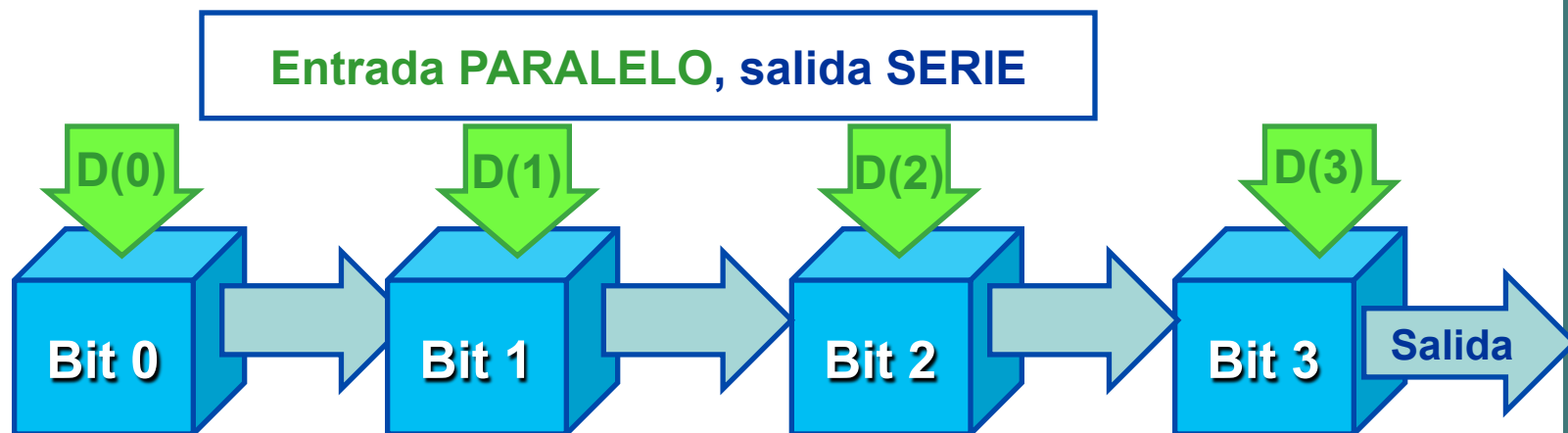
Registro de desplazamiento

Entrada **SERIE**, salida **PARALELO**



- Un bit de entrada. Cuatro bits de salida.
- Carga SERIE. Desplaza los bits.
- 4 Ciclos de reloj en cargar un dato
- 1 Ciclo de reloj en leer un dato

Registro de desplazamiento



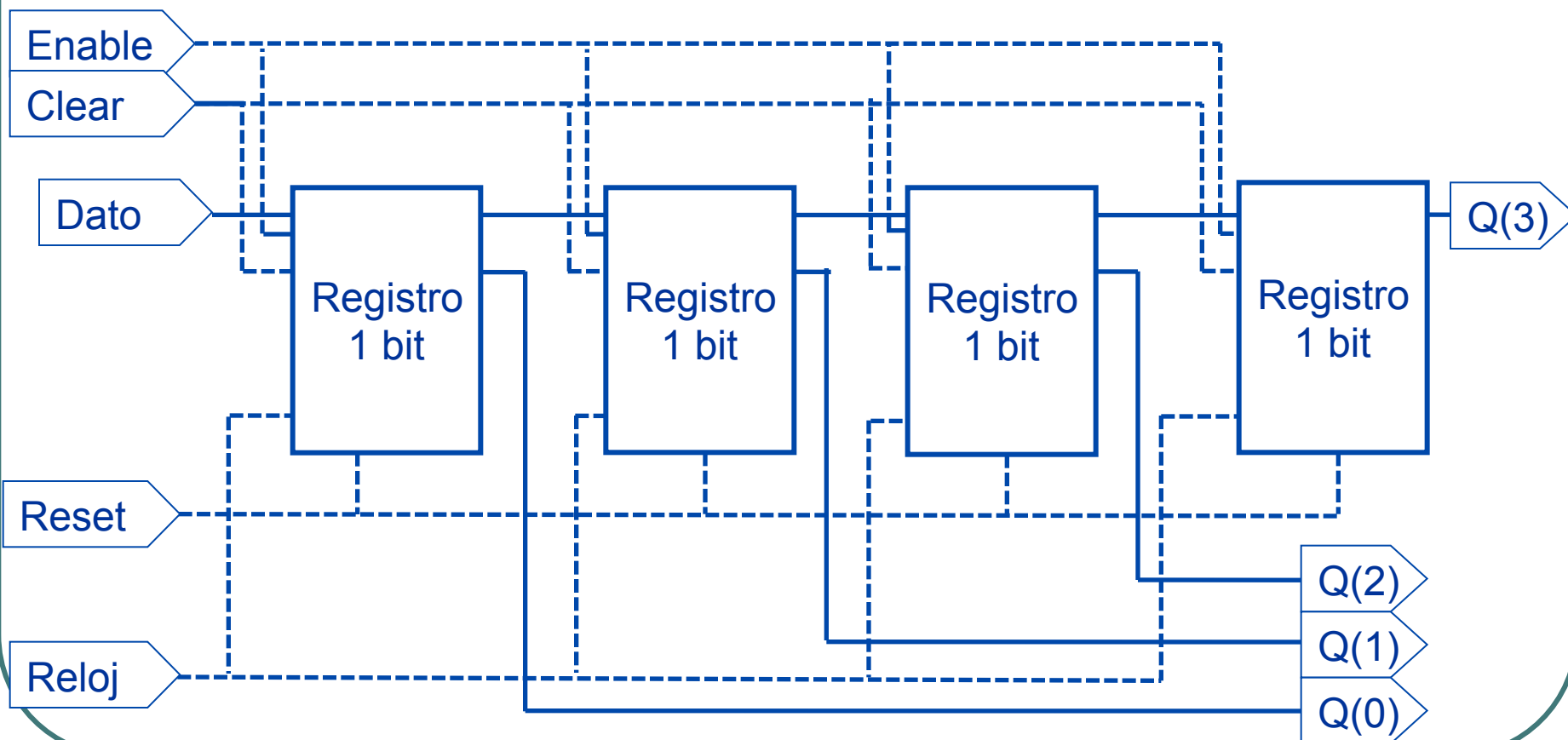
- Cuatro bits de entrada. Un bit de salida.
- Carga PARALELO. Salida SERIE.
- 1 Ciclo de reloj para almacenar el dato
- 4 Ciclos de reloj para leer el dato

PISO

Registro de desplazamiento

Entrada serie/ salida paralelo-serie

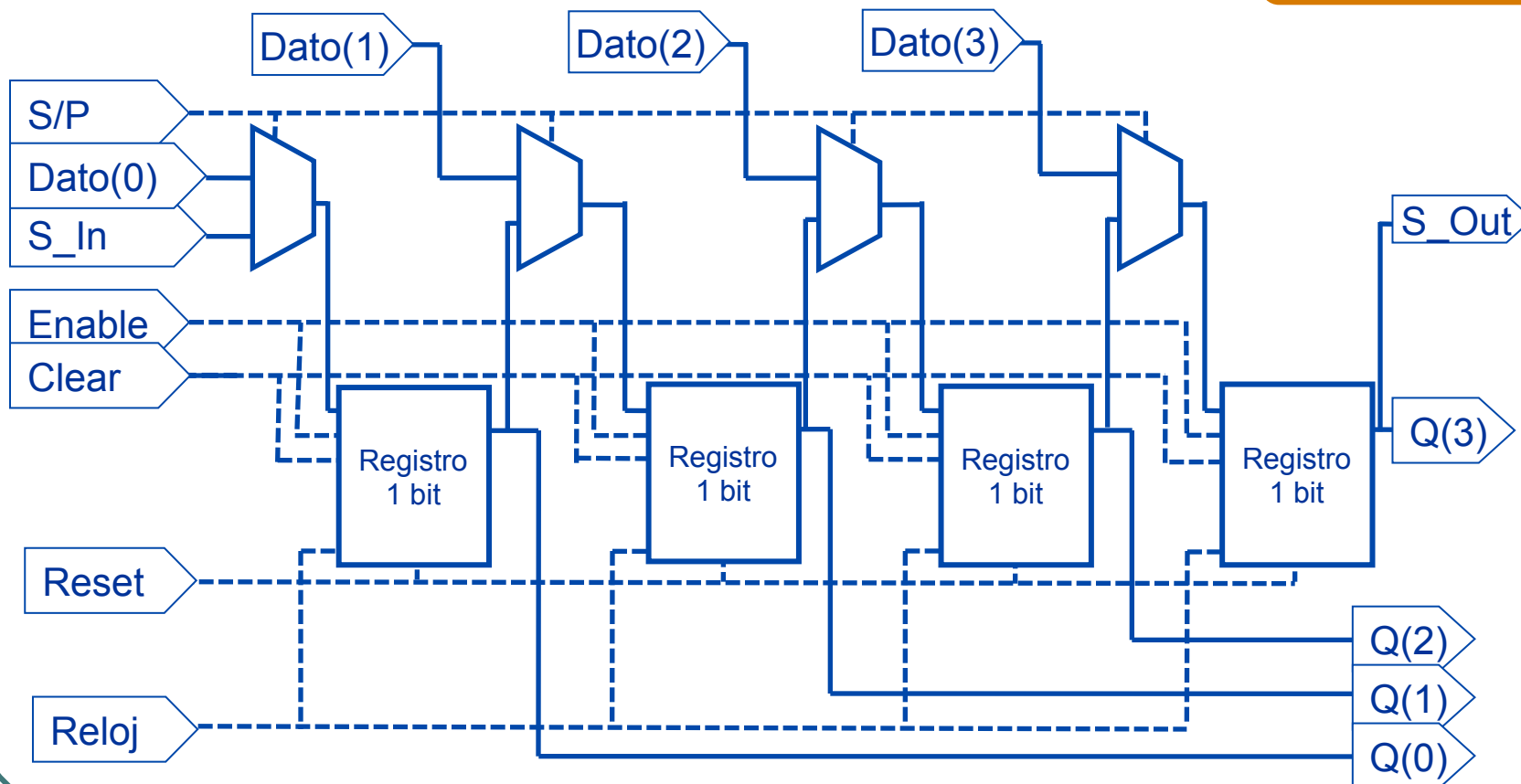
Esquema



Registro de desplazamiento

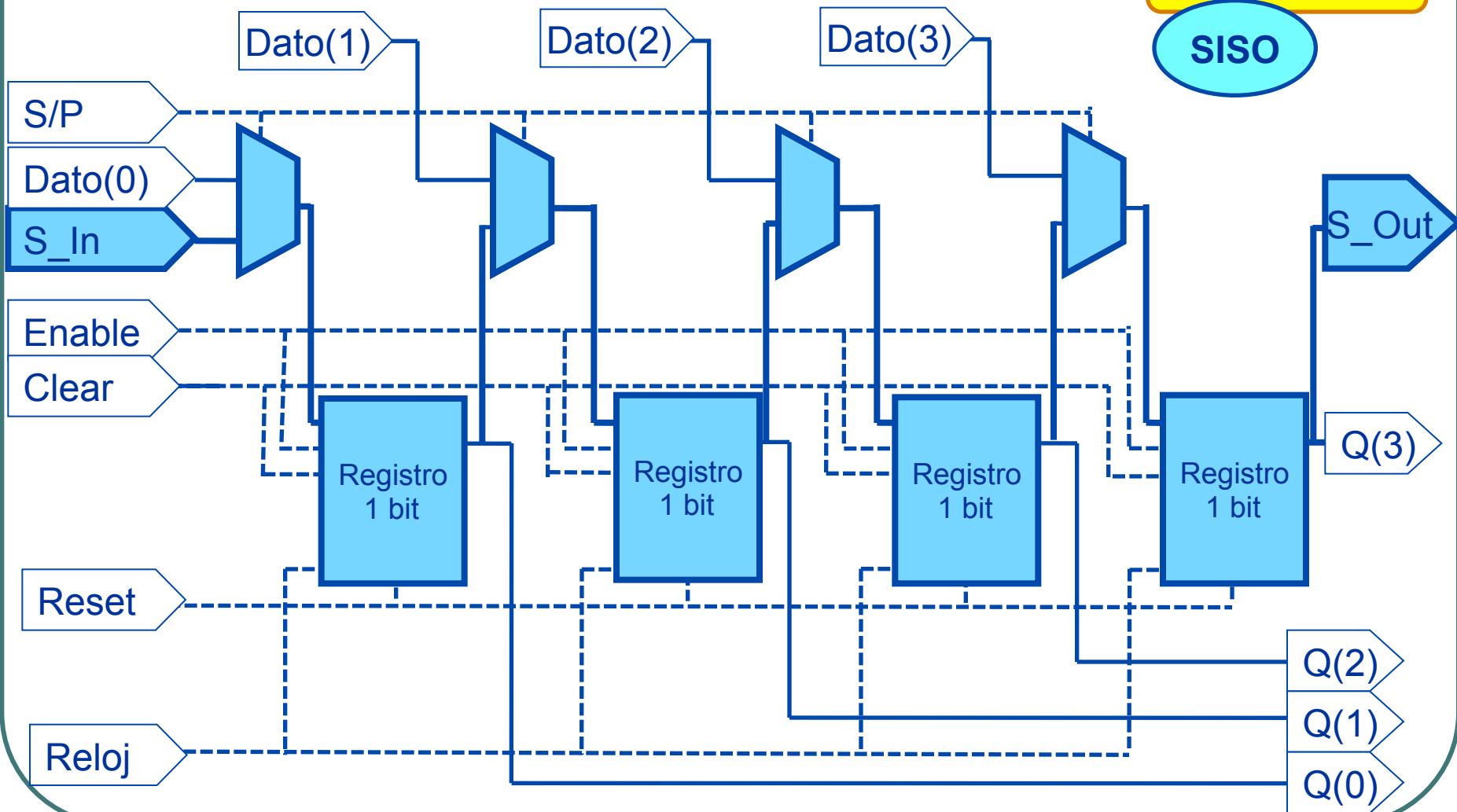
Entrada serie-paralelo / salida paralelo-serie

