

# ***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

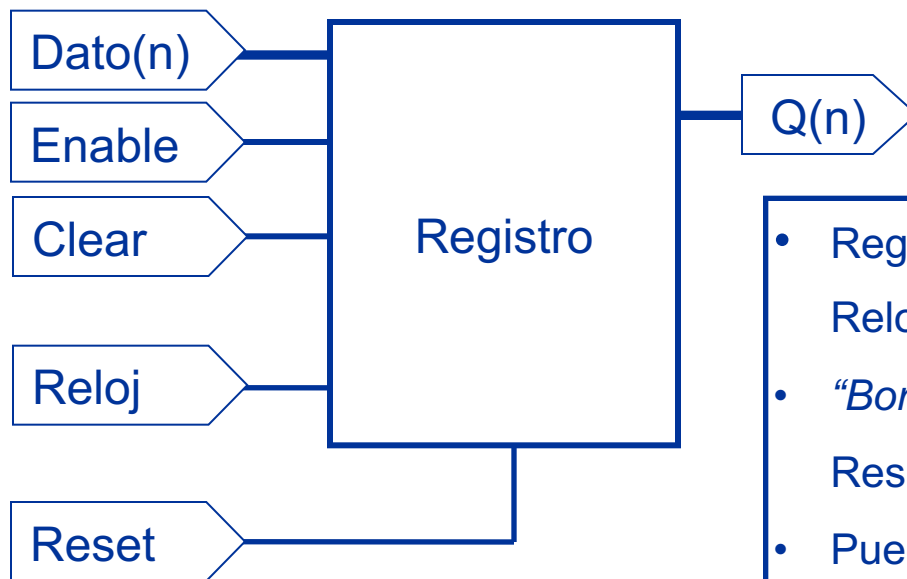
## 2. Contadores

- **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)**

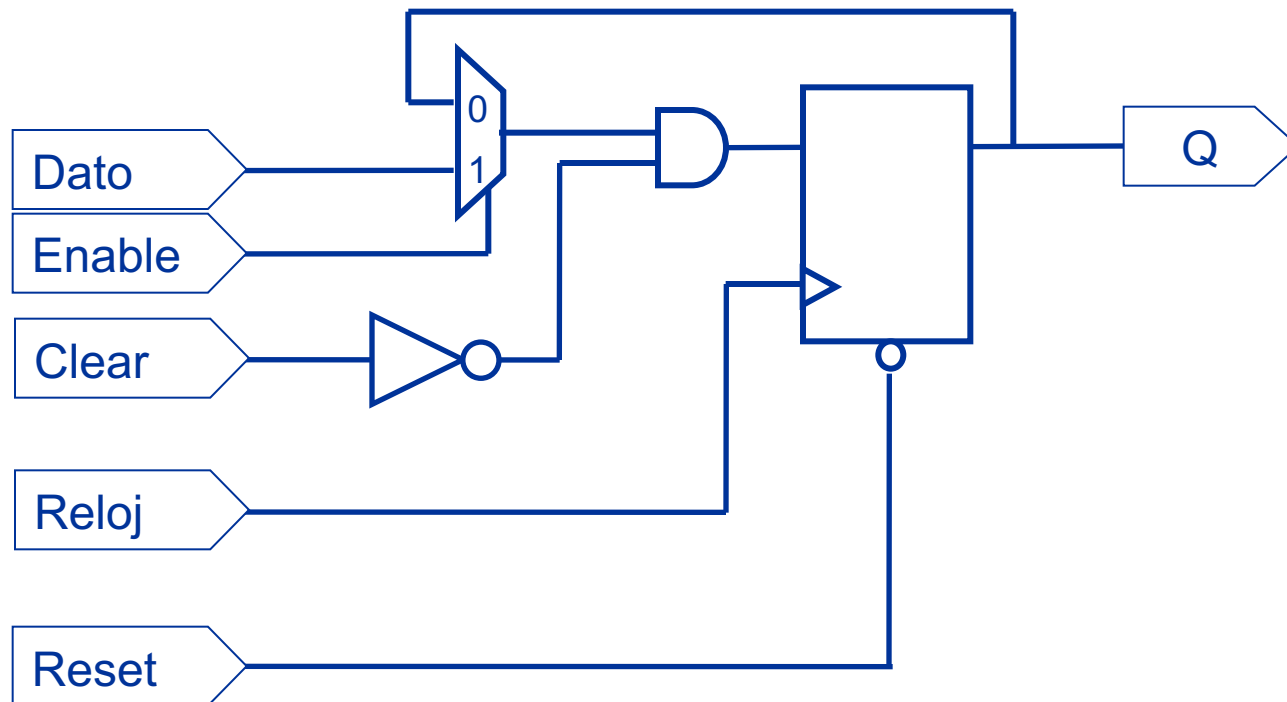
Es una colección de dos o más biestables tipo-D con una entrada común. Se utiliza para almacenar una serie de bits relacionados, como un byte (8 bits) de datos.



- 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)

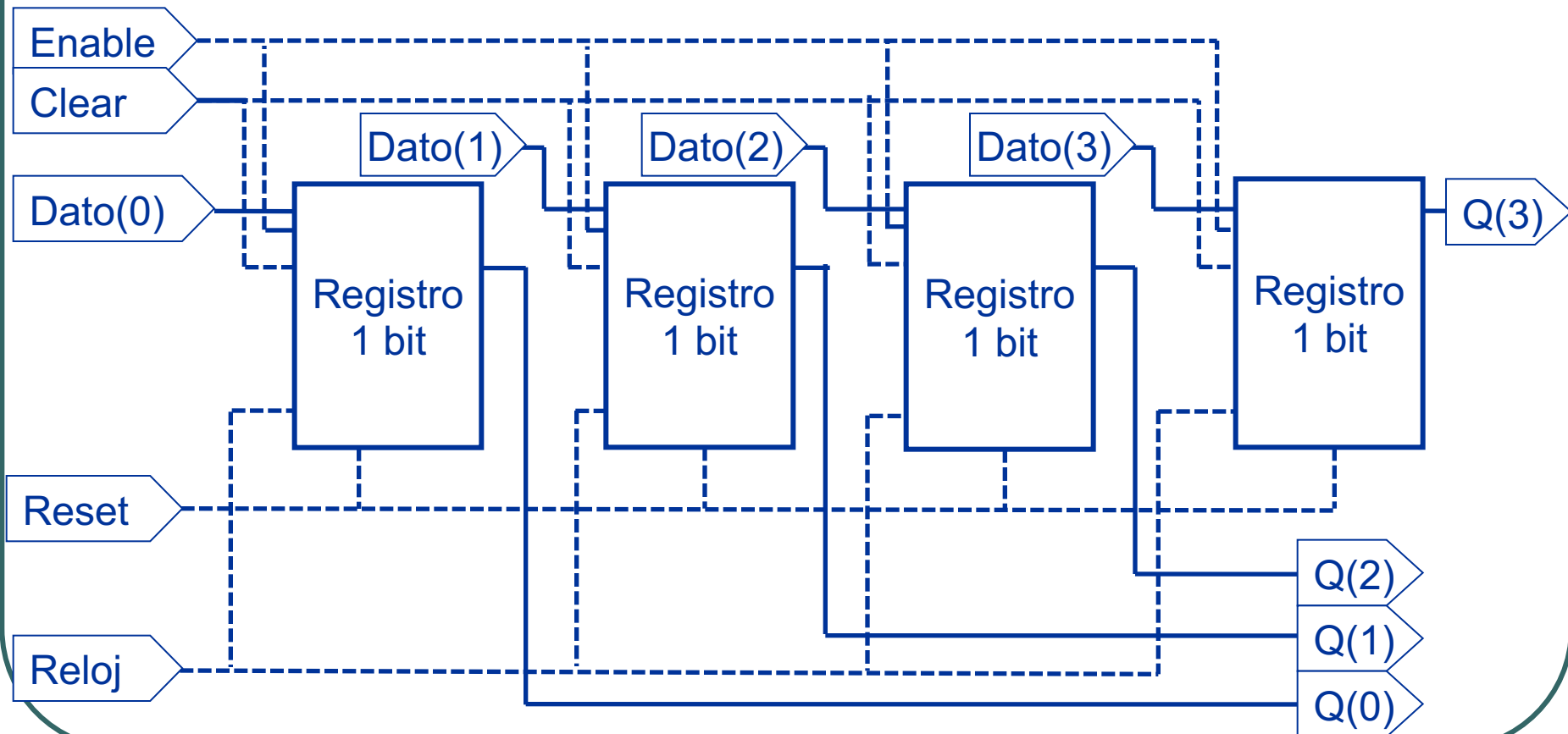
Esquema



# Registro (4 bits)

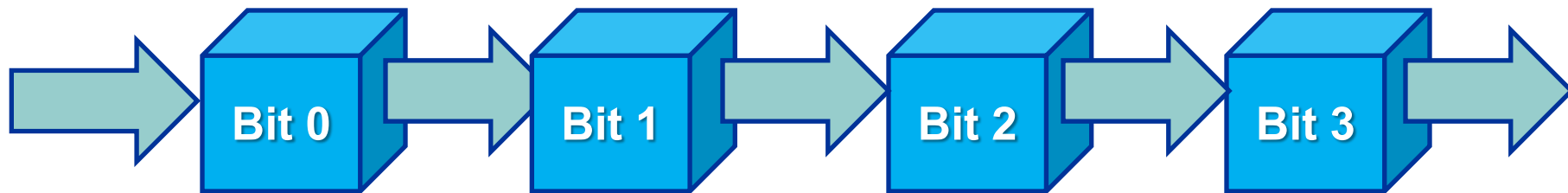
Entrada paralelo/salida paralelo

Esquema



# Registro de desplazamiento

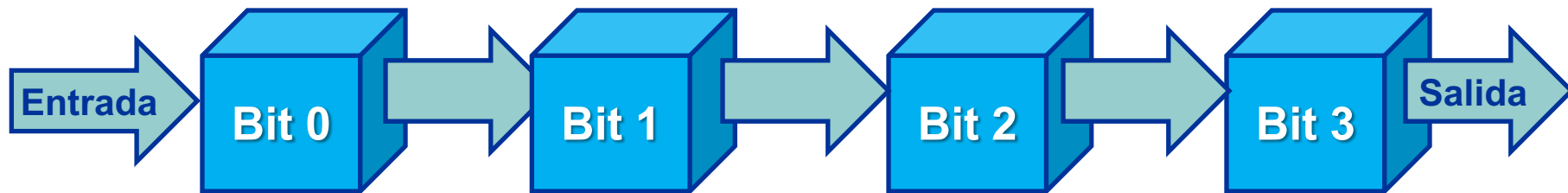
Es un registro que almacena y desplaza la información