Esquema



Registro de desplazamiento

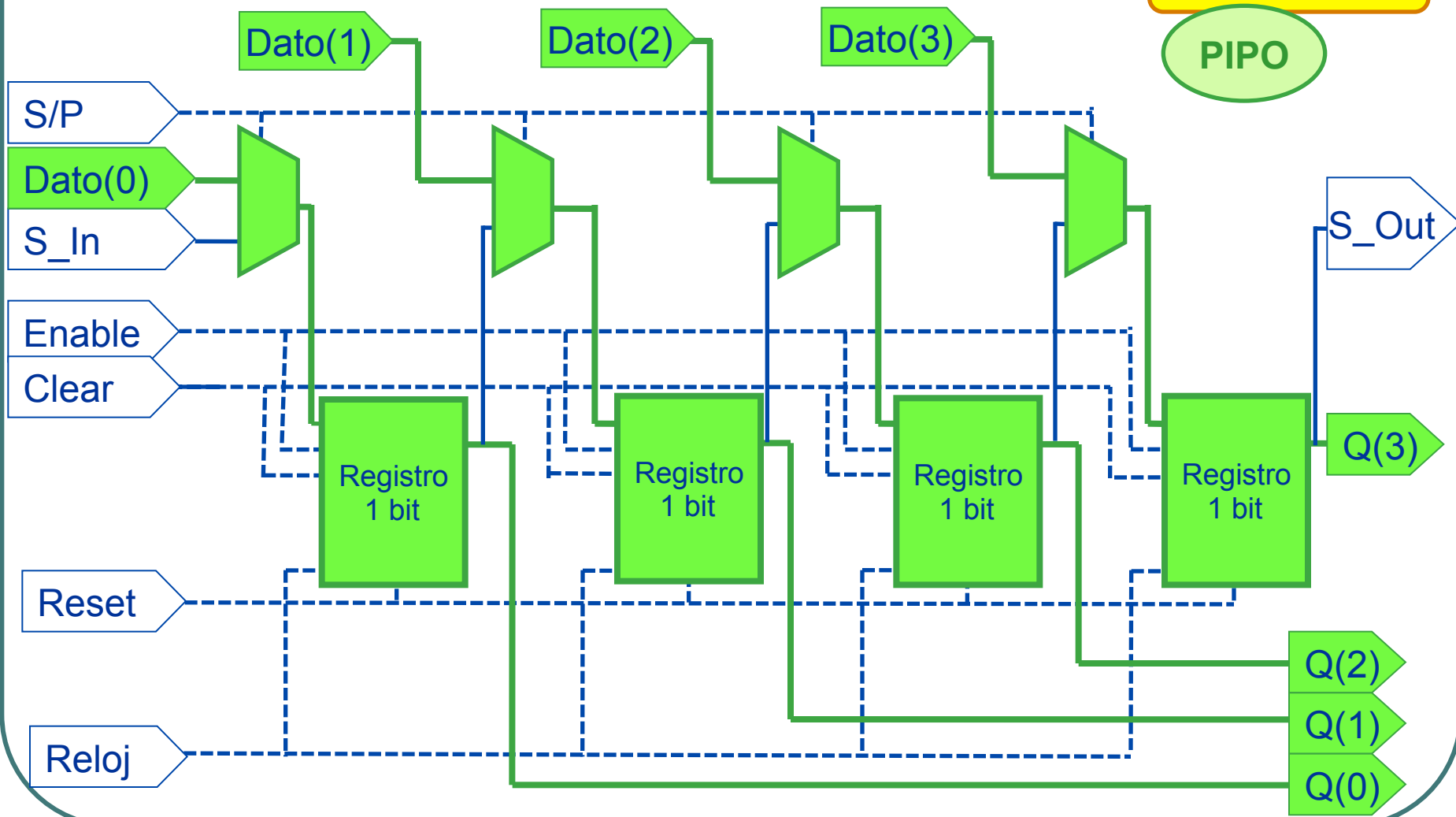
Esquema
SISO



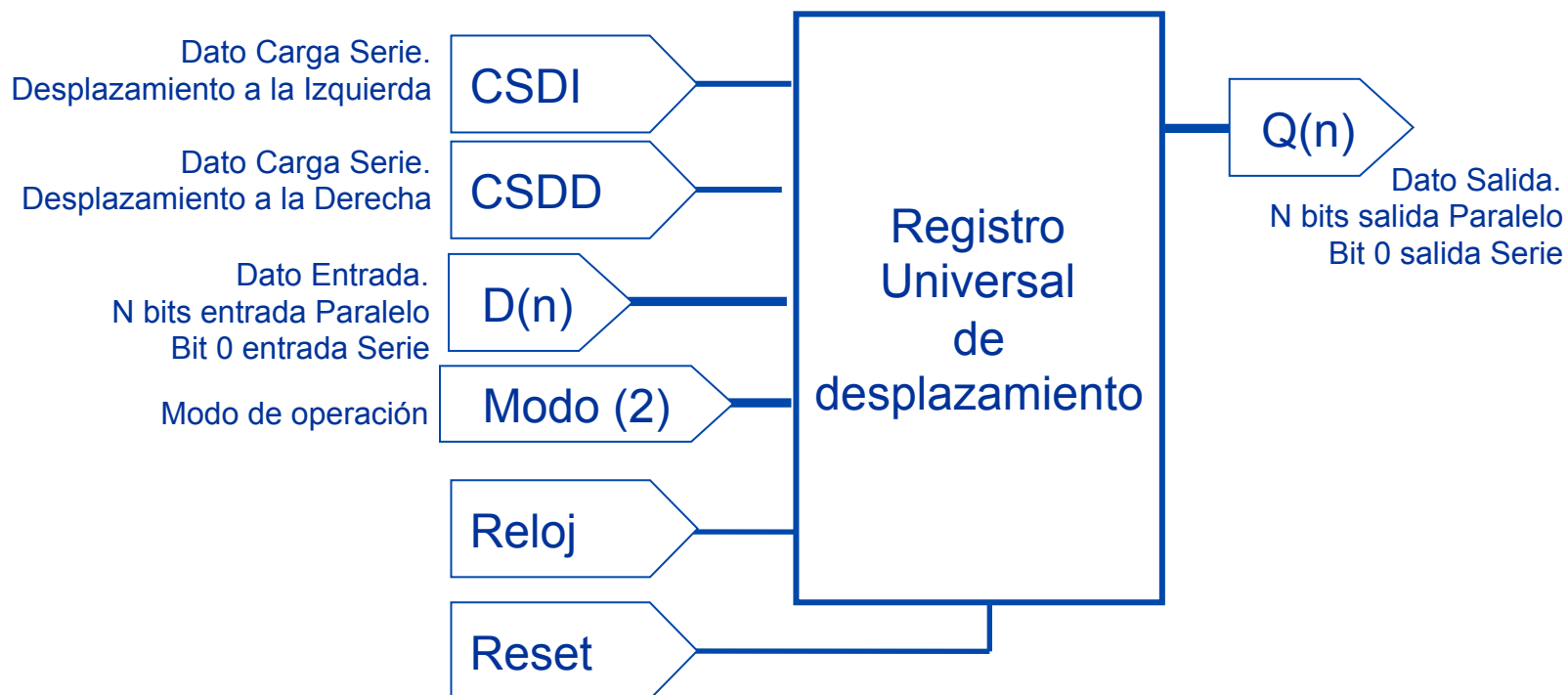
Registro de desplazamiento

Esquema

PIPO

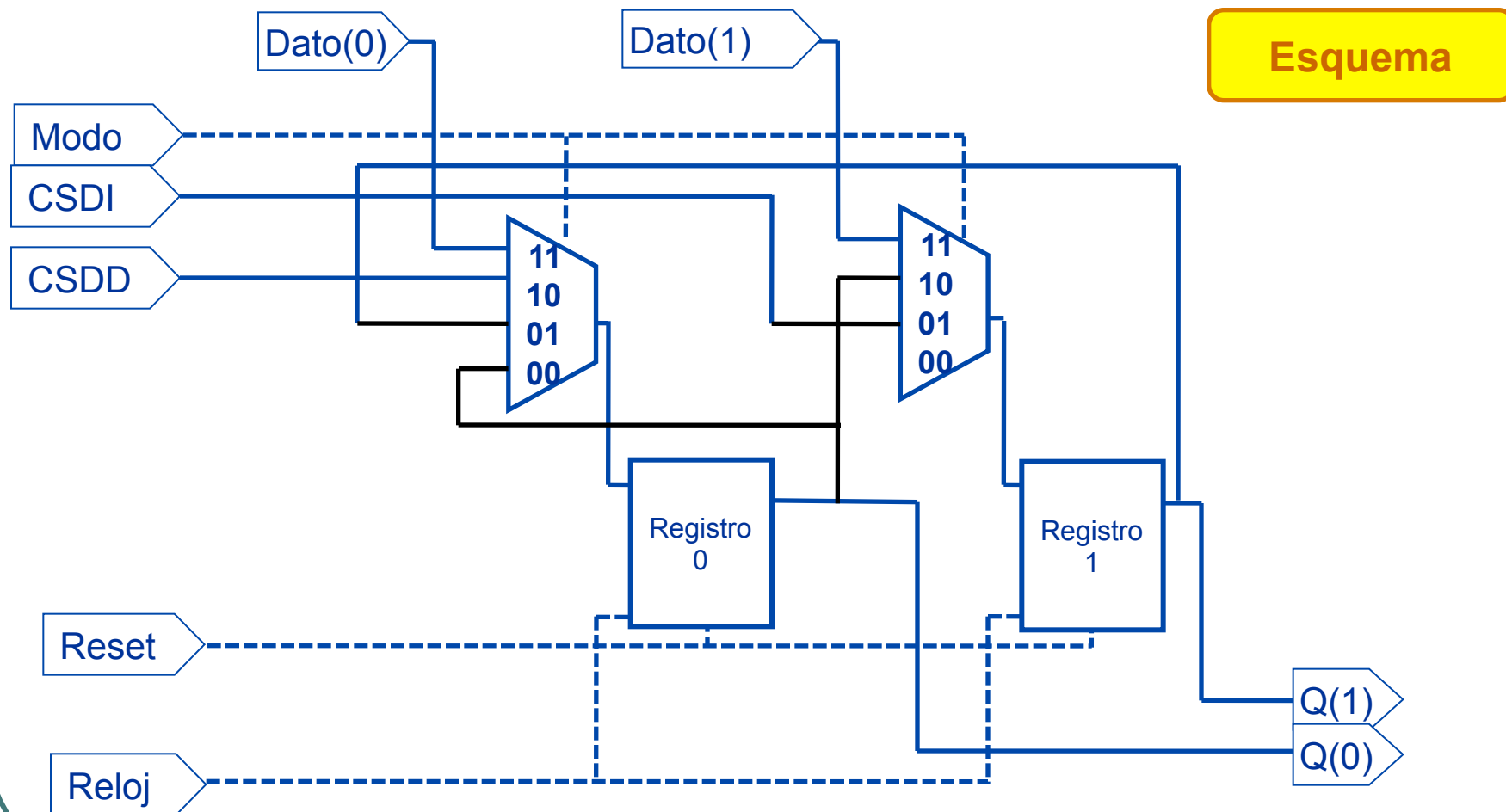


Registro universal de desplazamiento

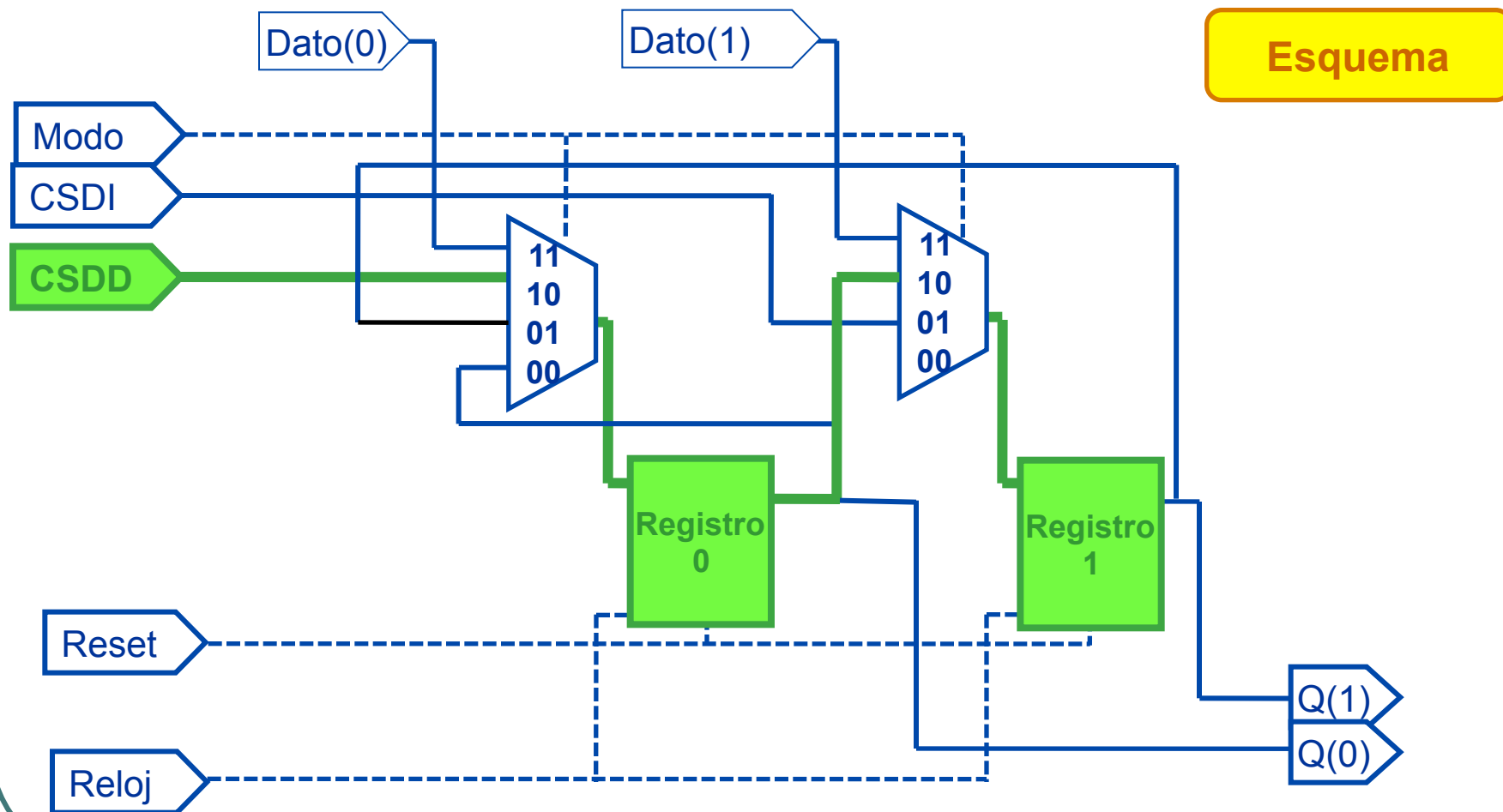


Registro de desplazamiento con entrada serie y paralelo. Los datos se pueden desplazar a izquierda o a derecha.

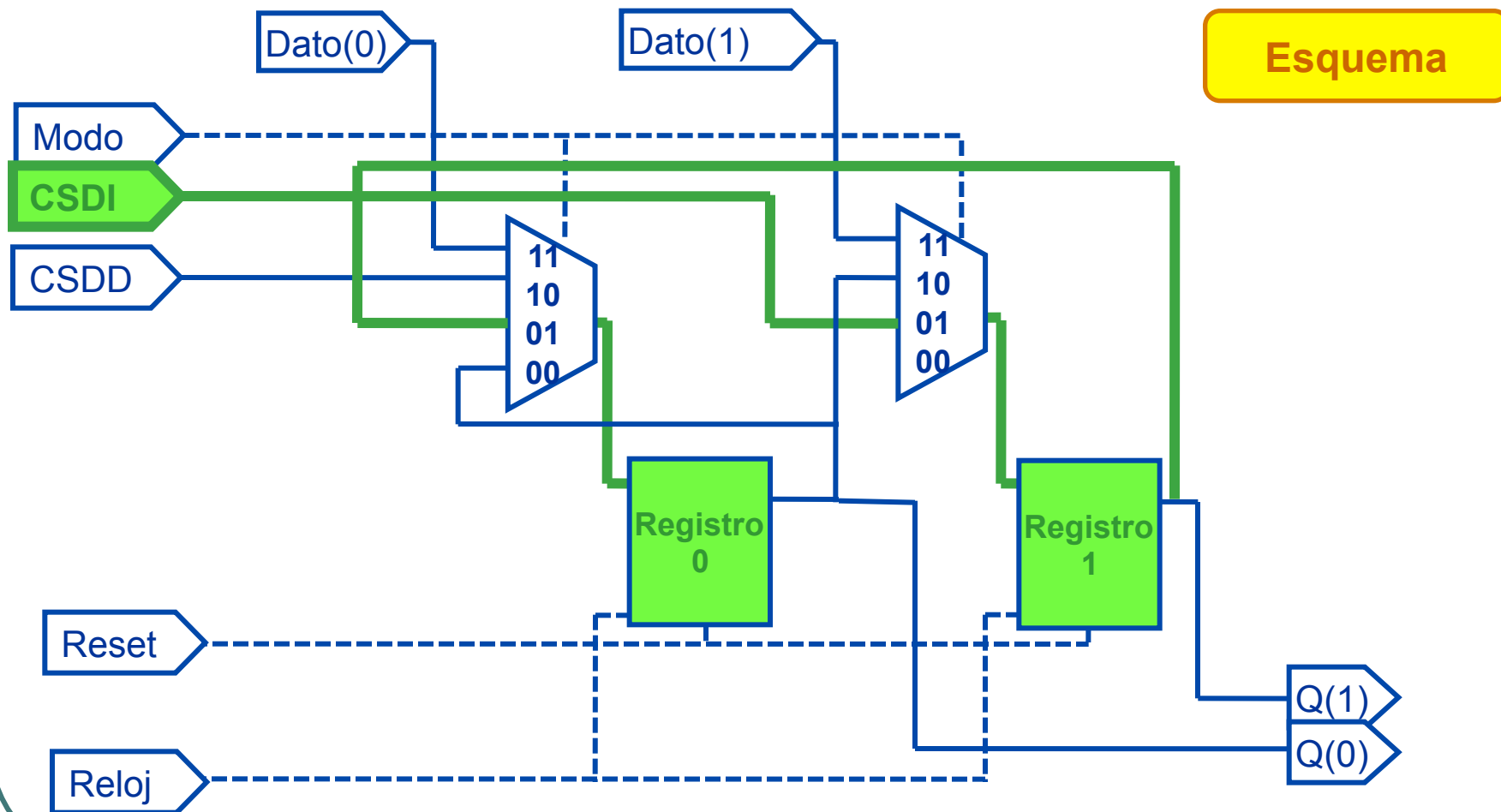
Registro universal de desplazamiento



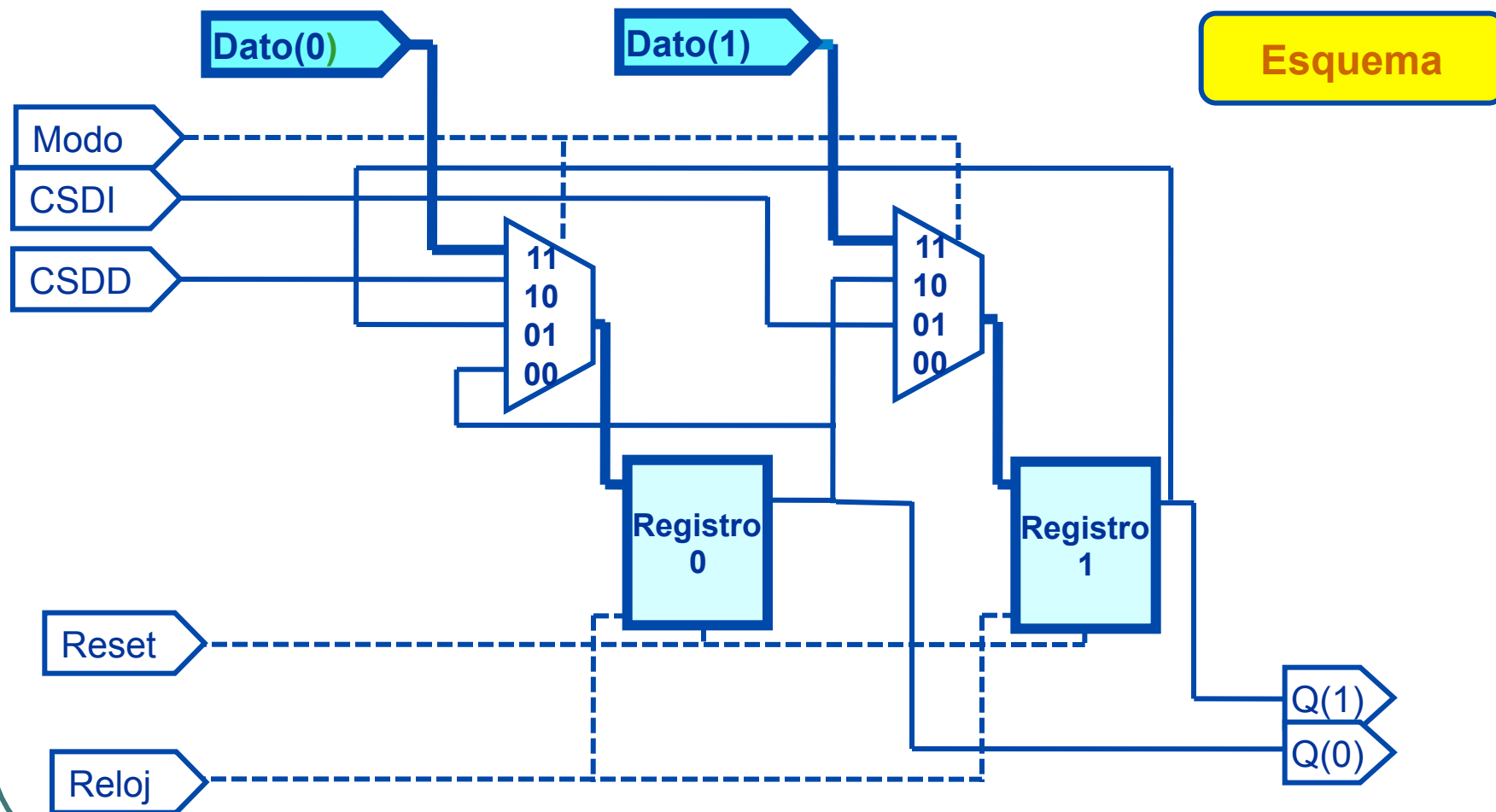
Registro universal de desplazamiento



Registro universal de desplazamiento



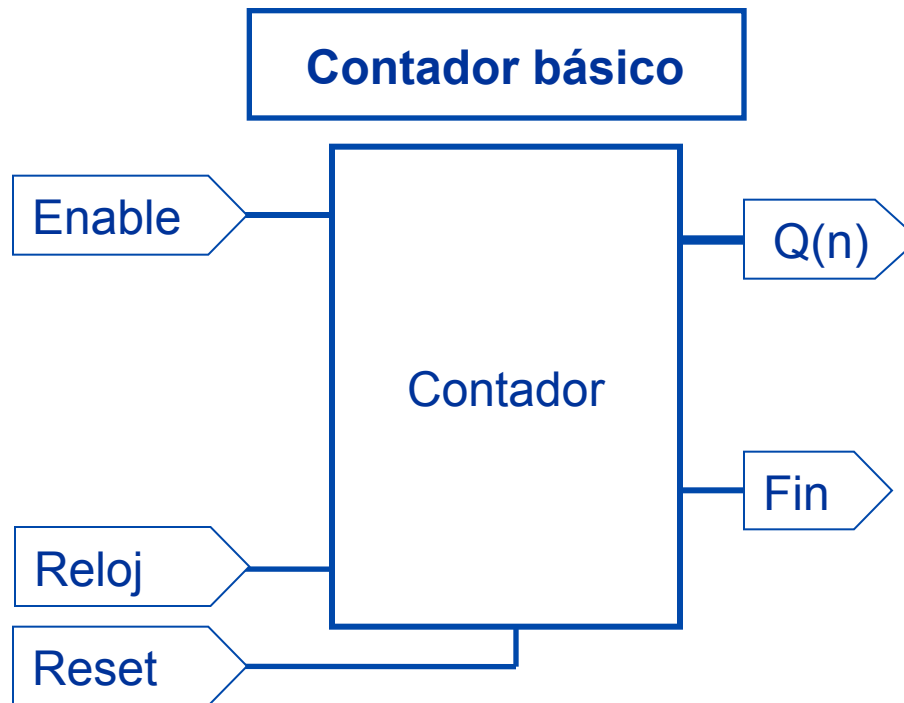
Registro universal de desplazamiento



Esquema

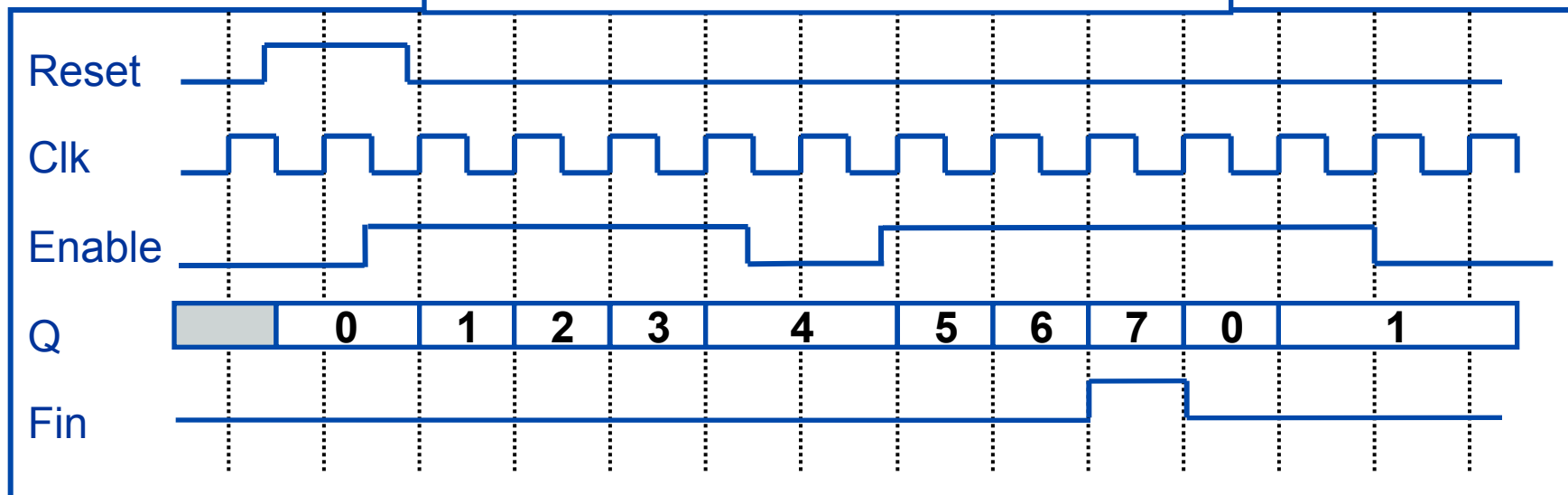
Contadores síncronos

Contadores síncronos



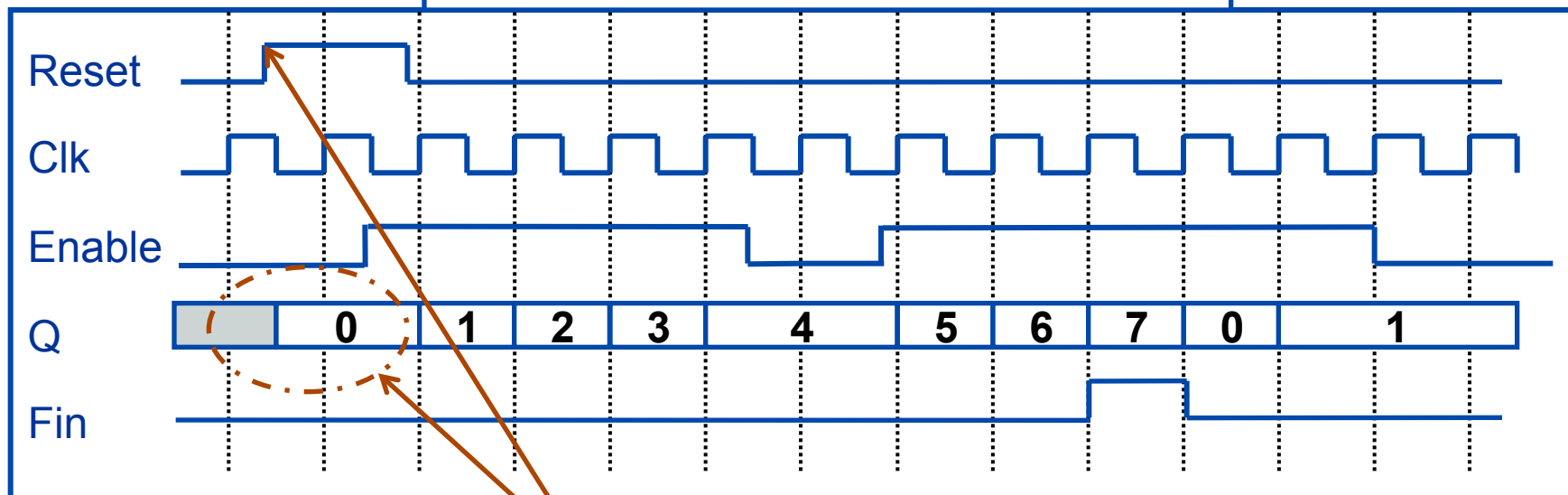
Contadores síncronos

Cronograma de funcionamiento



Contadores síncronos