- 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

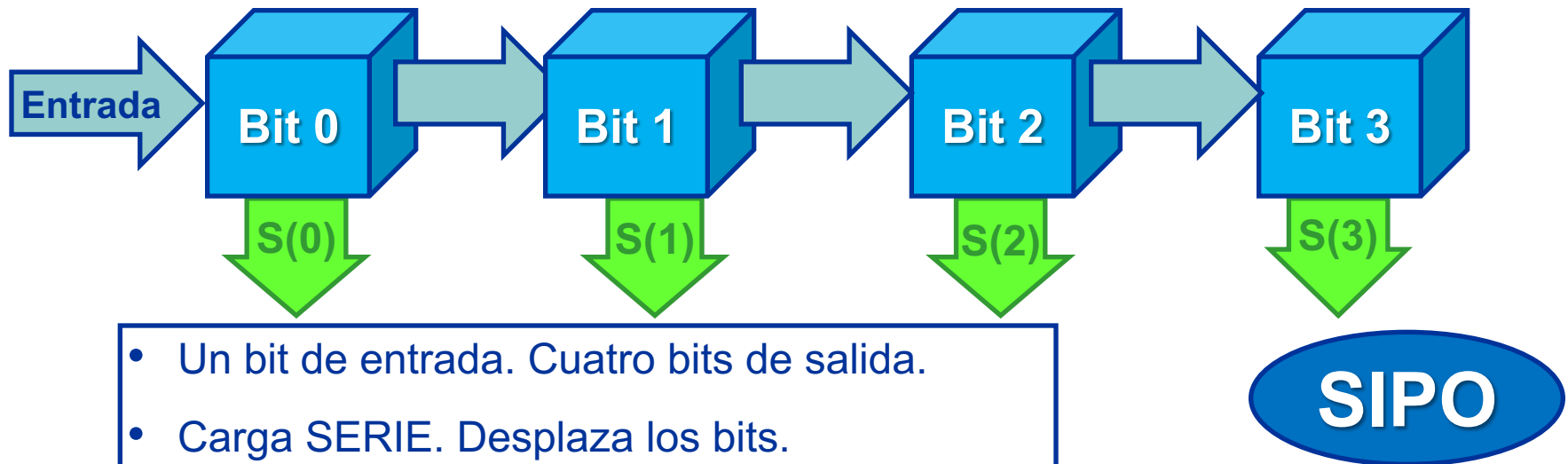


**SISO**

- 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

# Registro de desplazamiento

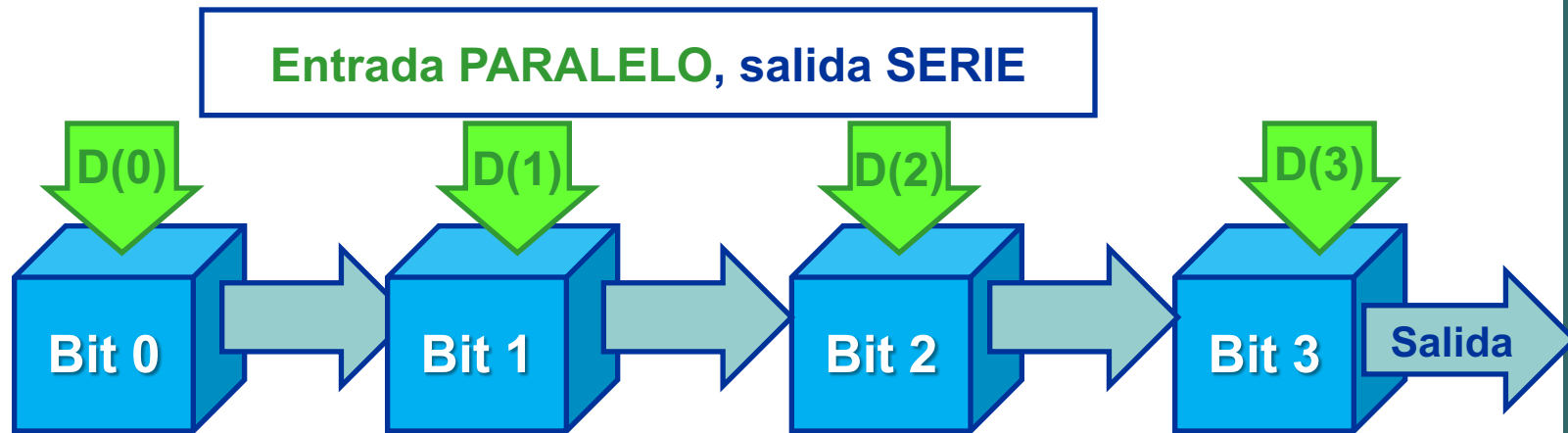
Entrada **SERIE**, salida **PARALELO**



- 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



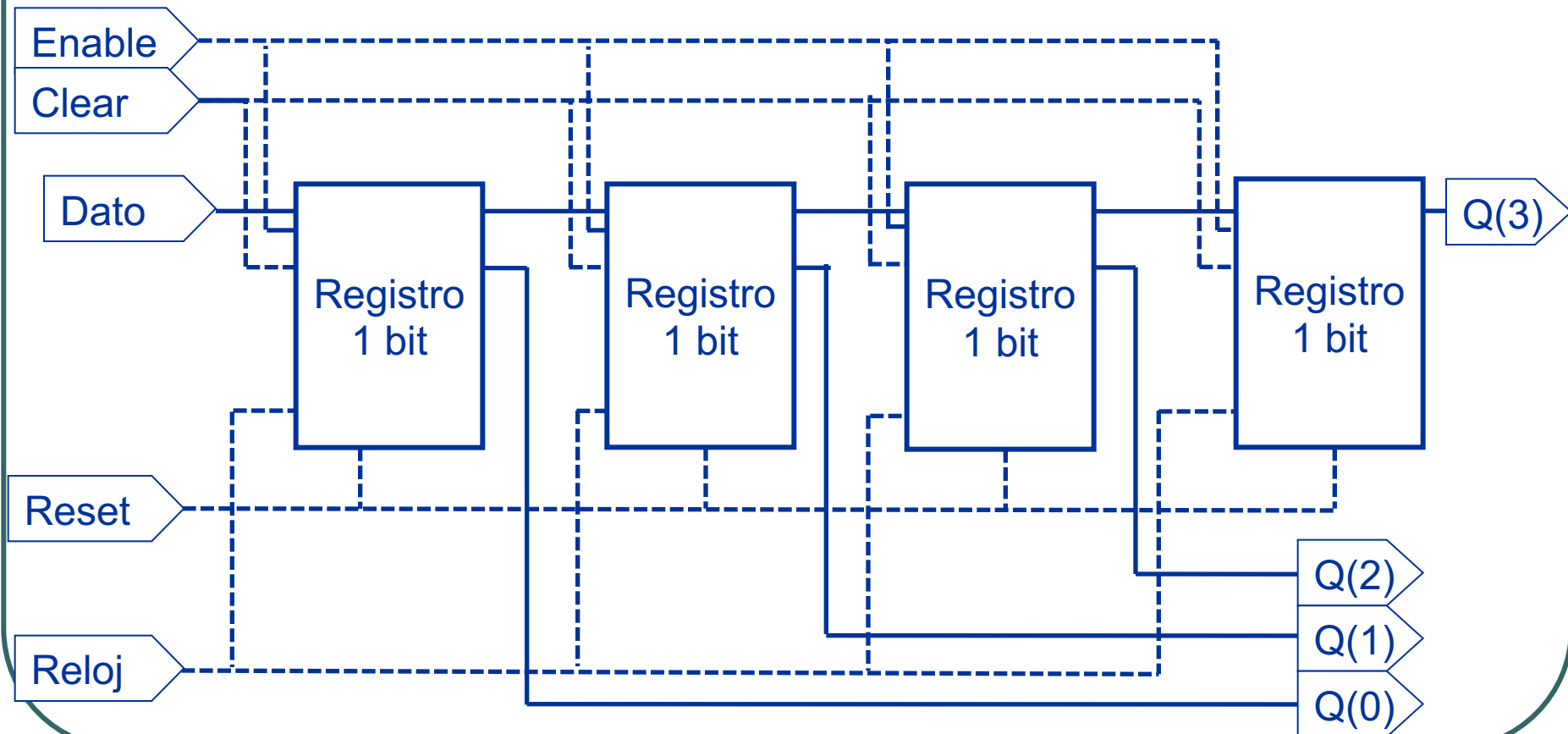
- Cuatro bits de entrada. Un bit de salida.
- Carga PARALELO. Salida SERIE.
- 1 Ciclo de reloj para almacenar el dato
- 4 Ciclos de reloj para leer el dato