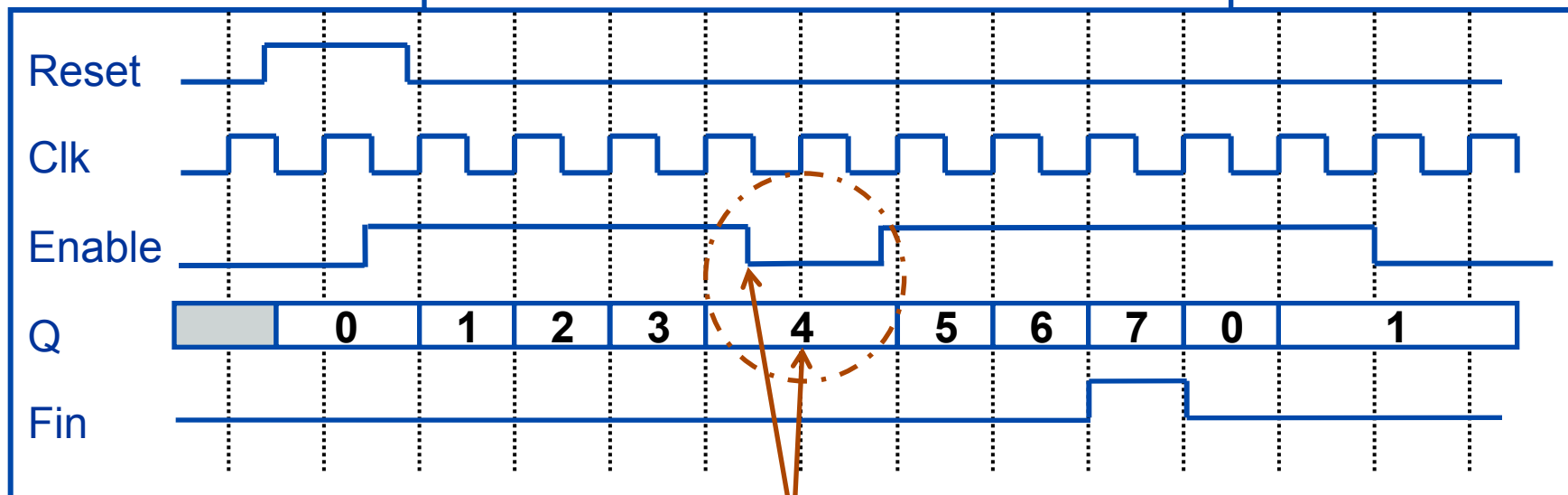
Cronograma de funcionamiento



Inicialización Asíncrona

Contadores síncronos

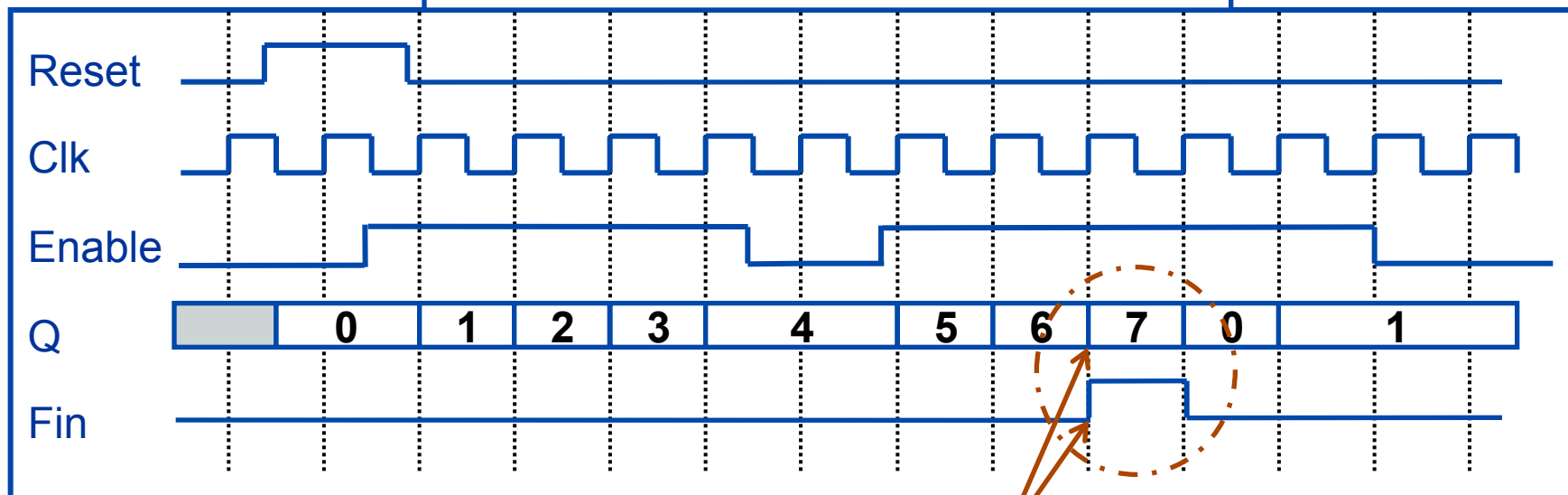
Cronograma de funcionamiento



Parada de cuenta

Contadores síncronos

Cronograma de funcionamiento



Fin de cuenta

Contadores síncronos como FSM

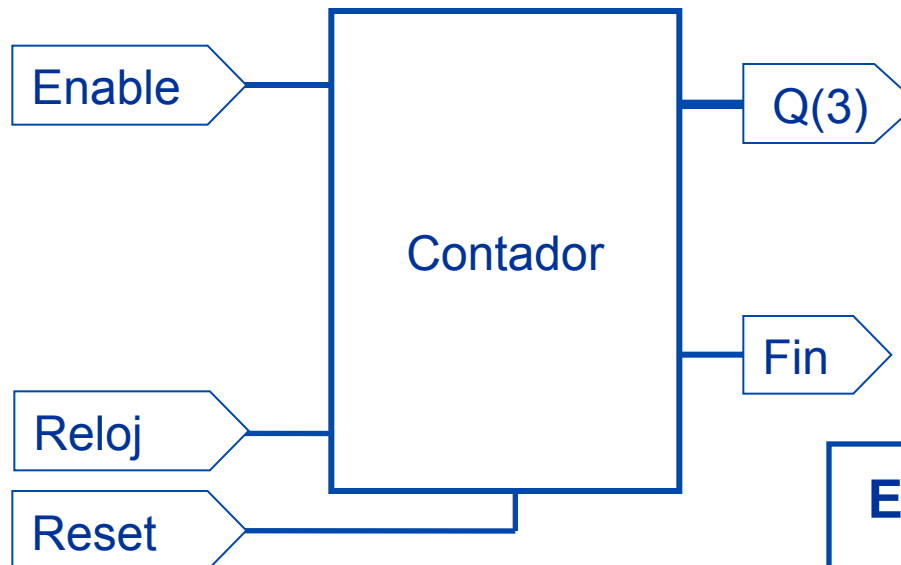
- 1. Entradas y Salidas*
- 2. Diagrama de estados. Asignación de estados. Biestables*
- 3. Tabla de transiciones*
- 4. Optimización*
- 5. Esquemático*