**PISO**

# Registro de desplazamiento

Entrada serie/ salida paralelo-serie

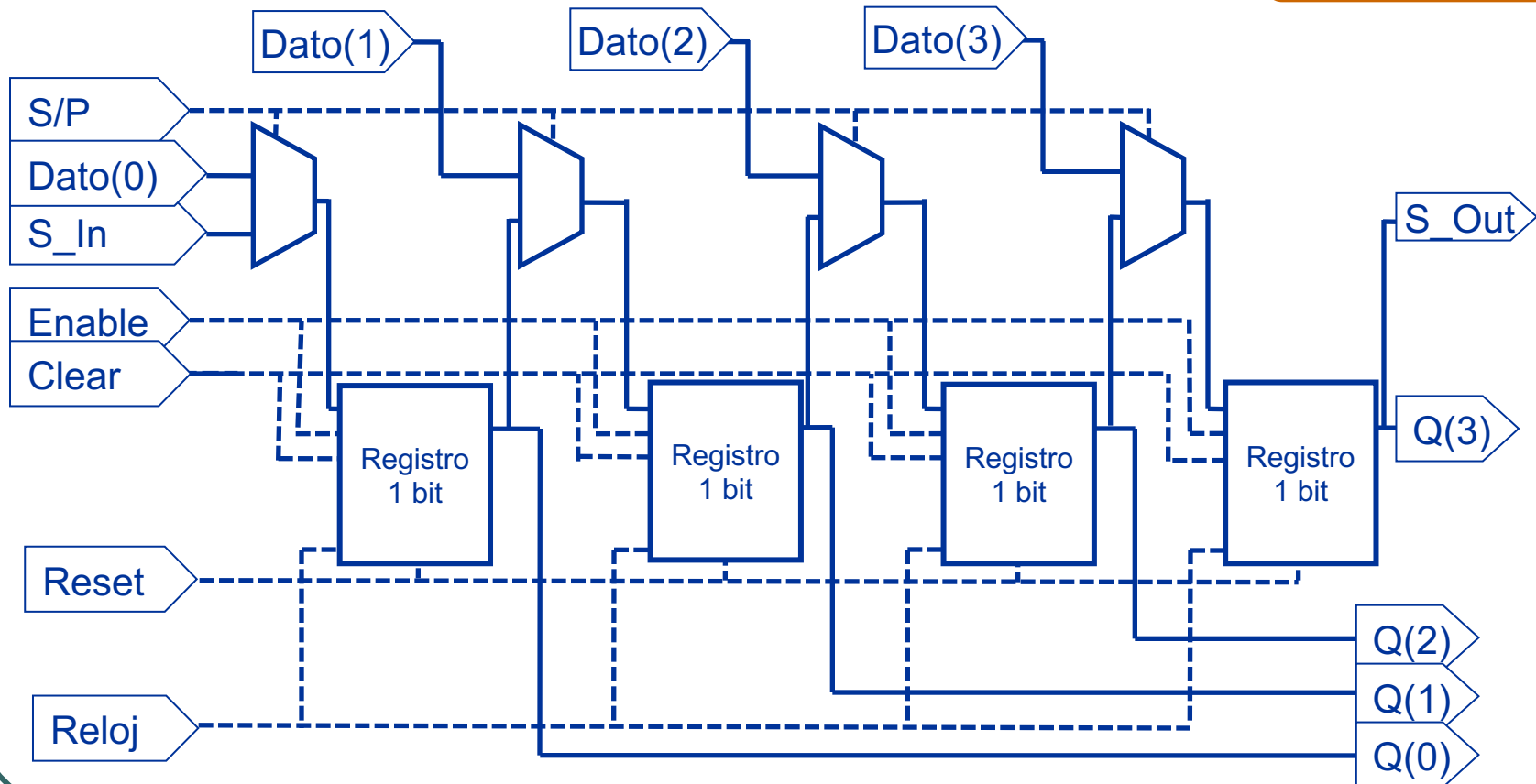
Esquema



# Registro de desplazamiento

Entrada serie-paralelo / salida paralelo-serie

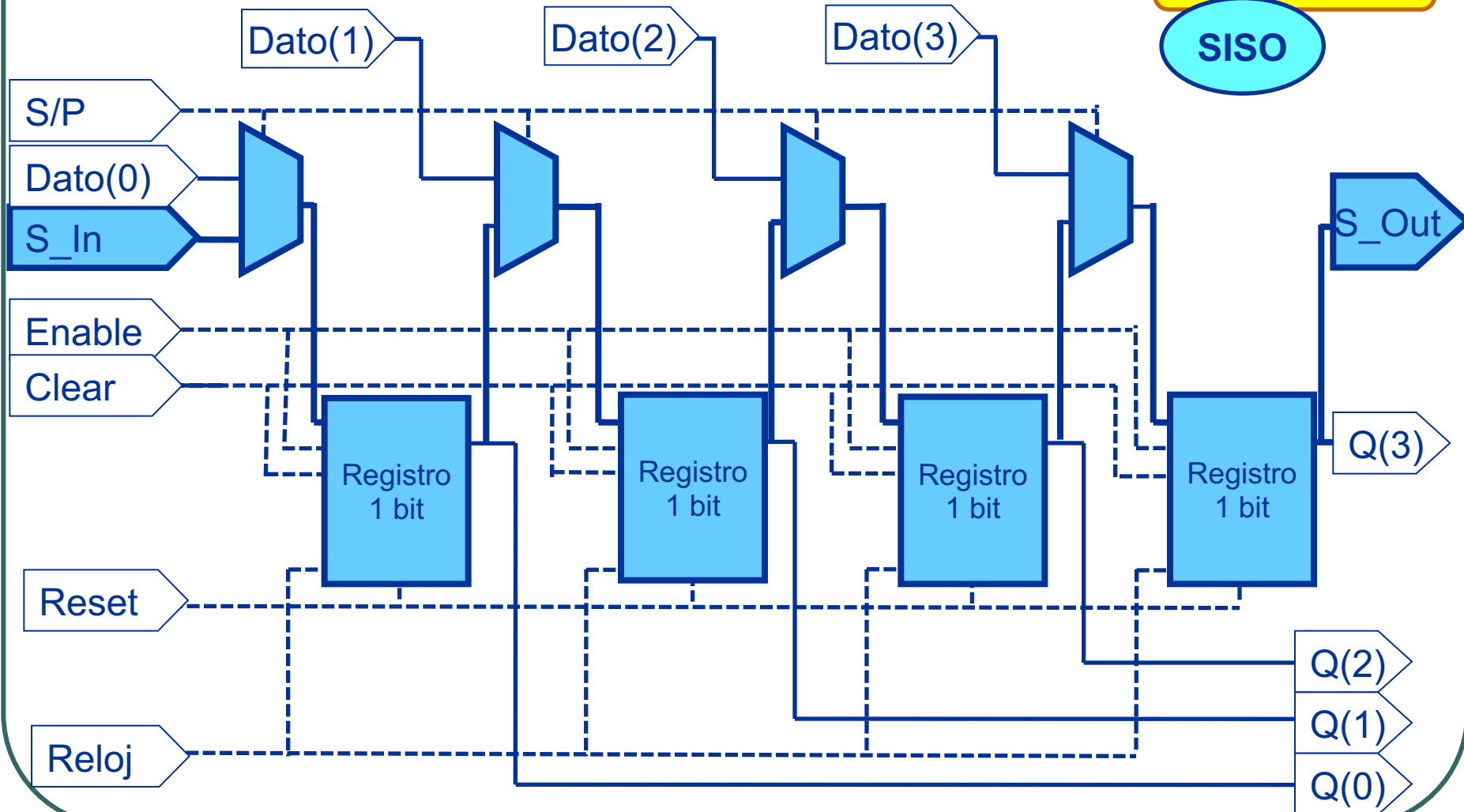
Esquema



# Registro de desplazamiento

Esquema

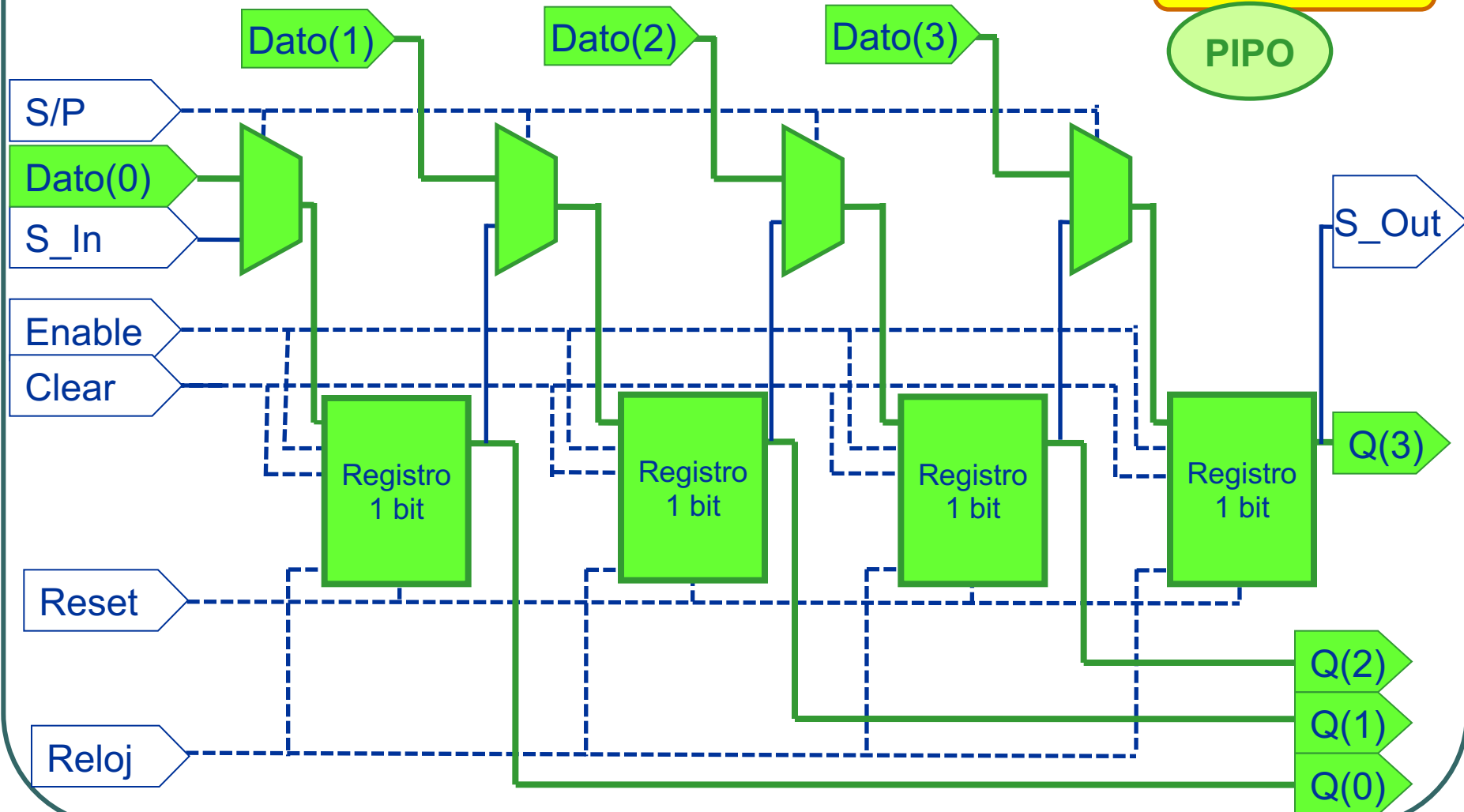
SISO



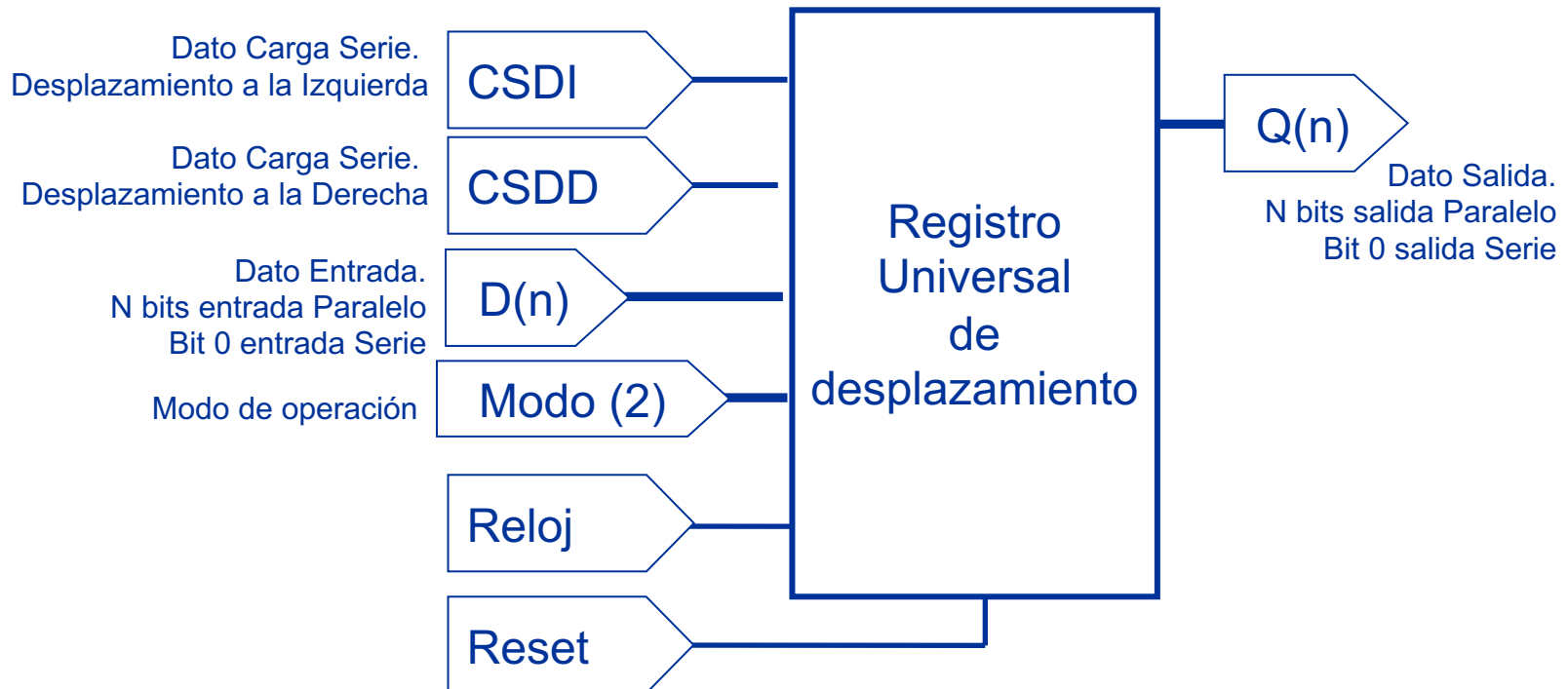
# Registro de desplazamiento

Esquema

PIPO

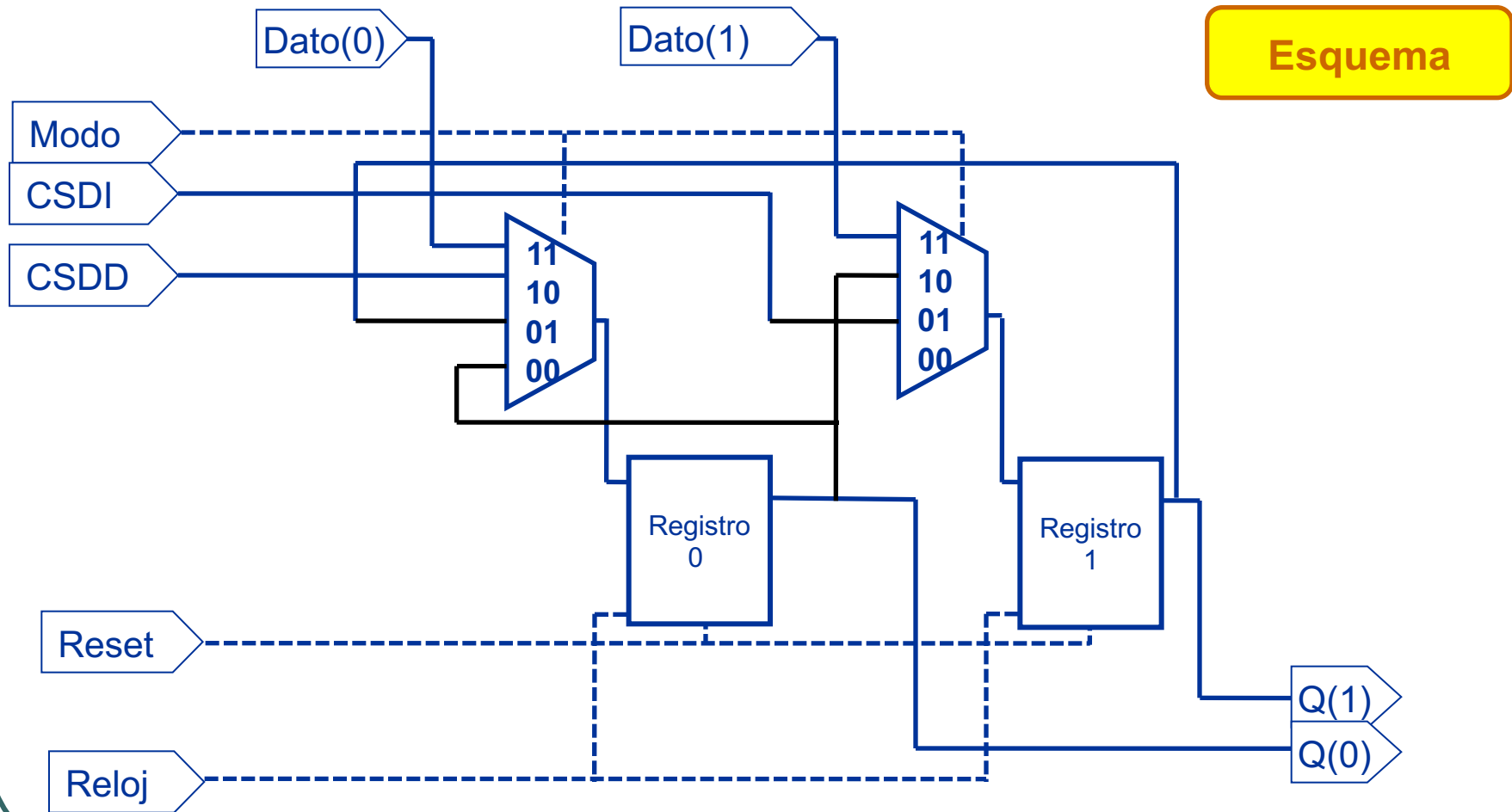


# Registro universal de desplazamiento

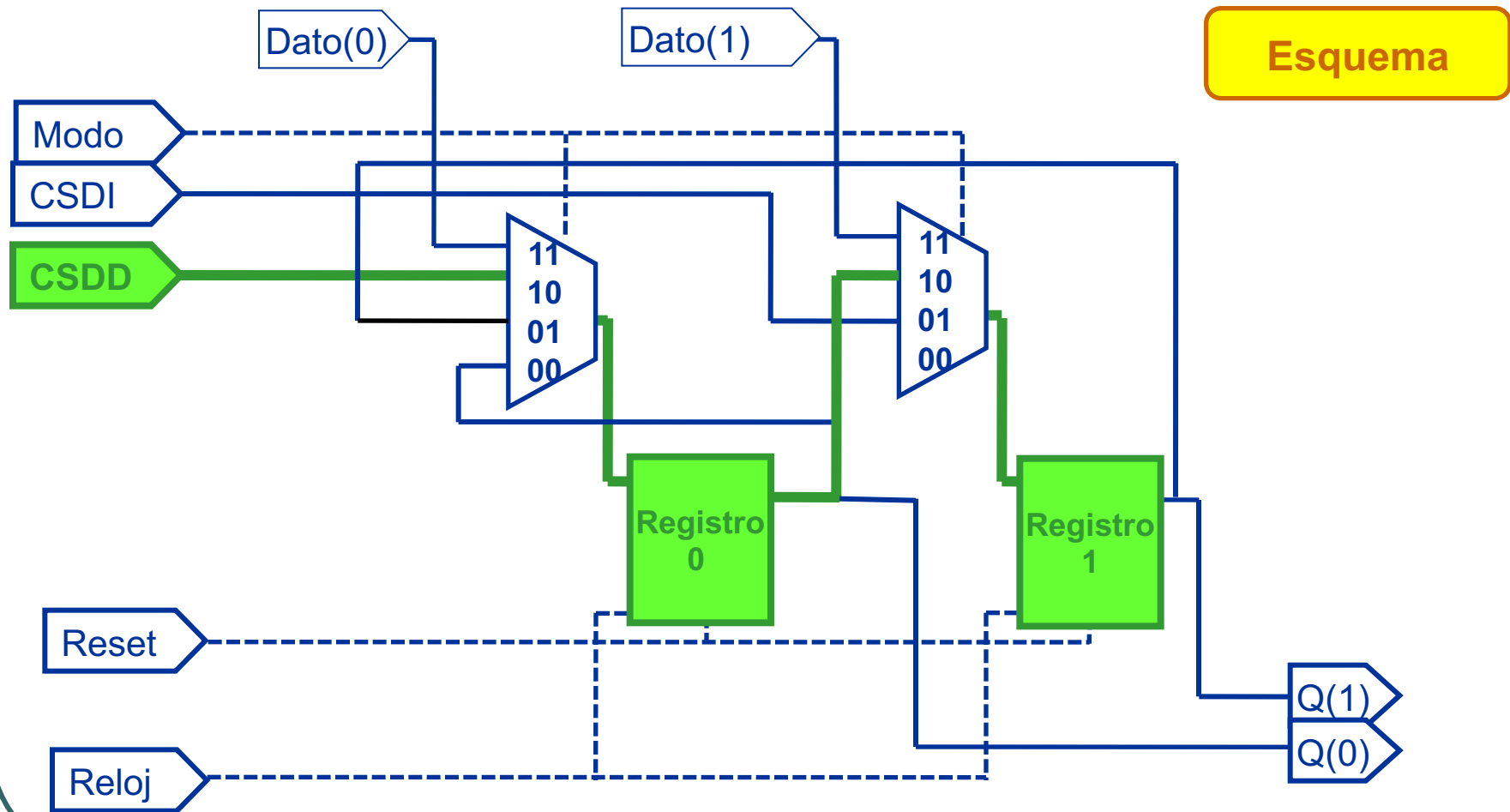


**Registro de desplazamiento con entrada serie y paralelo. Los datos se pueden desplazar a izquierda o a derecha.**

# Registro universal de desplazamiento

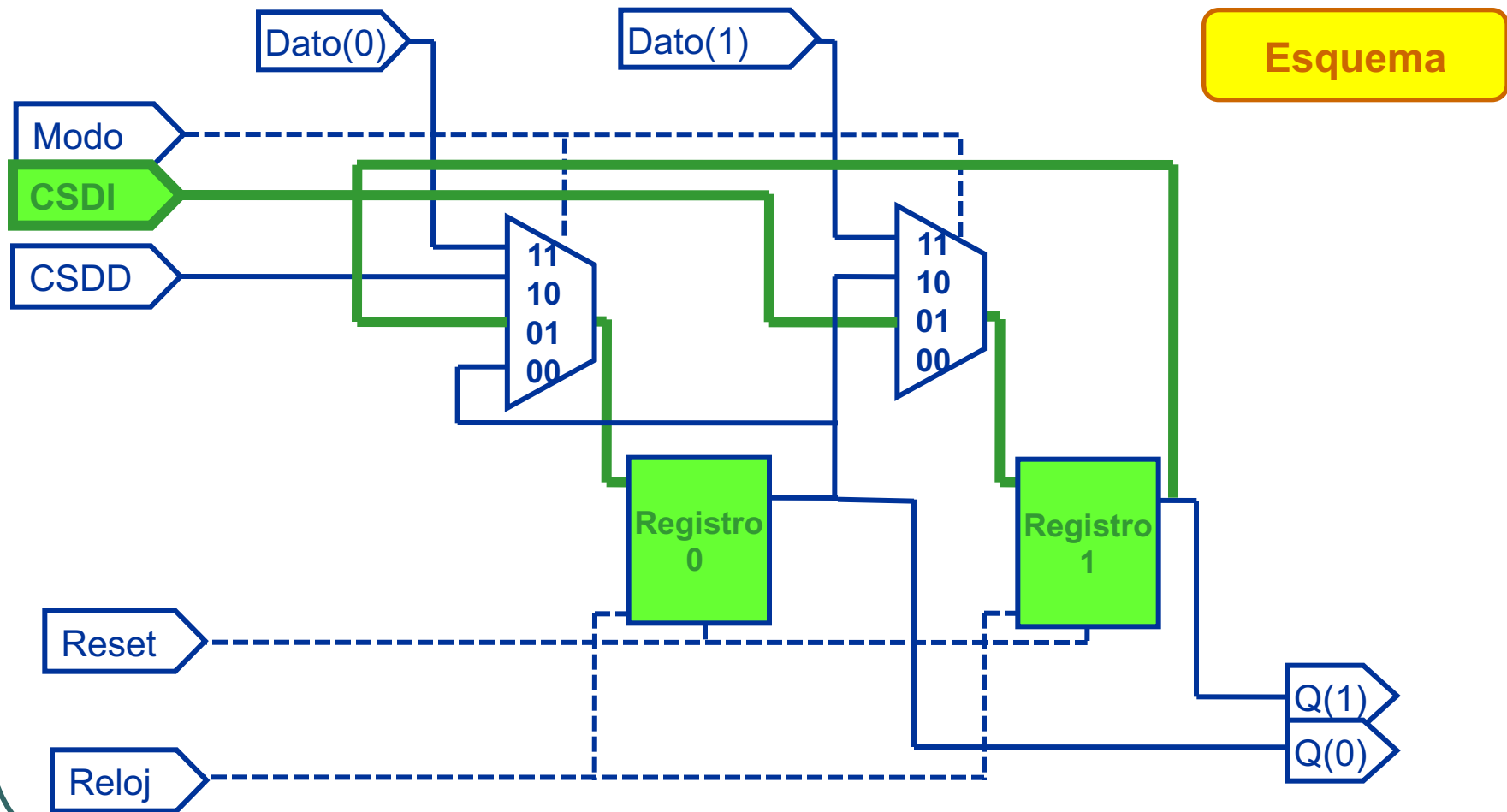


# Registro universal de desplazamiento

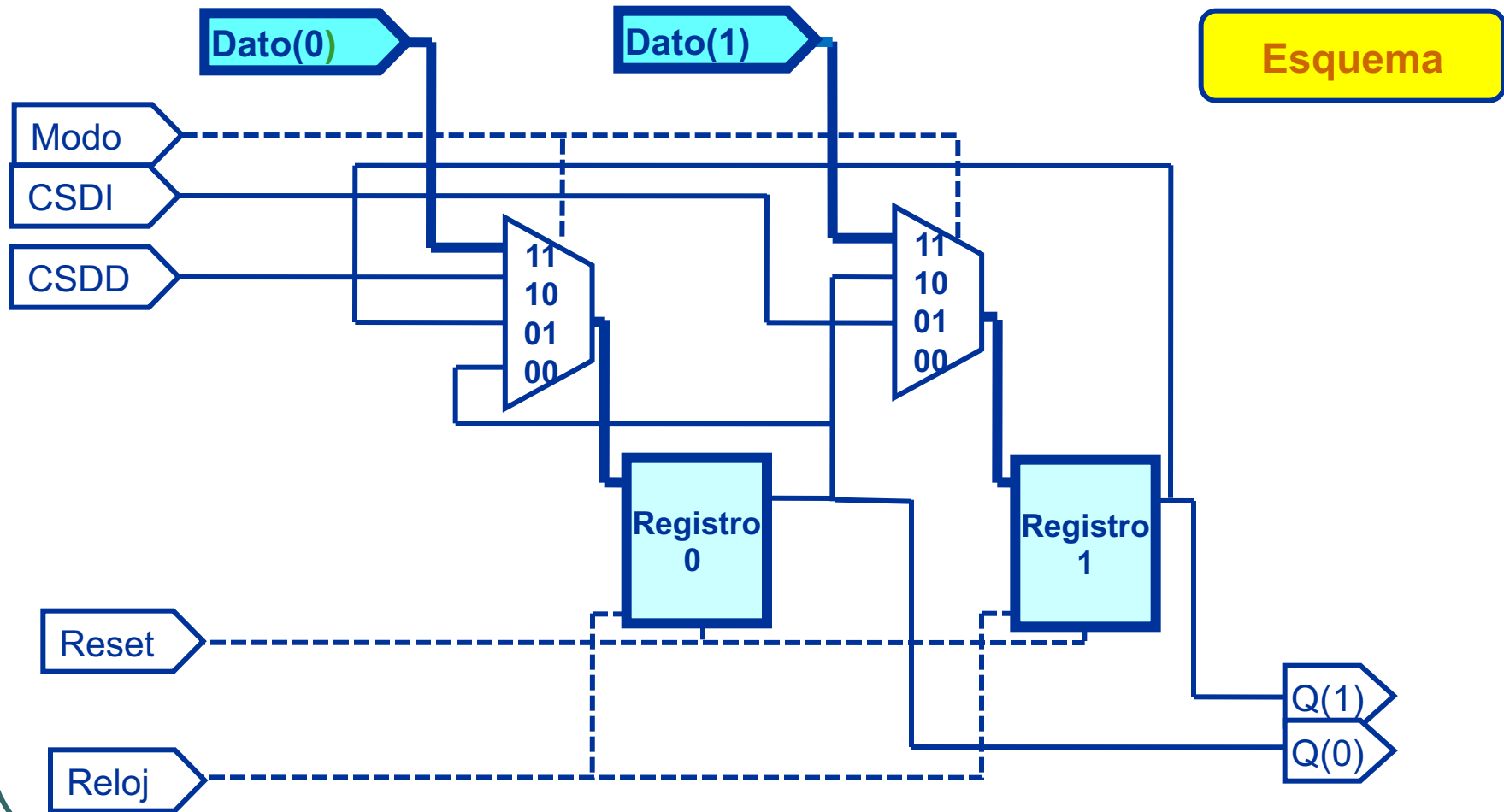