Contadores síncronos como FSM

1. Entradas y Salidas

Contador
en binario natural
de 0 a 7

Moore

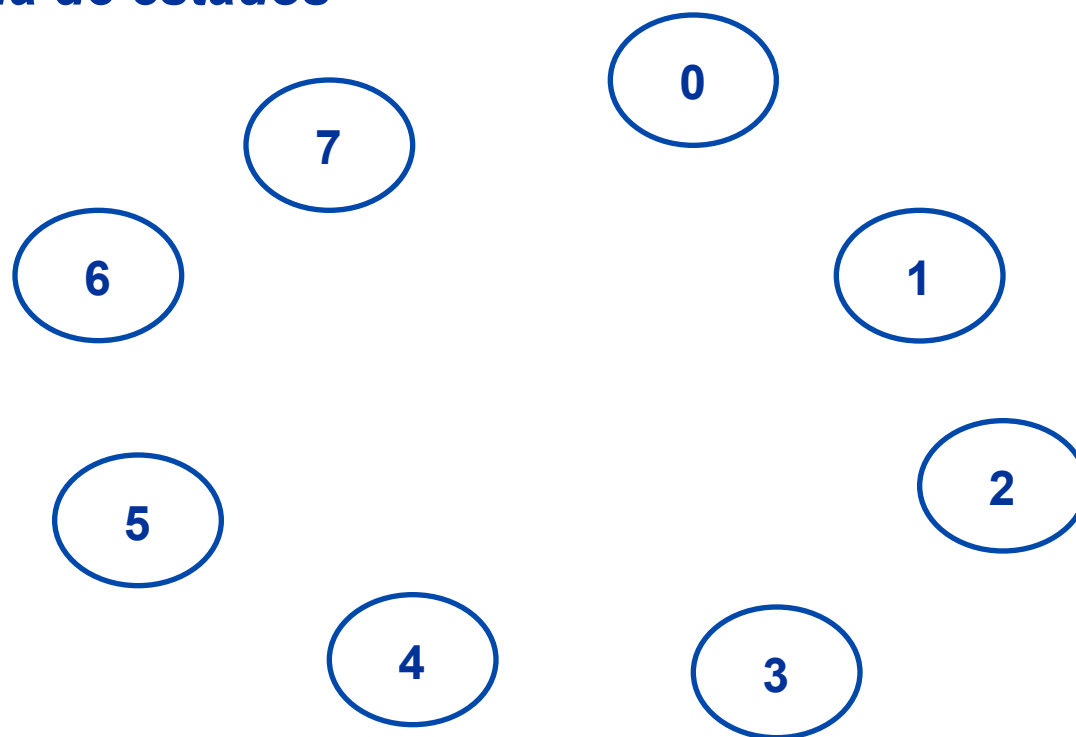


Entrada__Salidas

Ena__Q-F

Contadores síncronos como FSM

2. Diagrama de estados

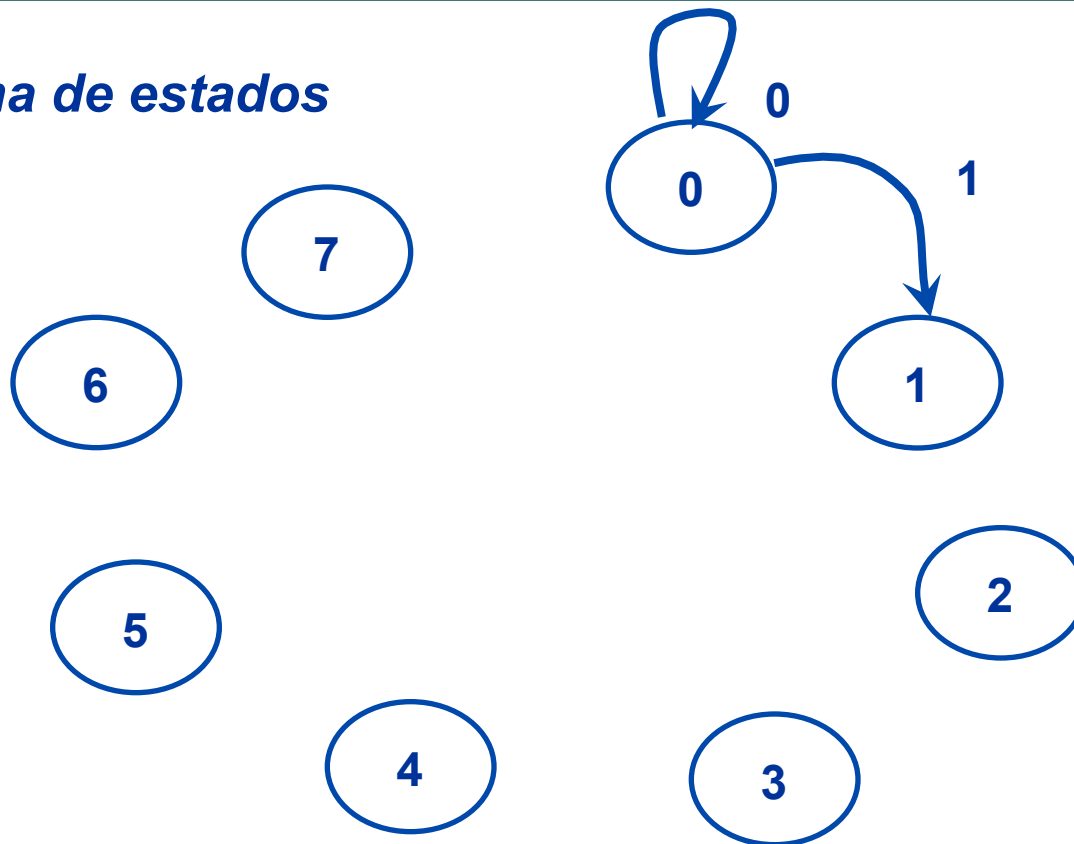


Contadores síncronos como FSM

2. Diagrama de estados

Entrada__Salidas

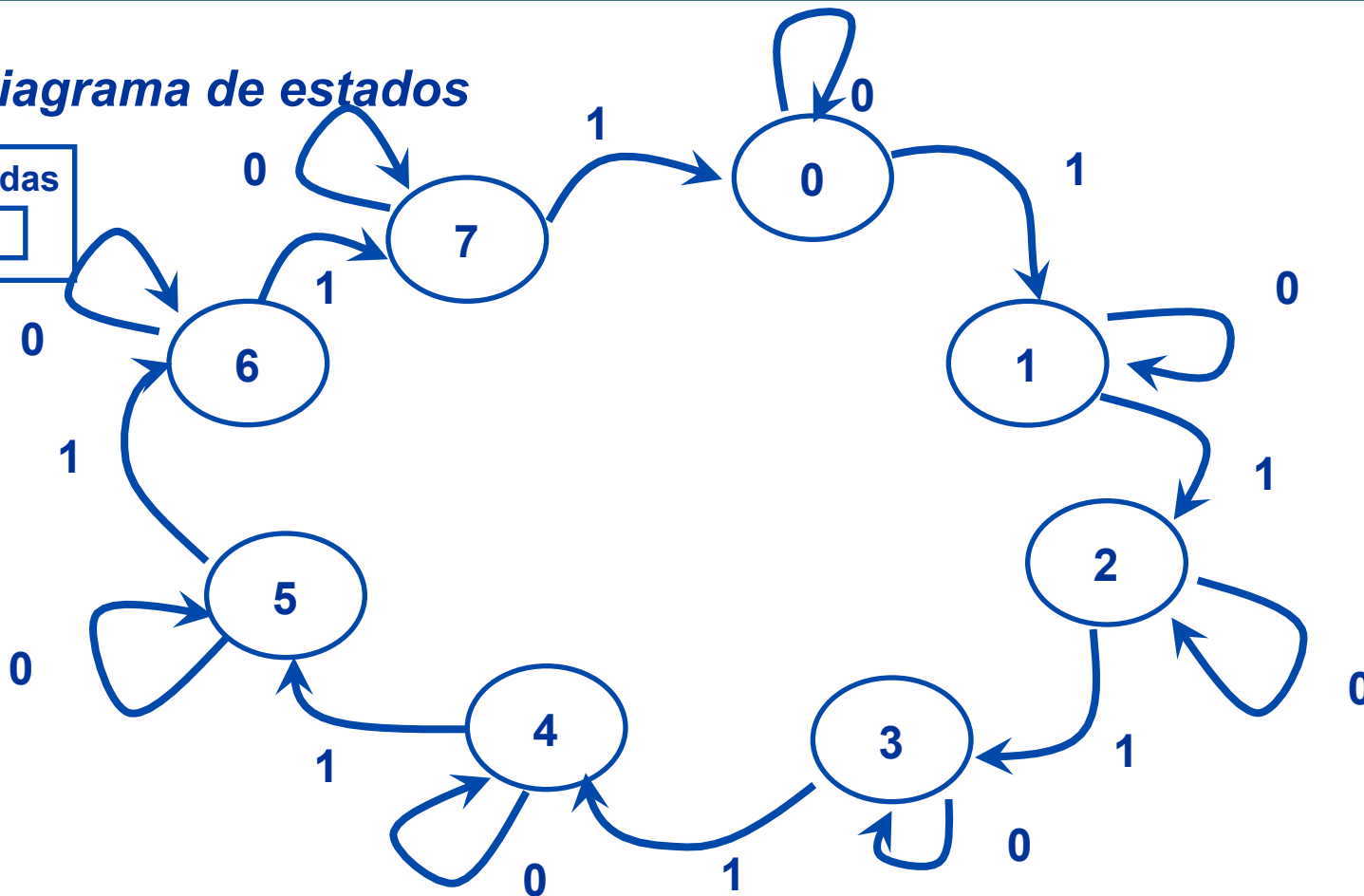
Ena__Q-F



Contadores síncronos como FSM

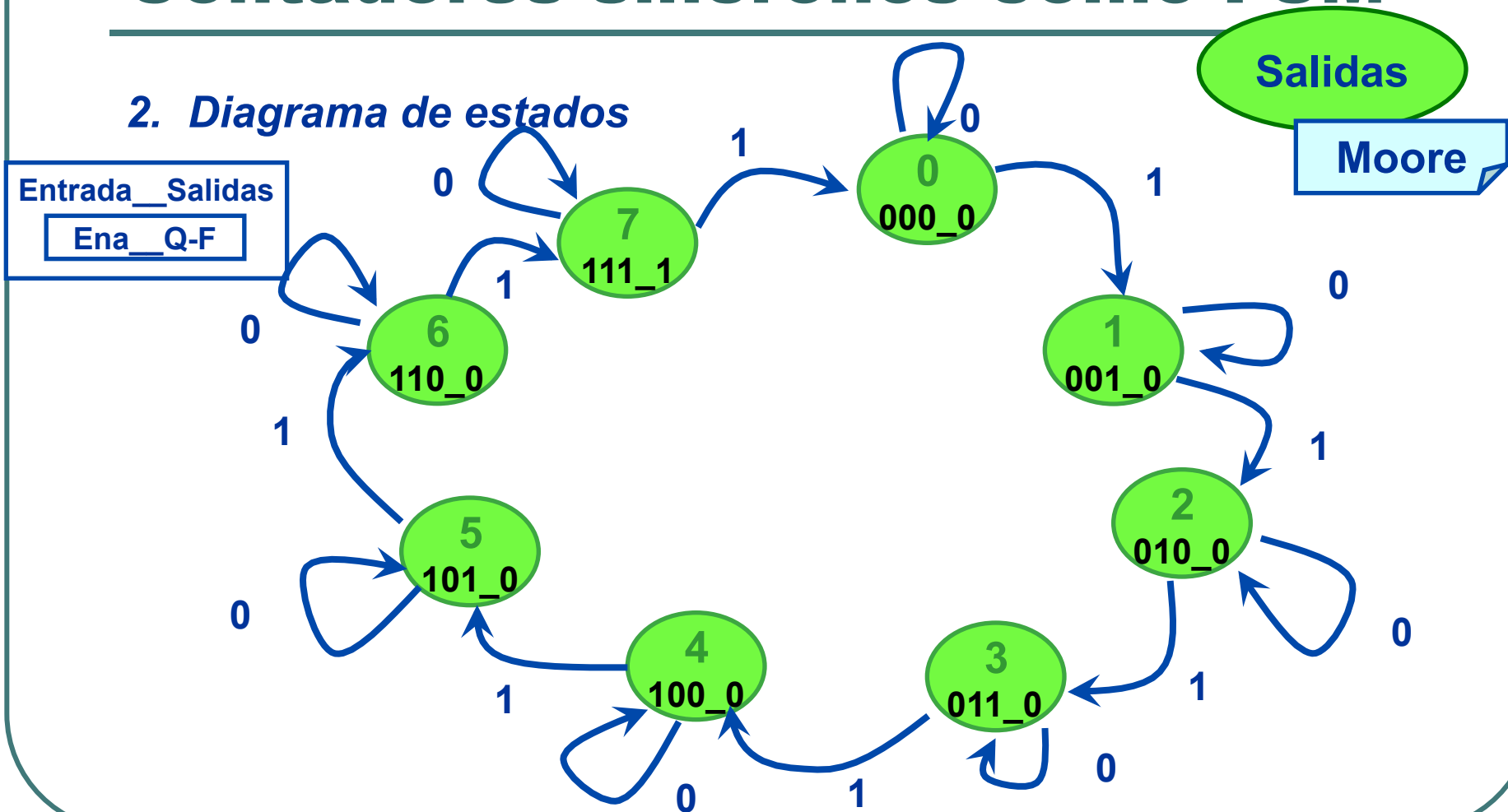
2. Diagrama de estados

Entrada	Salidas
Ena	Q-F



Contadores síncronos como FSM

2. Diagrama de estados



Contadores síncronos como FSM

2. Asignación de estados

7 estados → 3 biestables

Estado __ Codificación

0 →	000
1 →	001
2 →	010
3 →	011
4 →	100
5 →	101
6 →	110
7 →	111

Contadores síncronos como FSM

Entrada +Estado				Estado siguiente			Entradas T			Salidas			
E	Q2	Q1	Q0	Q2	Q1	Q0	T2	T1	T0	Q2	Q1	Q0	Fin
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0

Contadores síncronos como FSM

Entrada +Estado				Estado siguiente			Entradas T			Salidas			
E	Q2	Q1	Q0	Q2	Q1	Q0	T2	T1	T0	Q2	Q1	Q0	Fin
1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0
1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Contadores síncronos como FSM

4. Optimización

T2

Q1Q0 EnQ2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

T1

Q1Q0 EnQ2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

Contadores síncronos como FSM

4. Optimización

T0

Q1Q0 EnQ2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

Fin

Q1Q0 EnQ2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	0

Contadores síncronos como FSM

4. Optimización

$T0 = \text{Enable}$

$T1 = Q0 \cdot \text{Enable}$

$T2 = Q1 \cdot Q0 \cdot \text{Enable}$

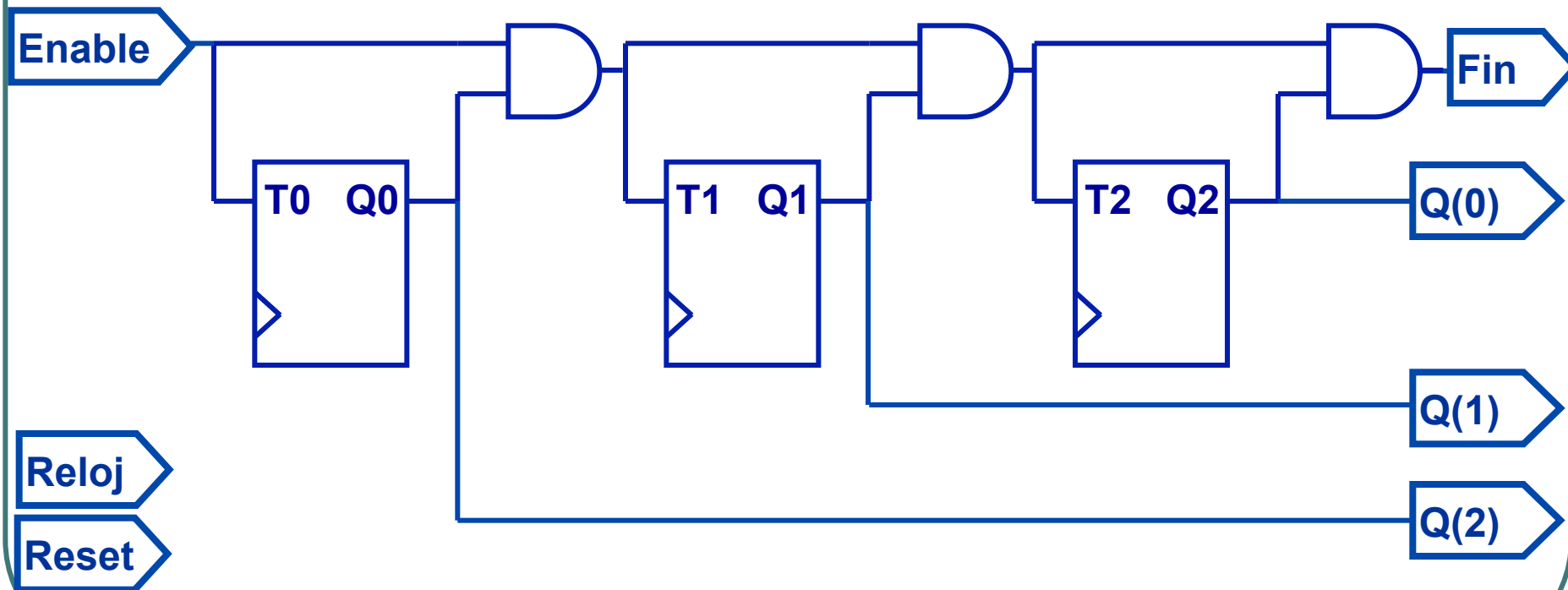
$\text{Fin} = Q2 \cdot Q1 \cdot Q0 \cdot \text{Enable}$

Contadores síncronos como FSM



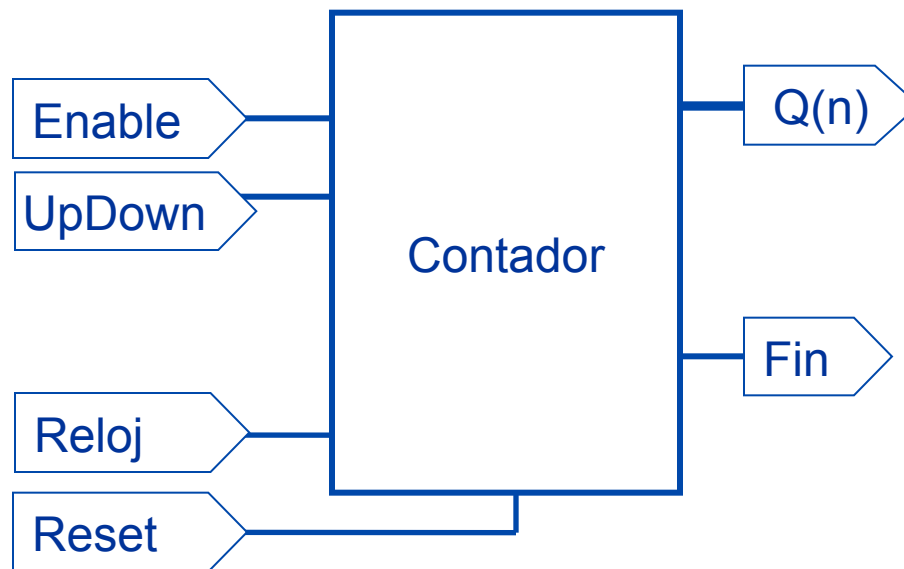
Esquema

5. Esquemático



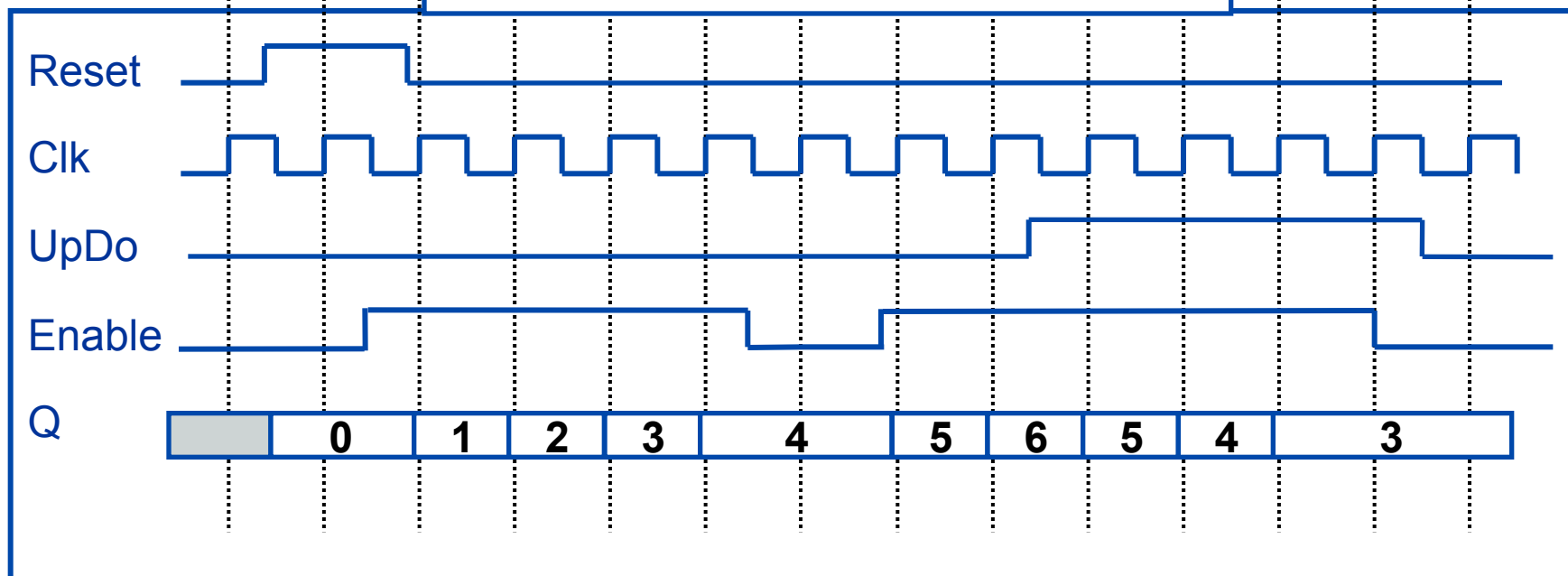
Contadores síncronos

Contador Ascendente/Descendente



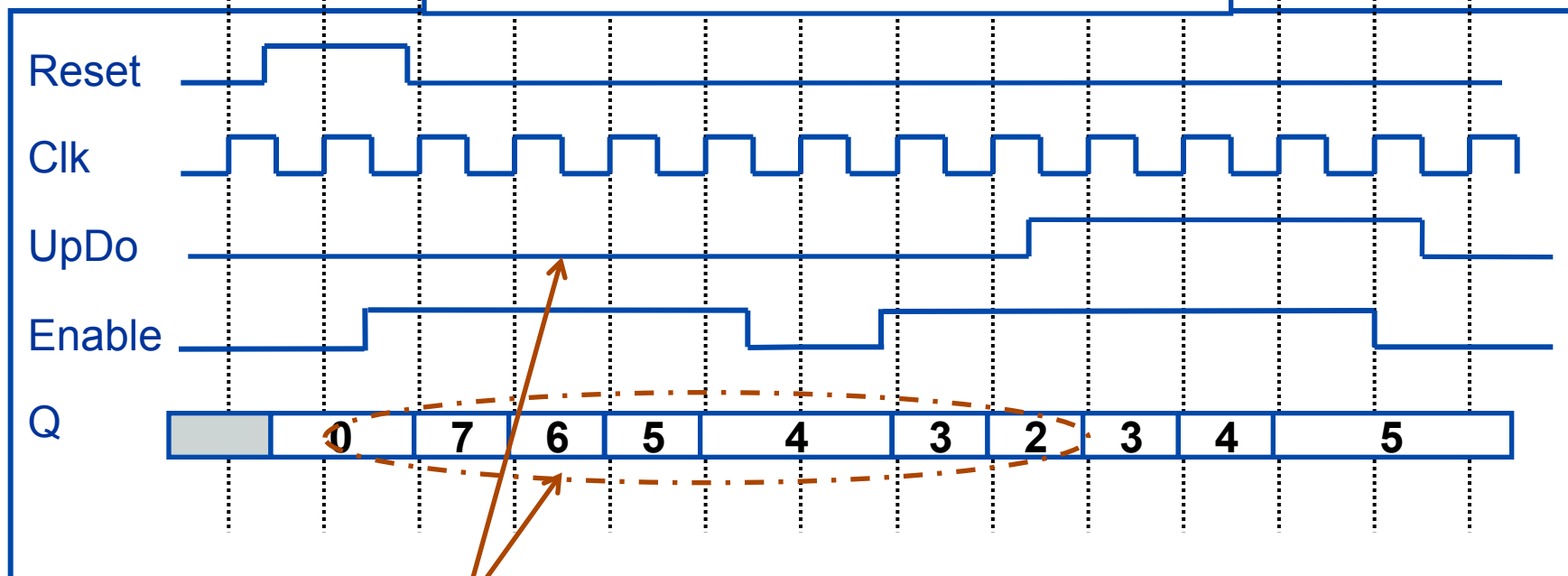
Contadores síncronos (Asc/Desc)

Cronograma de funcionamiento



Contadores síncronos (Asc/Desc)

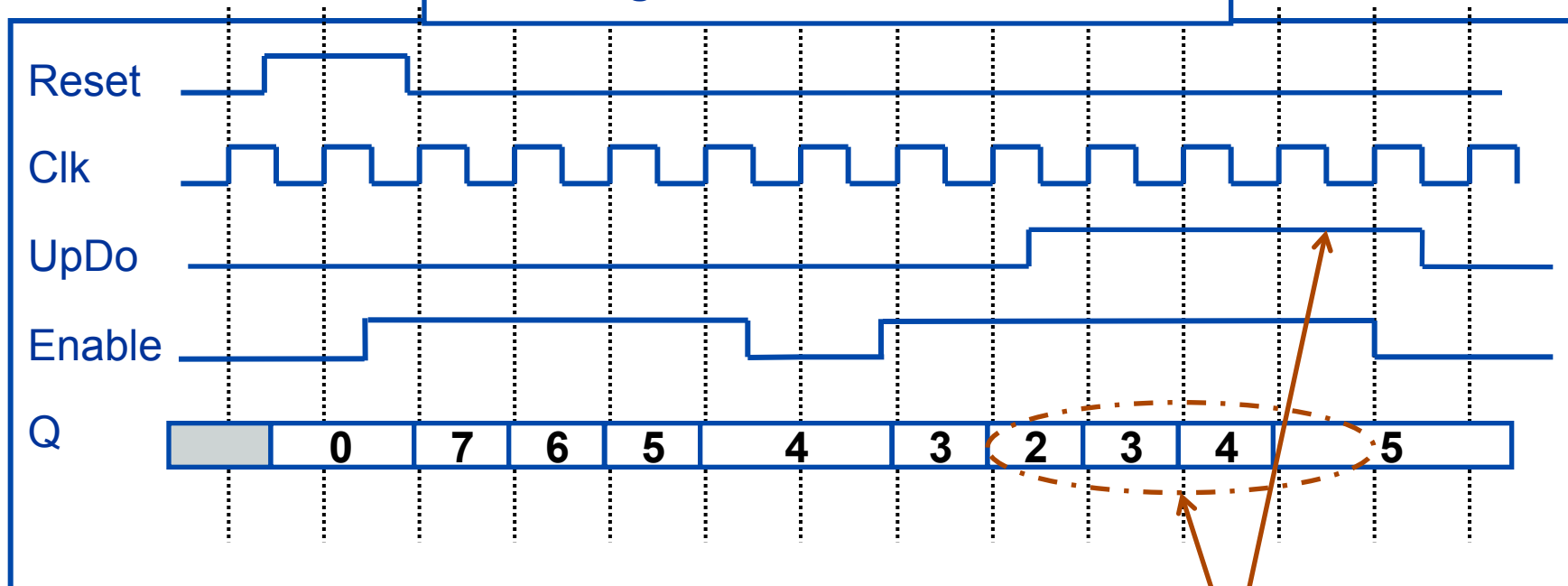
Cronograma de funcionamiento



Cuenta Descendente

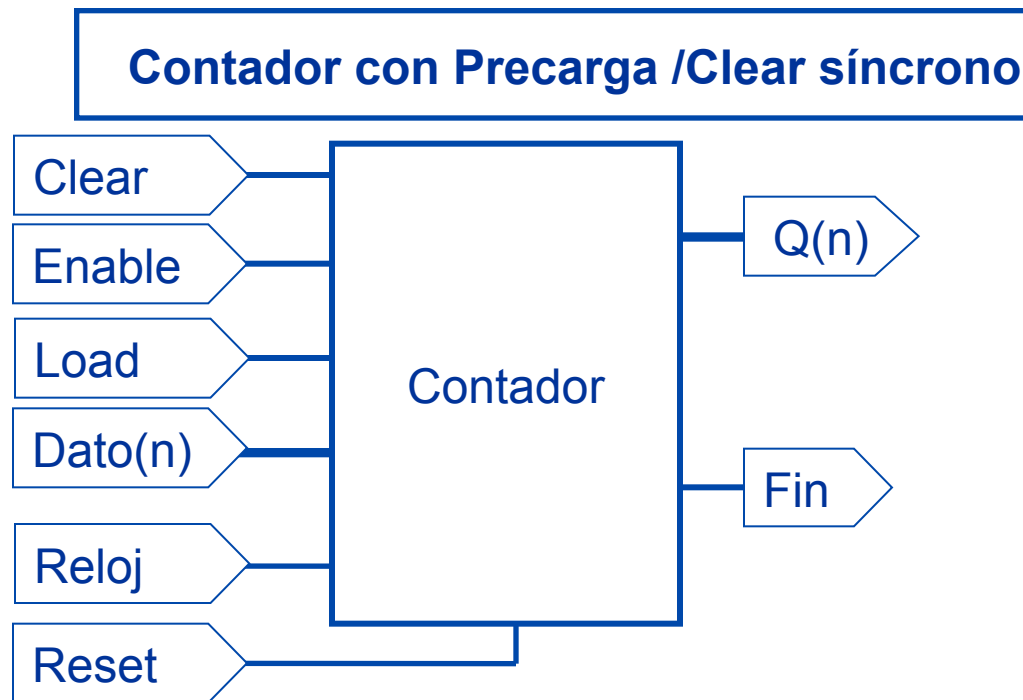
Contadores síncronos (Asc/Desc)