# Registro universal de desplazamiento

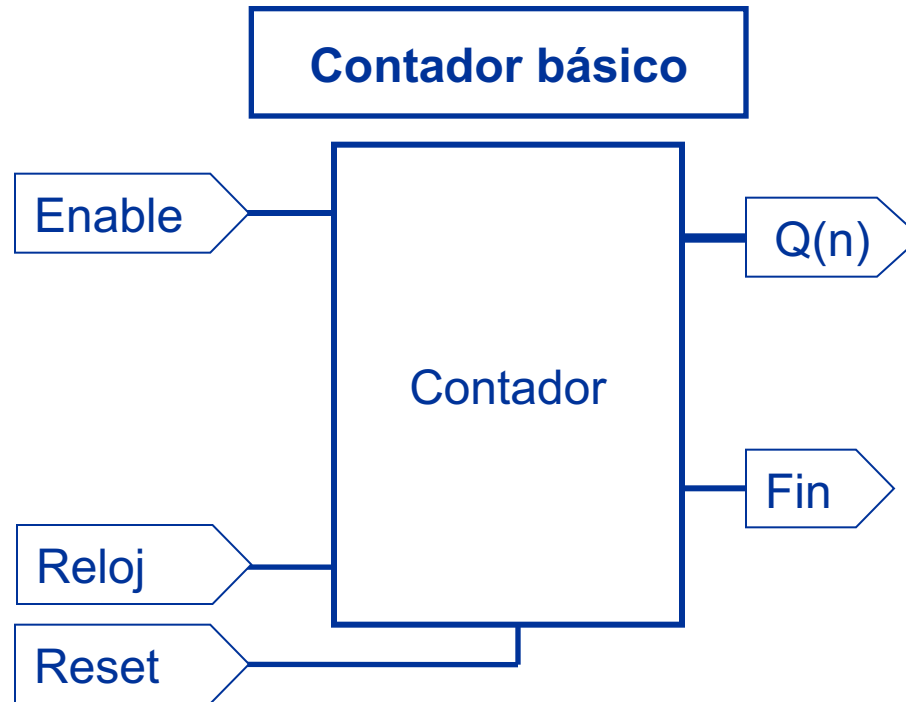


# Registro universal de desplazamiento



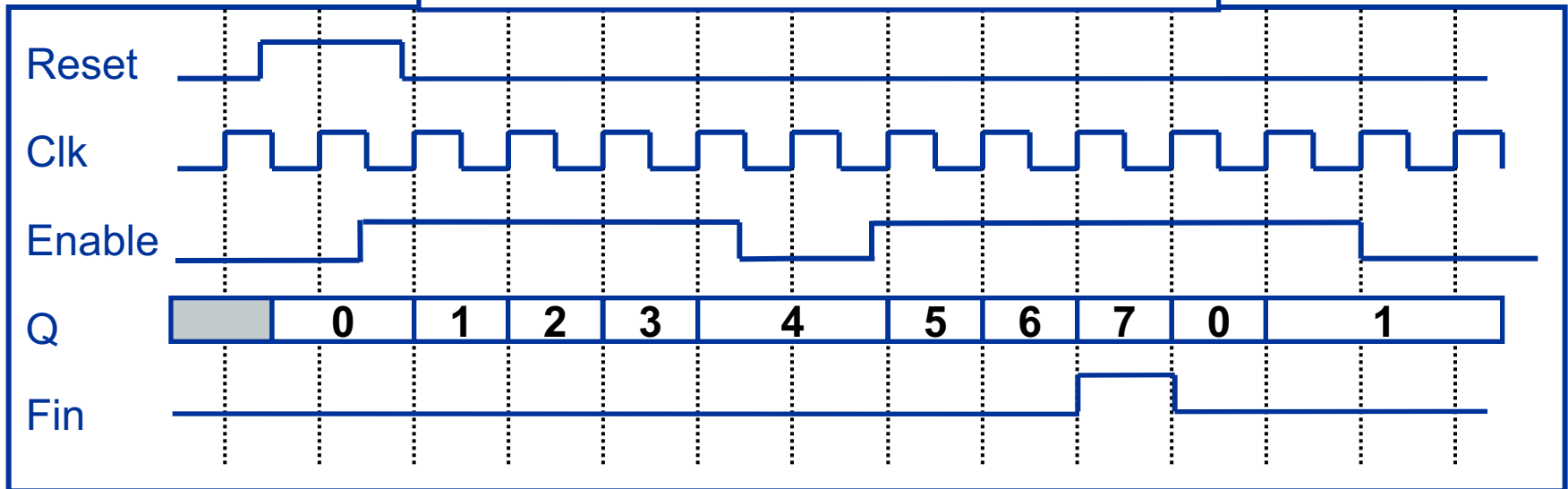
# Contadores síncronos

# Contadores síncronos



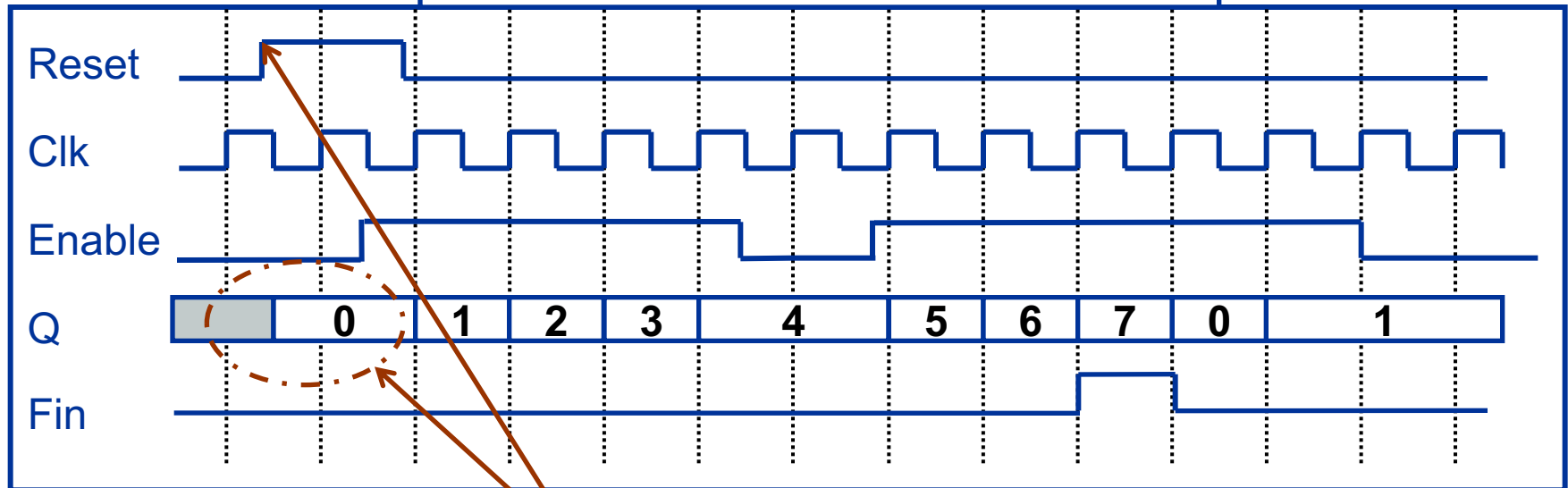
# Contadores síncronos

Cronograma de funcionamiento



# Contadores síncronos

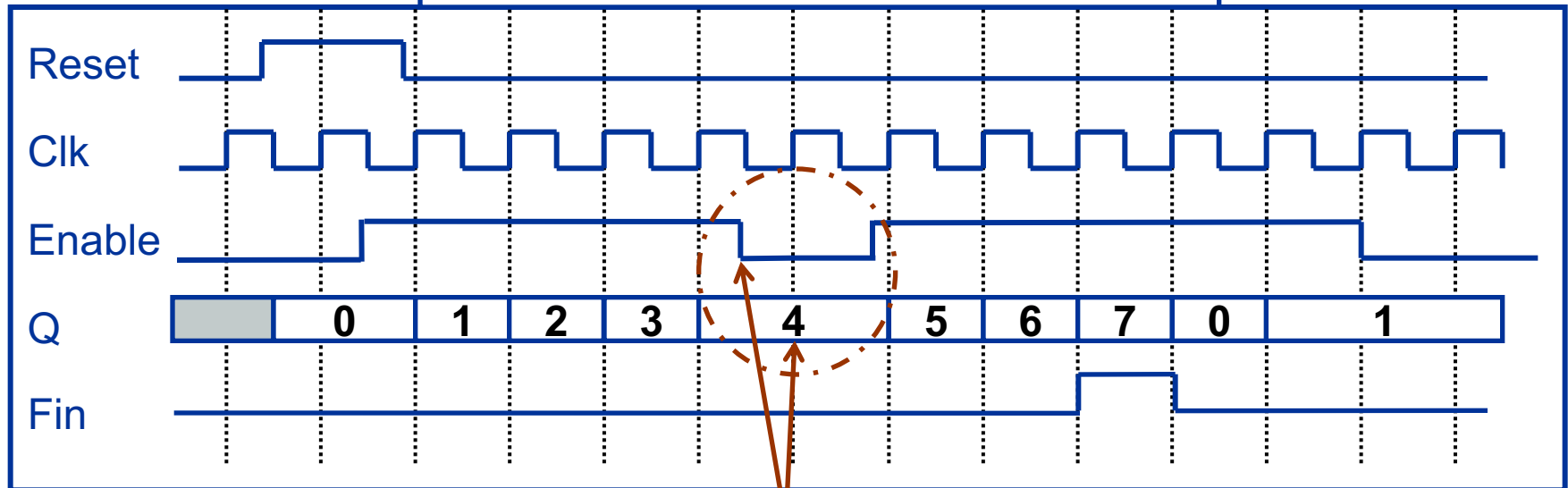
Cronograma de funcionamiento



Iniciación Asíncrona