Cronograma de funcionamiento



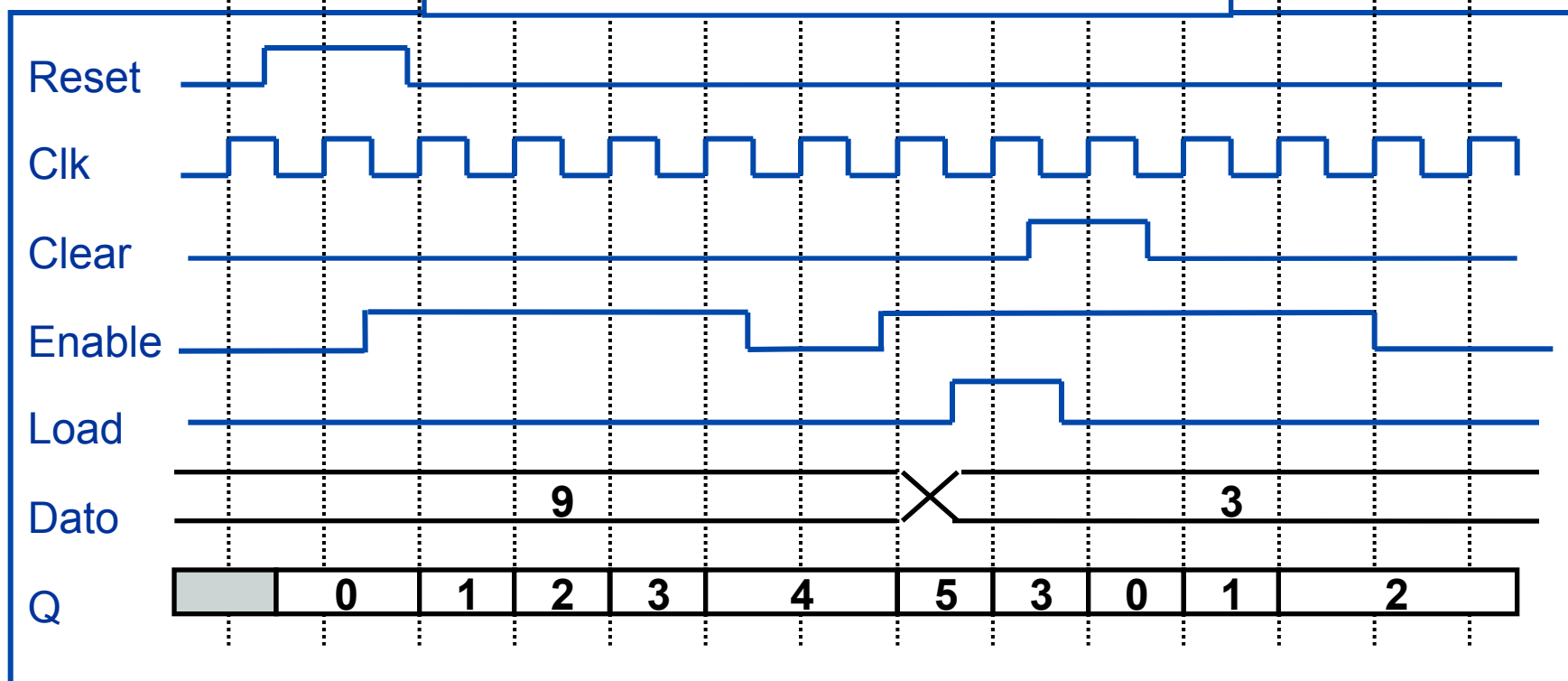
Cuenta Ascendente

Contadores síncronos

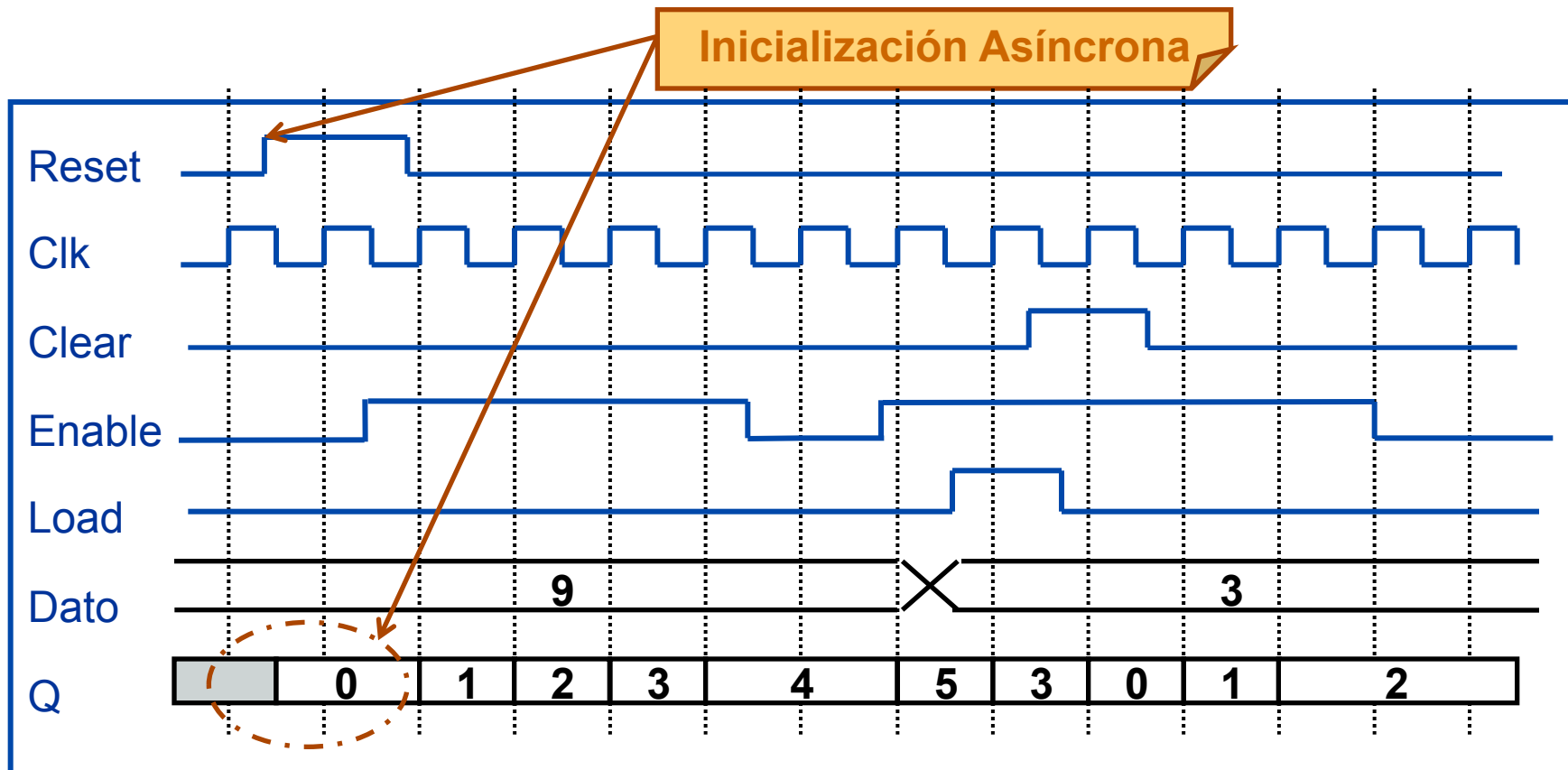


Contadores síncronos

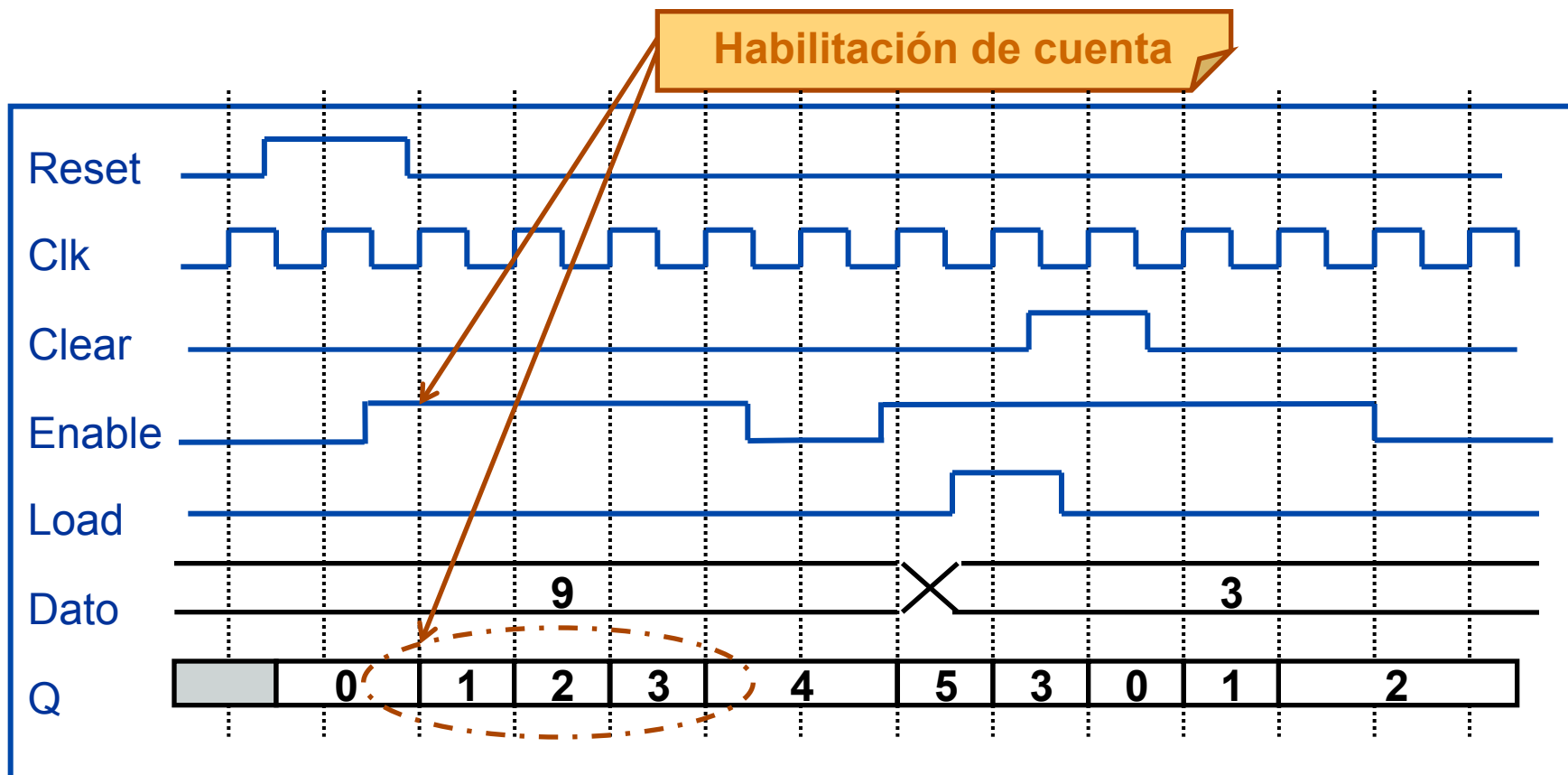
Cronograma de funcionamiento



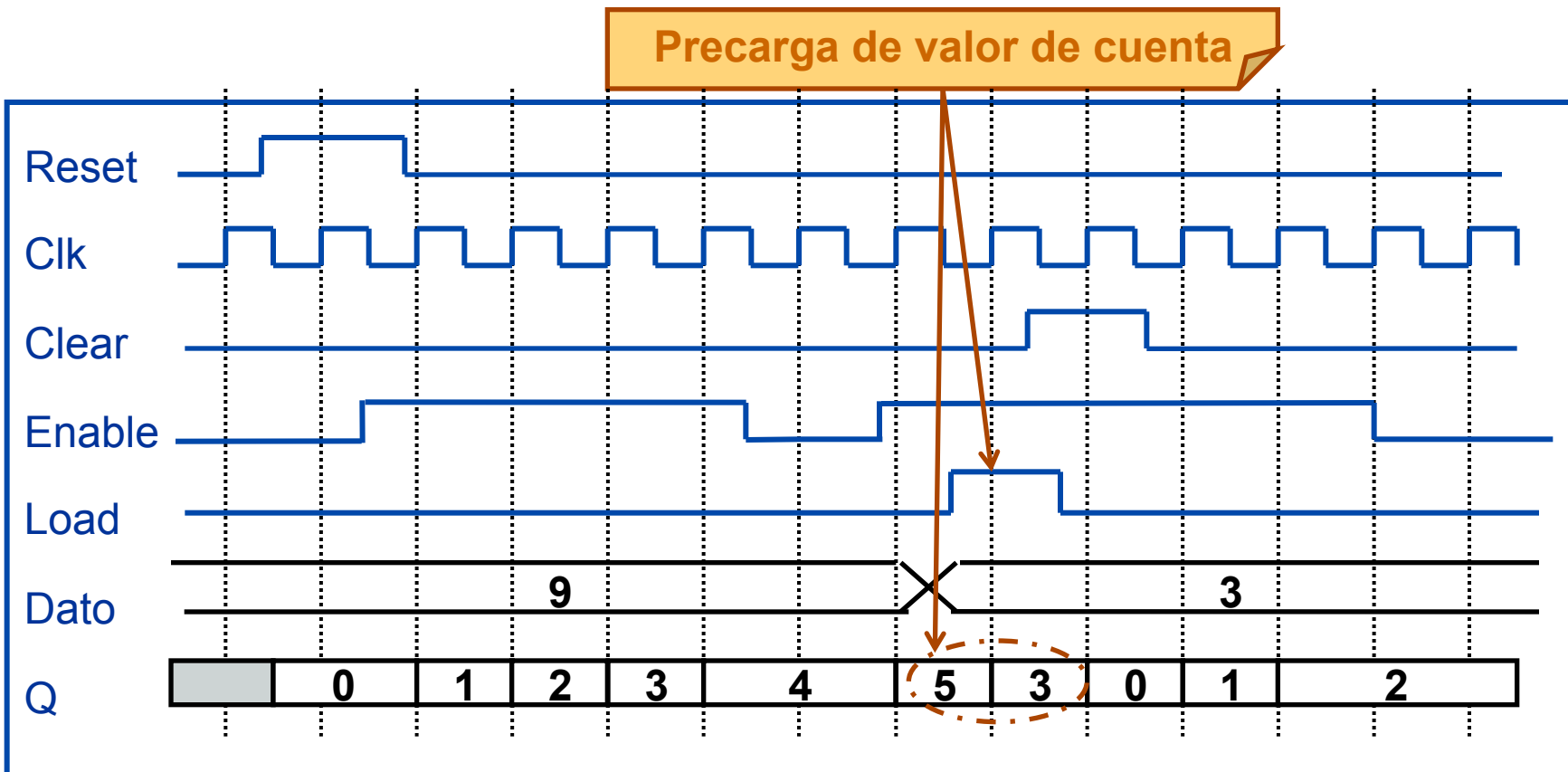
Contadores síncronos



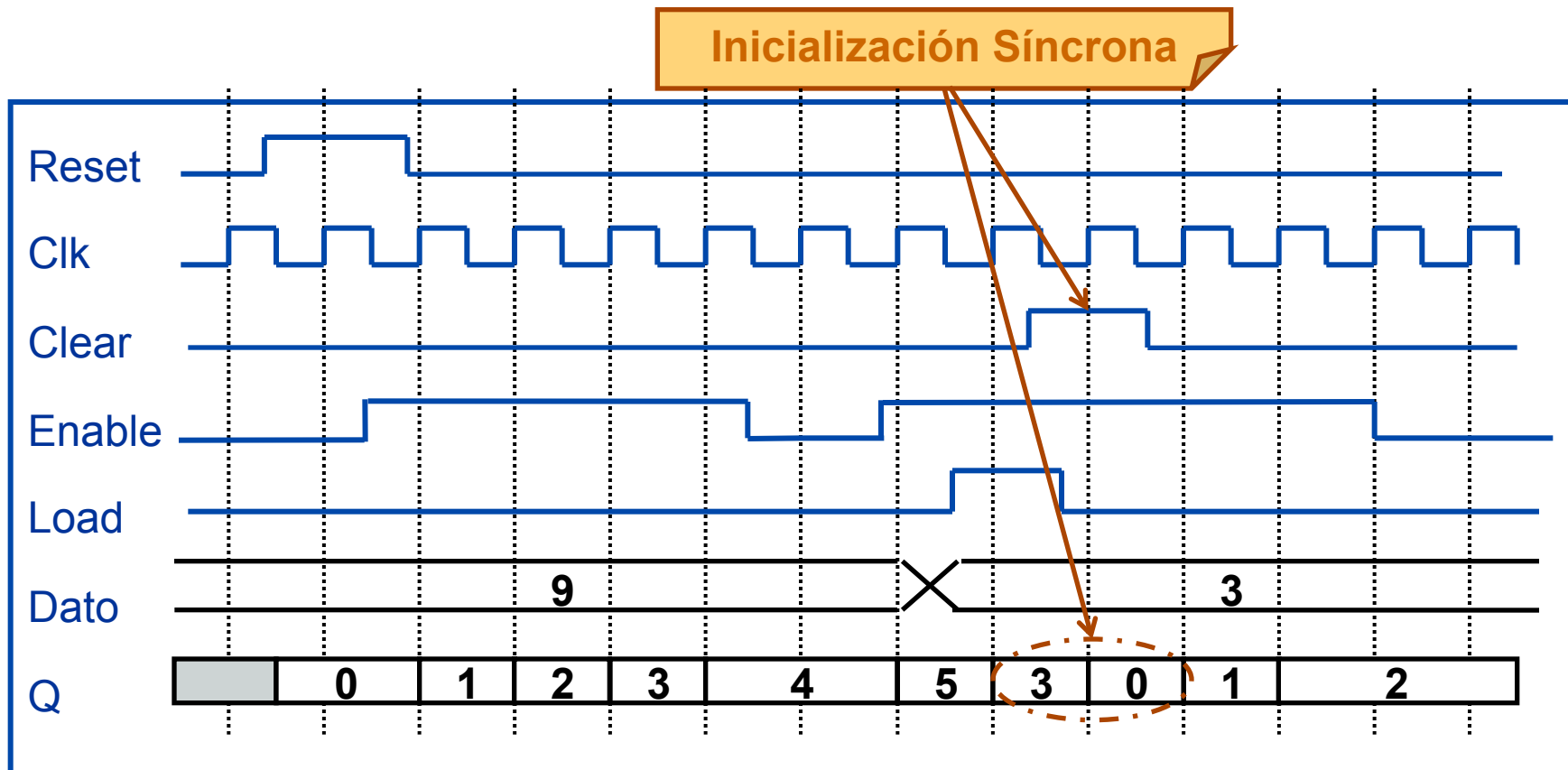
Contadores síncronos



Contadores síncronos



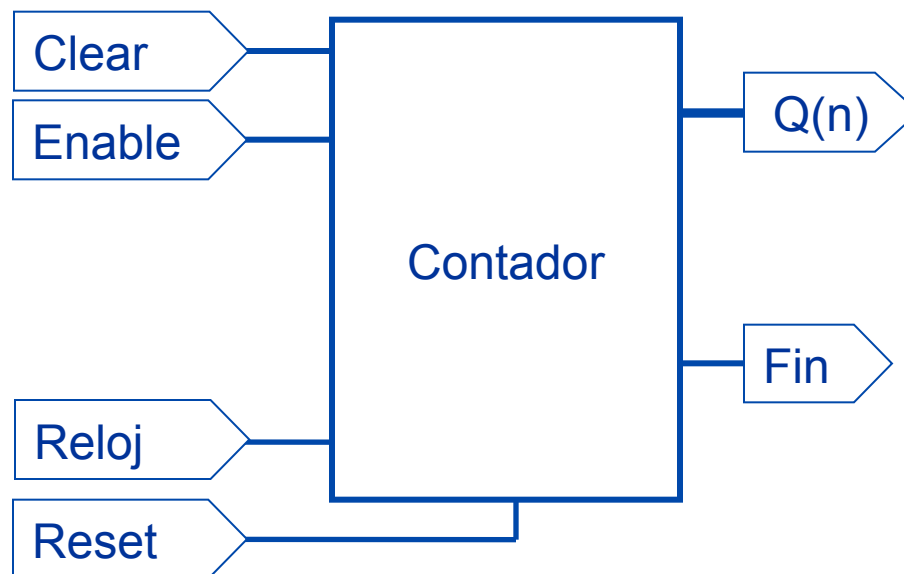
Contadores síncronos



Contadores síncronos (FSM)