# Contadores síncronos

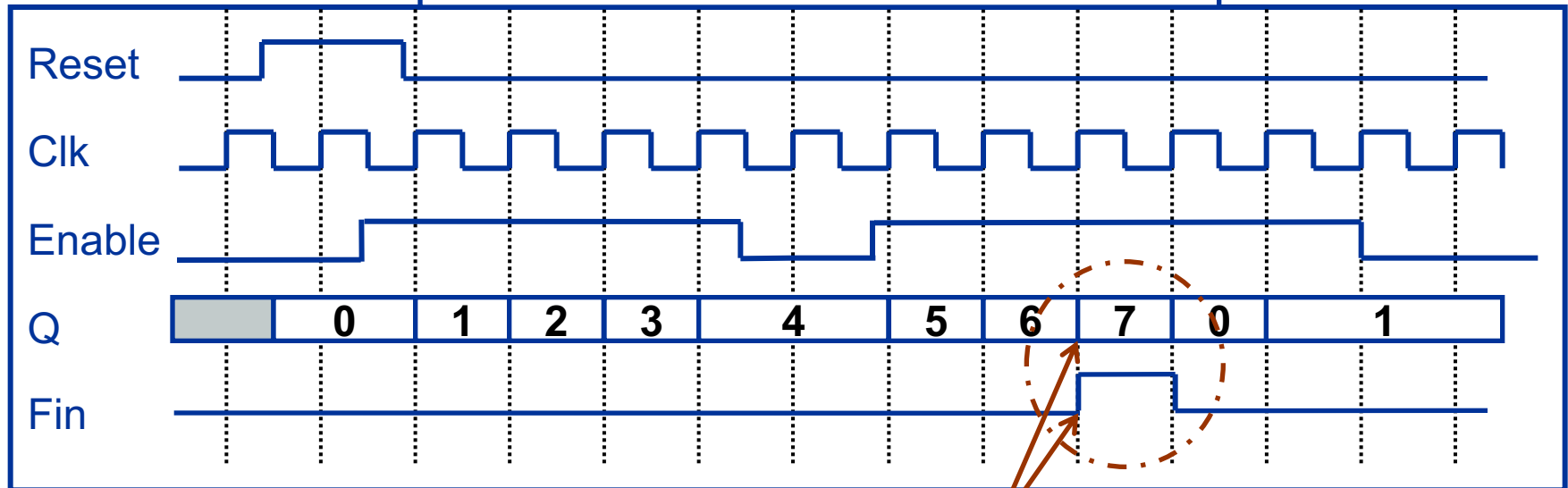
Cronograma de funcionamiento



Parada de cuenta

# Contadores síncronos

Cronograma de funcionamiento



Fin de cuenta



# Contadores síncronos como FSM

---

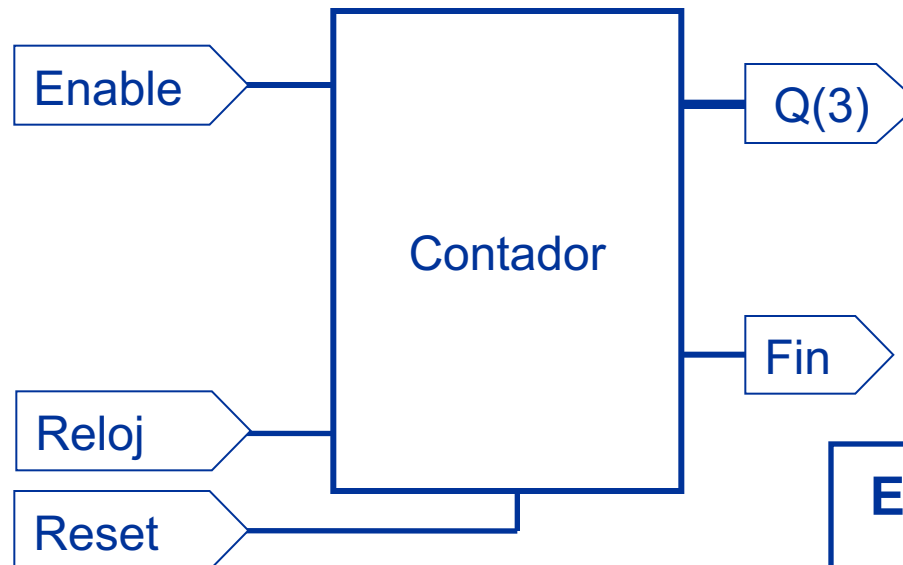
- 1. Entradas y Salidas*
- 2. Diagrama de estados. Asignación de estados. Biestables*
- 3. Tabla de transiciones*
- 4. Optimización*
- 5. Esquemático*

# Contadores síncronos como FSM

## 1. Entradas y Salidas

Contador  
en binario natural  
de 0 a 7

Moore

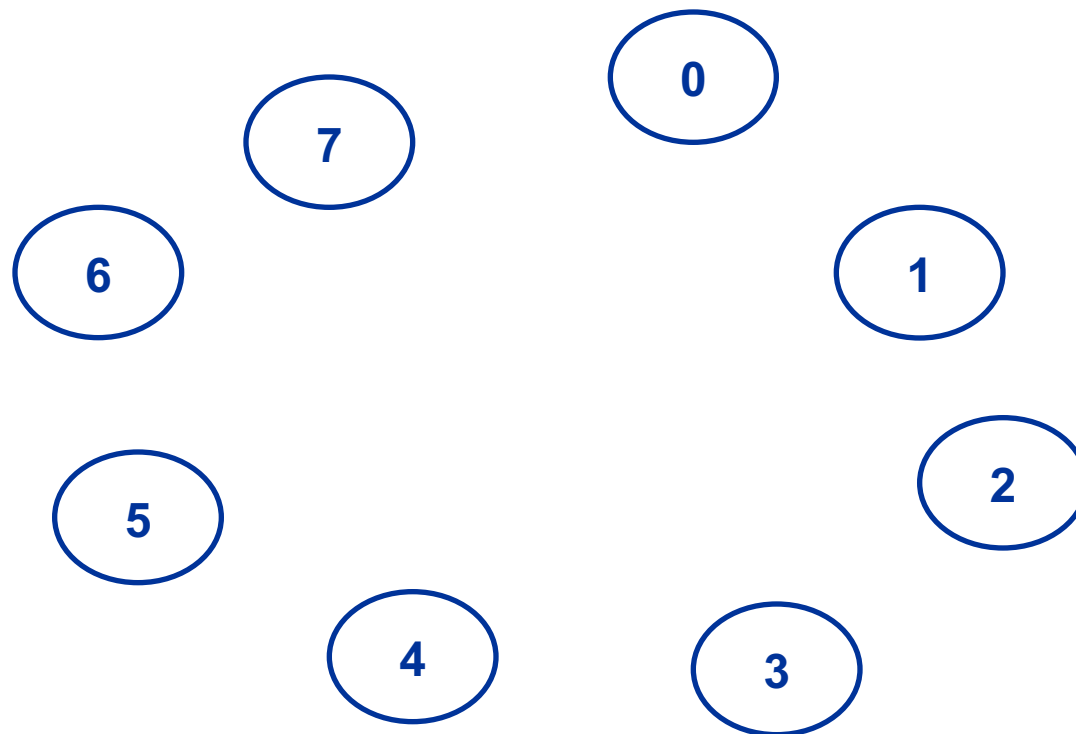


Entrada\_\_Salidas

Ena\_\_Q-F

# Contadores síncronos como FSM

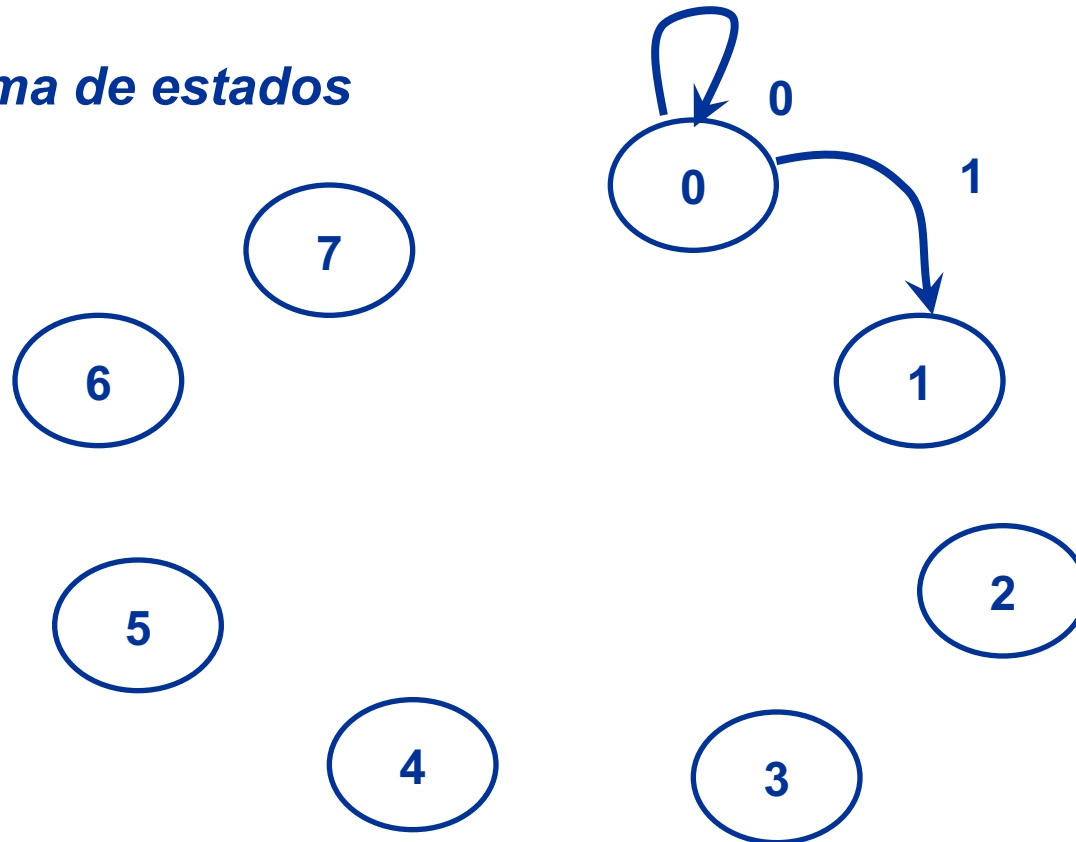
## 2. *Diagrama de estados*



# Contadores síncronos como FSM

## 2. Diagrama de estados

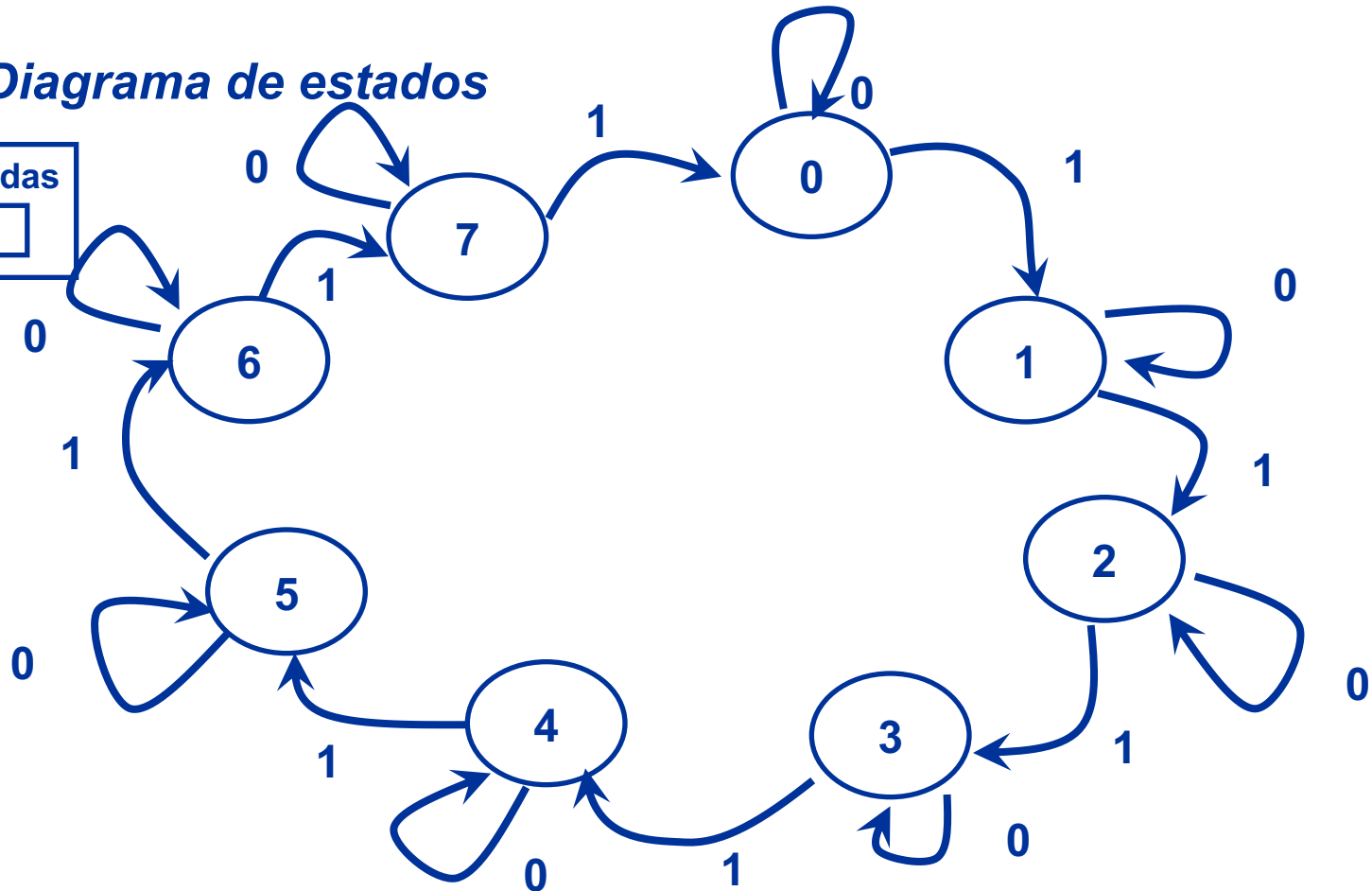
Entrada__Salidas
Ena__Q-F



# Contadores síncronos como FSM

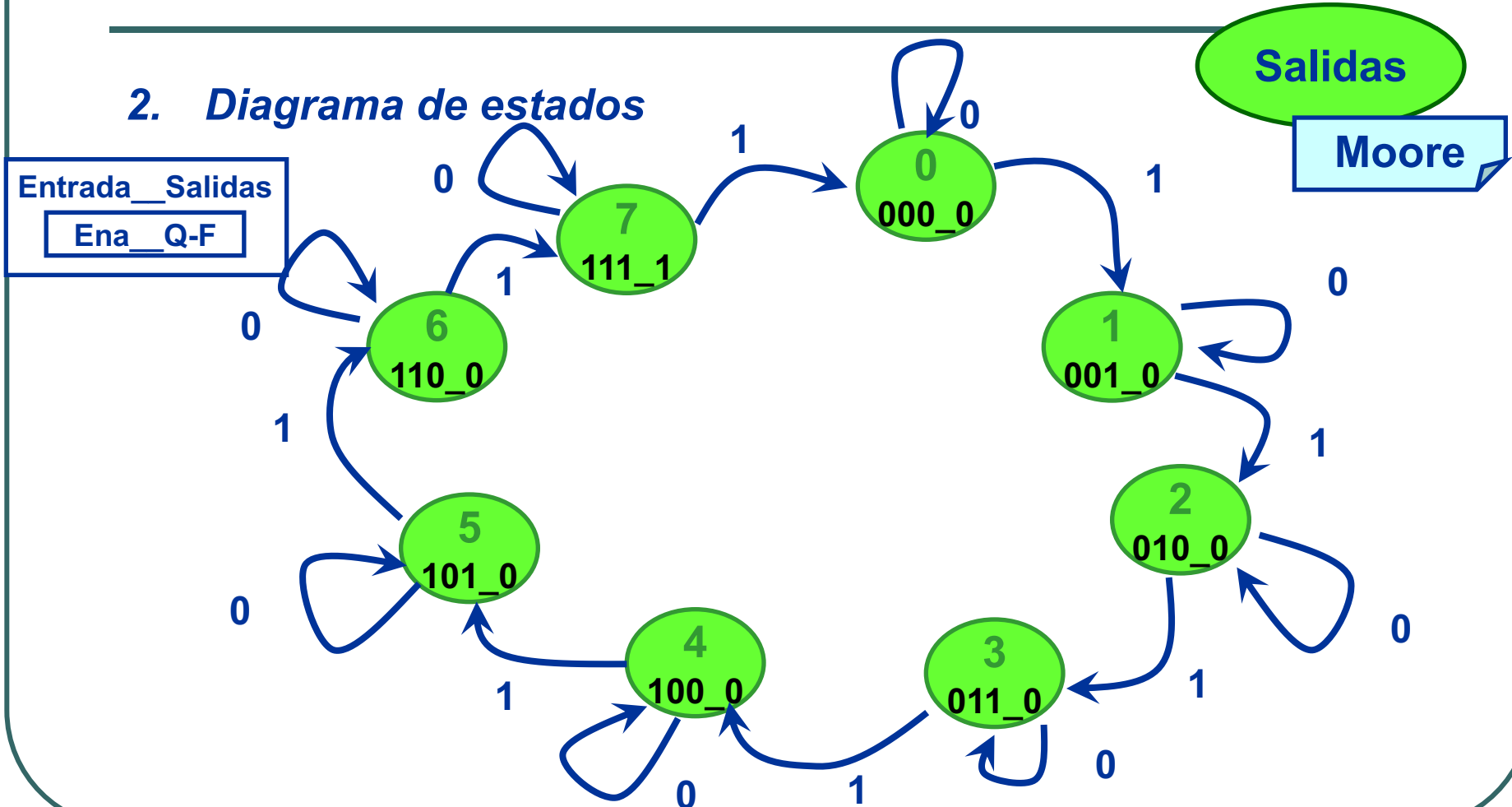
## 2. Diagrama de estados

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

$$T0 = \text{Enable}$$

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

$$T2 = Q2 \cdot Q1 \cdot \text{Enable}$$

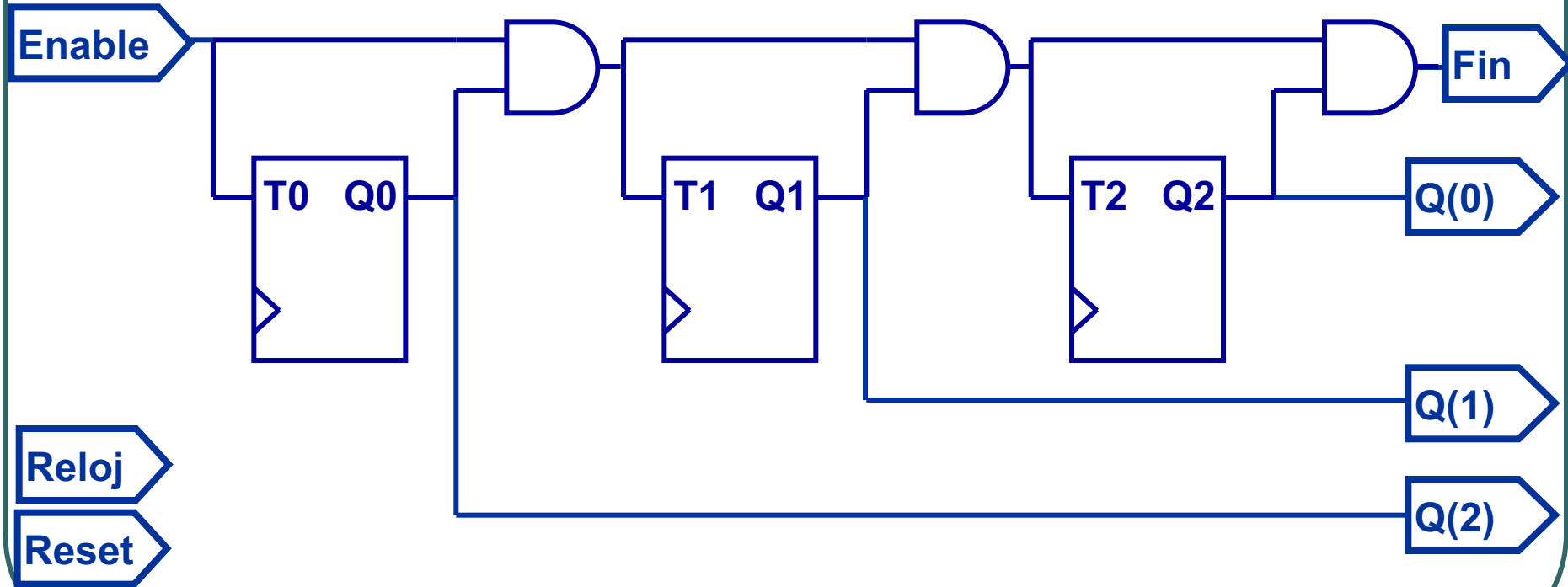
$$\text{Fin} = Q2 \cdot Q1 \cdot Q0 \cdot \text{Enable}$$