Contador con entrada Clear

Ejercicio



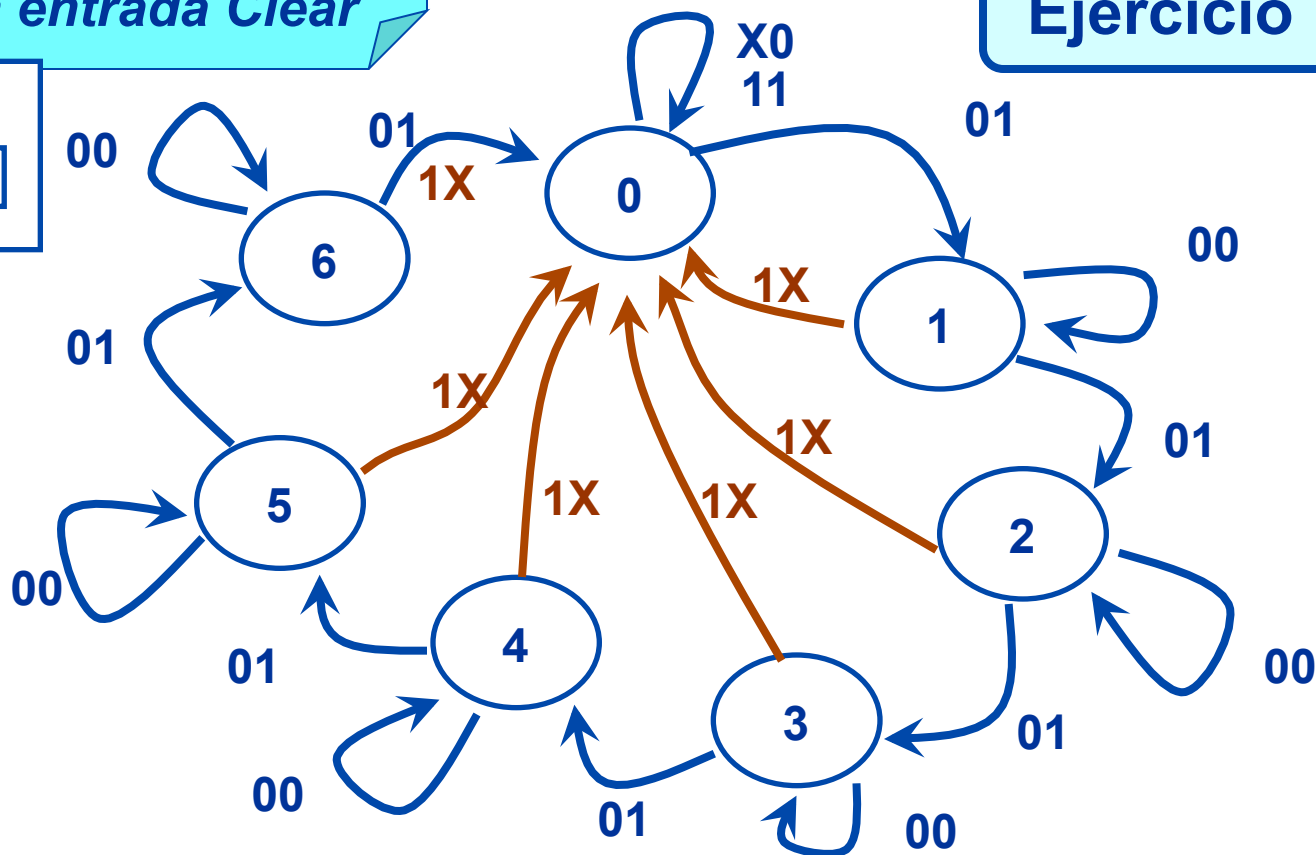
Contadores síncronos (FSM)

Contador con entrada Clear

Ejercicio

Entradas_Salidas

Clear-Ena_Q-Fin



Contadores síncronos (FSM)

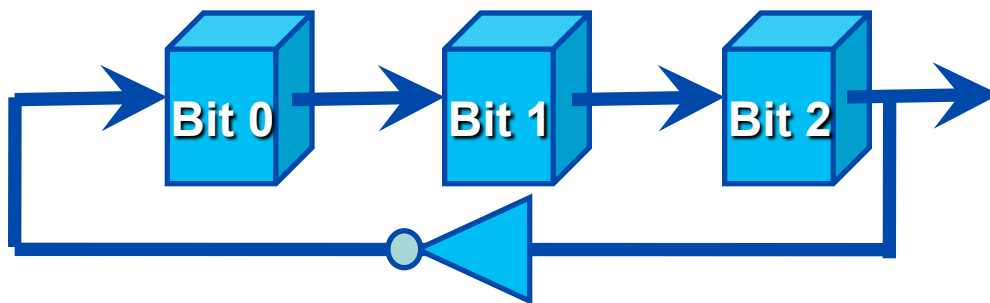
Contador con entrada Clear

Ejercicio

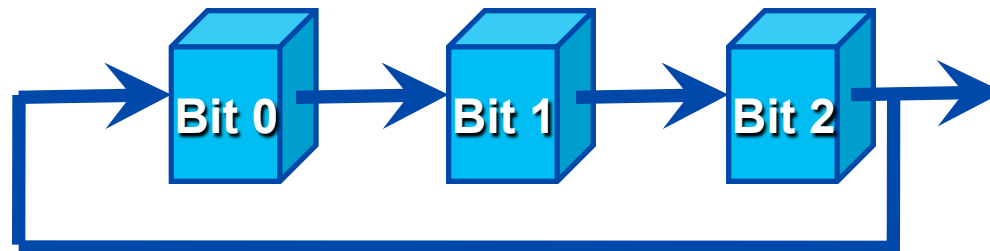
Contadores basados en registros de desplazamiento

“Un contador basado en un registro de desplazamiento es básicamente un registro de desplazamiento con la salida serie realimentada a la entrada serie, de modo que se generen secuencias especiales” (Floyd)

Contador Johnson



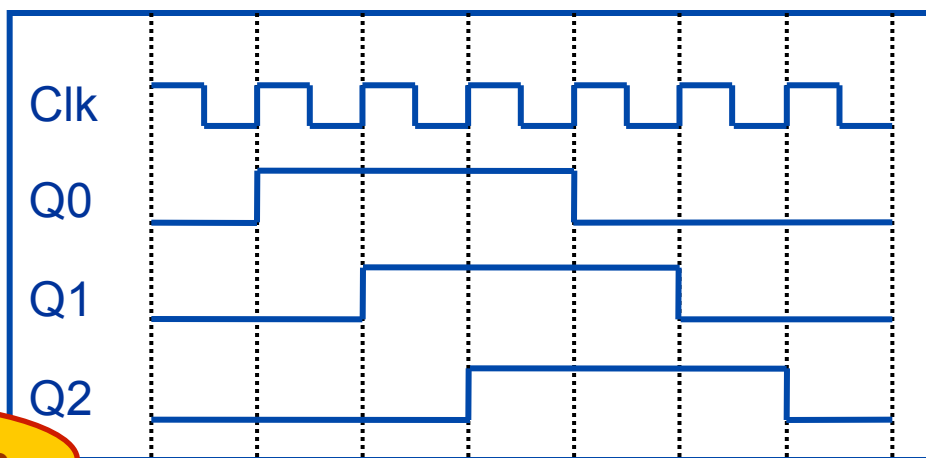
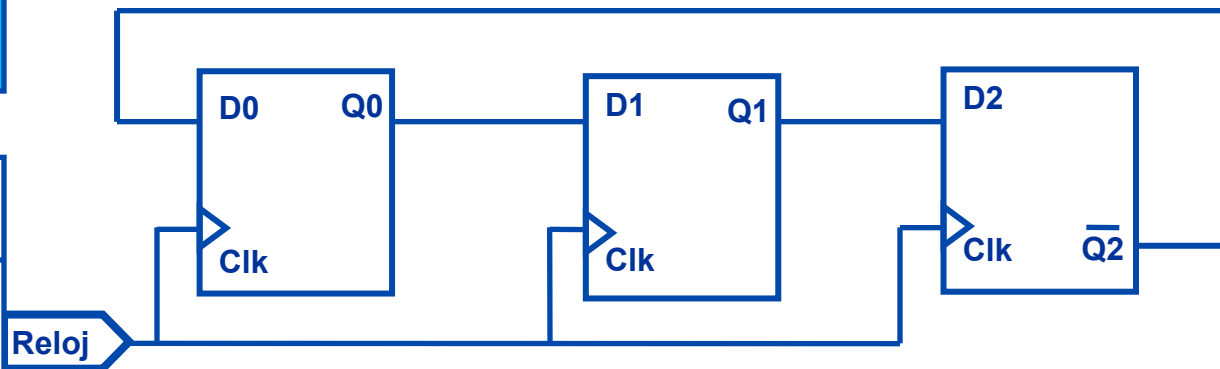
Contador en anillo



Contadores basados en registros de desplazamiento

Contador Johnson

Ciclo	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	1
3	1	1	1
4	1	1	0
5	1	0	0
6	0	0	0
7	0	0	1

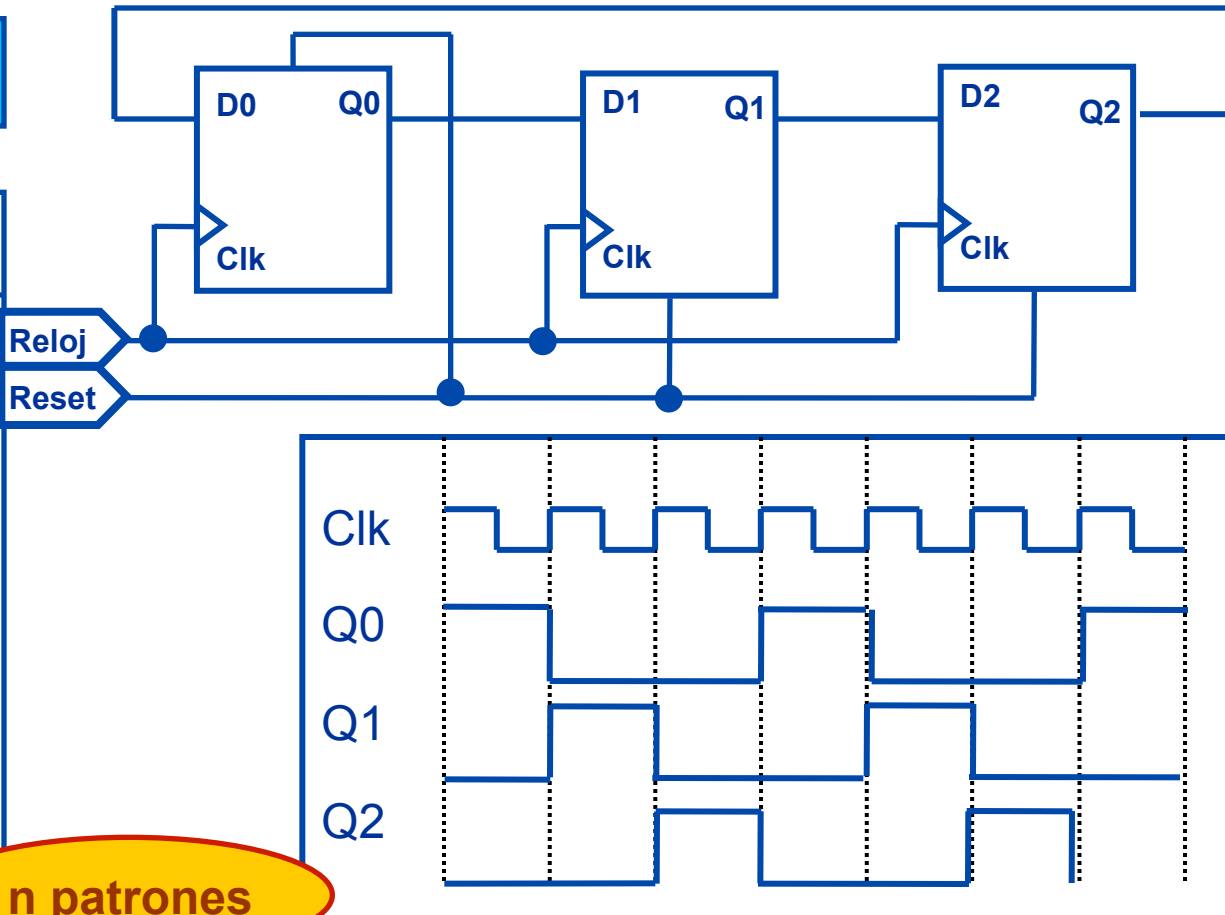


2n patrones

Contadores basados en registros de desplazamiento

Contador en anillo

Ciclo	Q2	Q1	Q0
0	0	0	1
1	0	1	0
2	1	0	0
3	0	0	1
4	0	1	0
5	1	0	0
6	0	0	1
7	0	1	0



n patrones