# Contadores síncronos como FSM

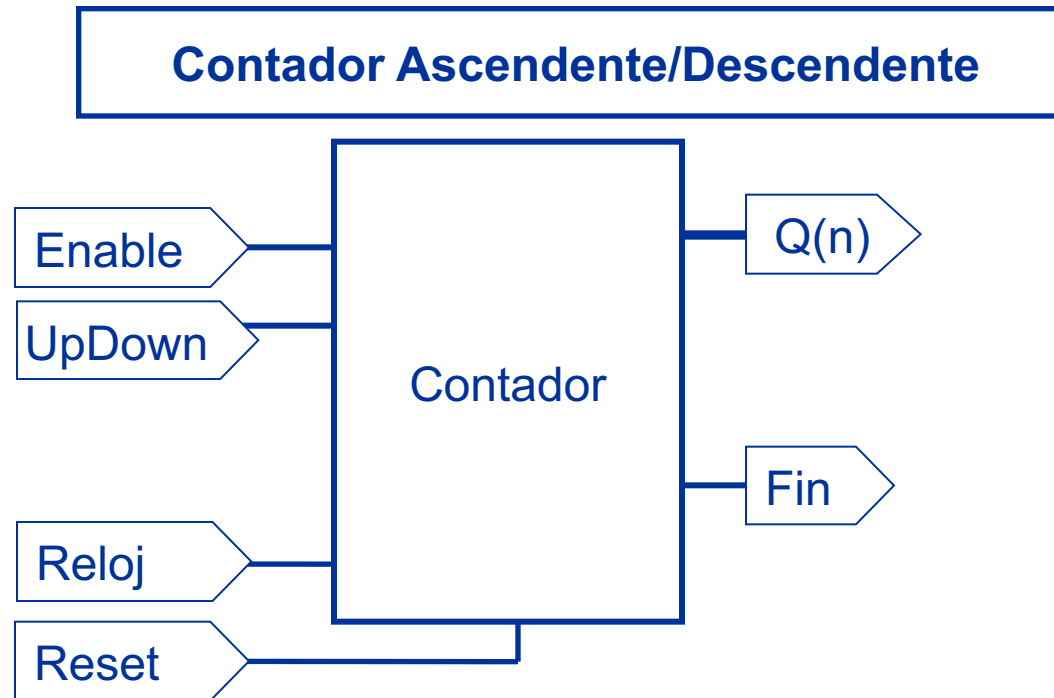


Esquema

## 5. Esquemático

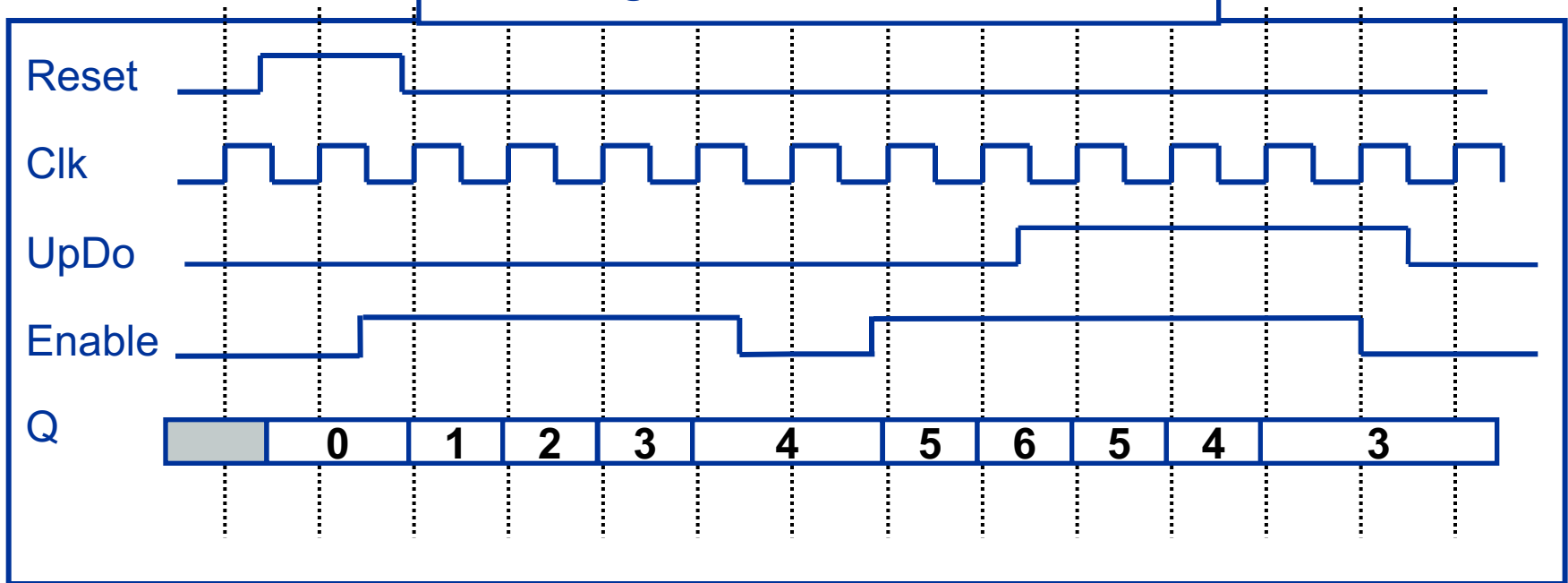


# Contadores síncronos



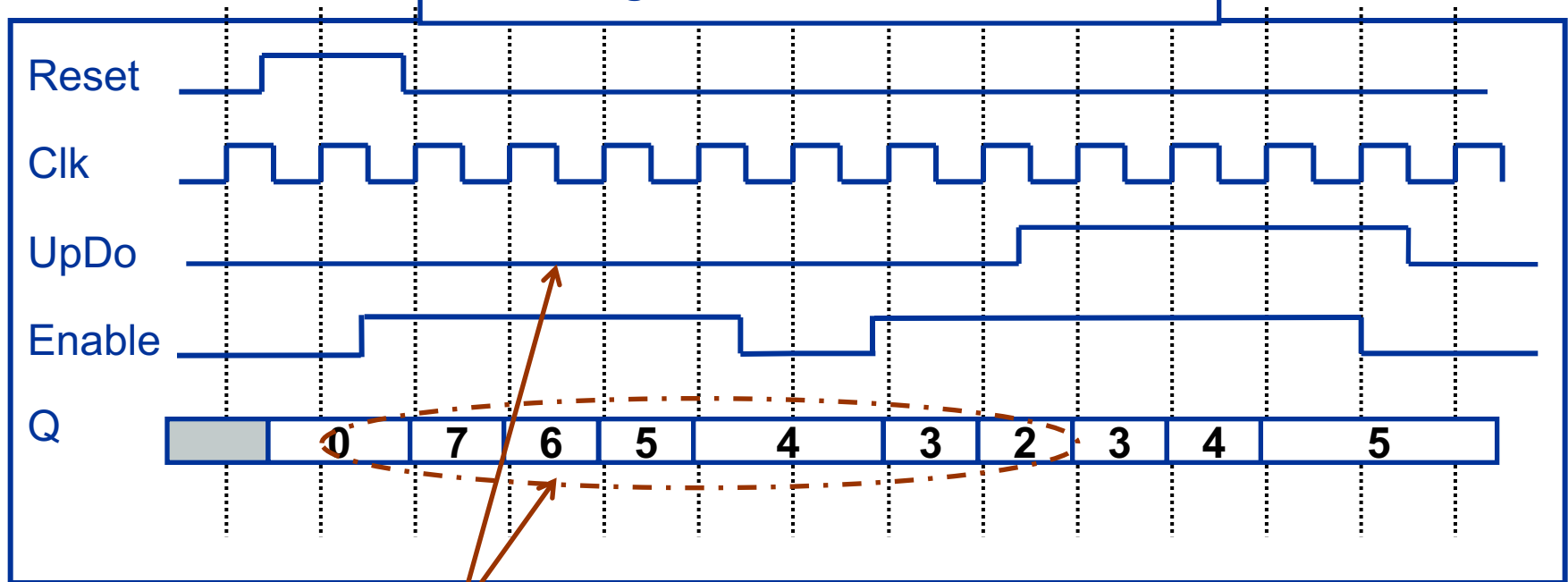
# Contadores síncronos (Asc/Desc)

Cronograma de funcionamiento



# Contadores síncronos (Asc/Desc)

Cronograma de funcionamiento

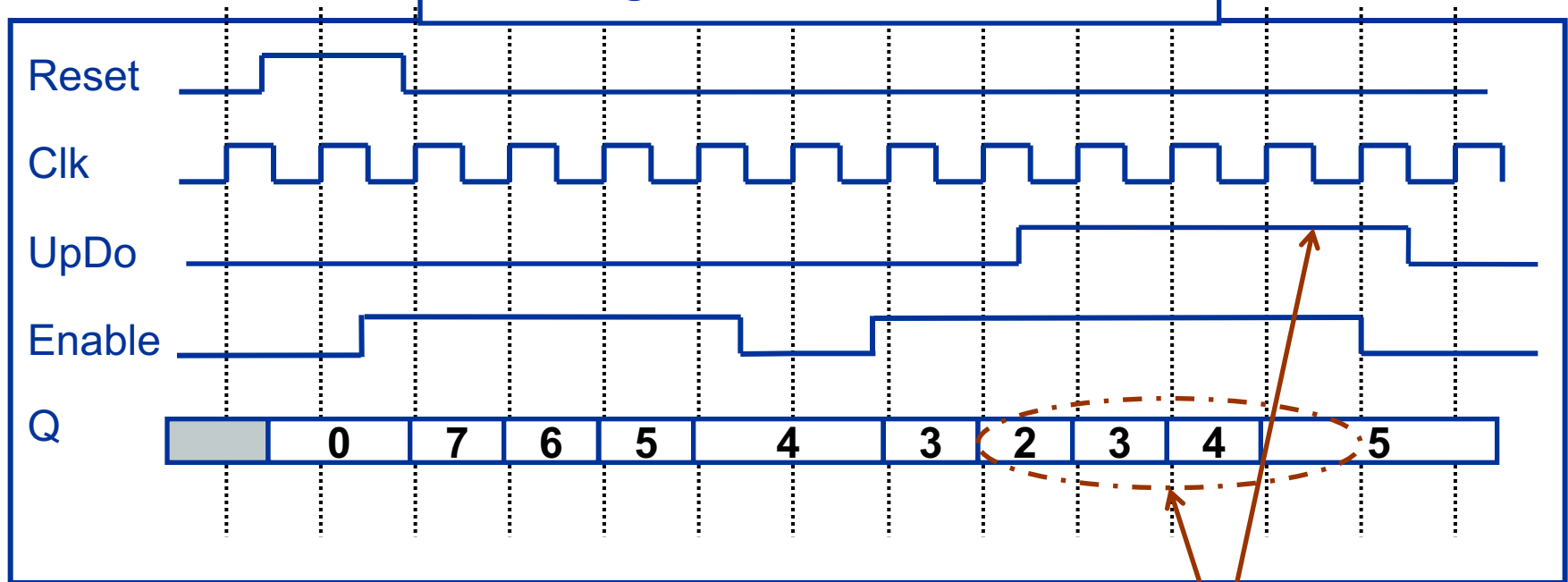


**Cuenta Descendente**



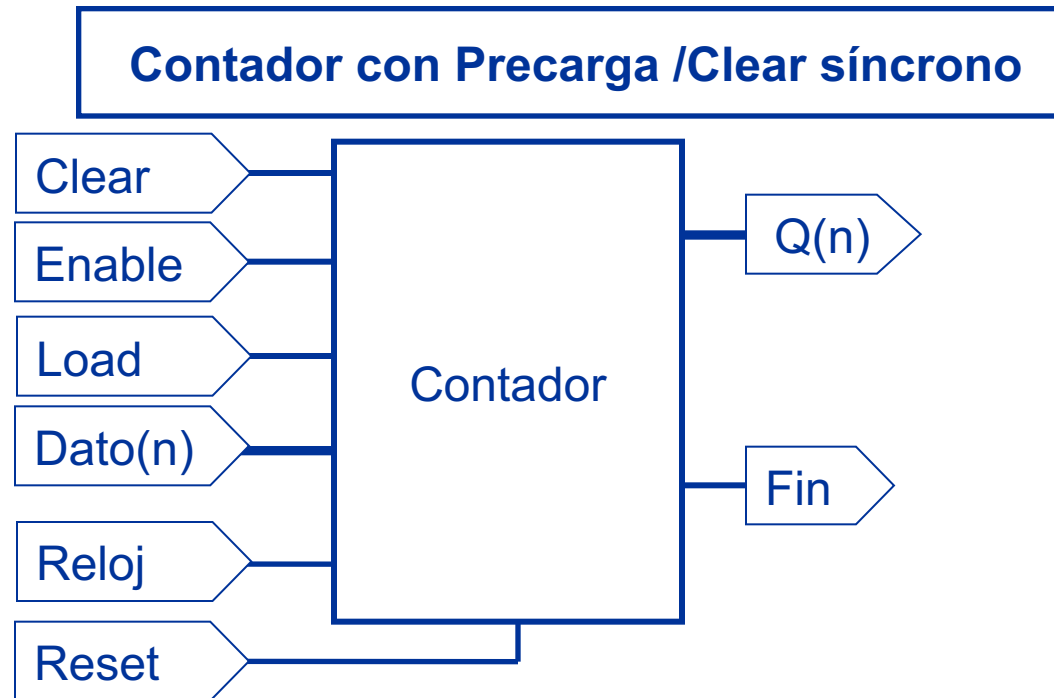
# Contadores síncronos (Asc/Desc)

Cronograma de funcionamiento



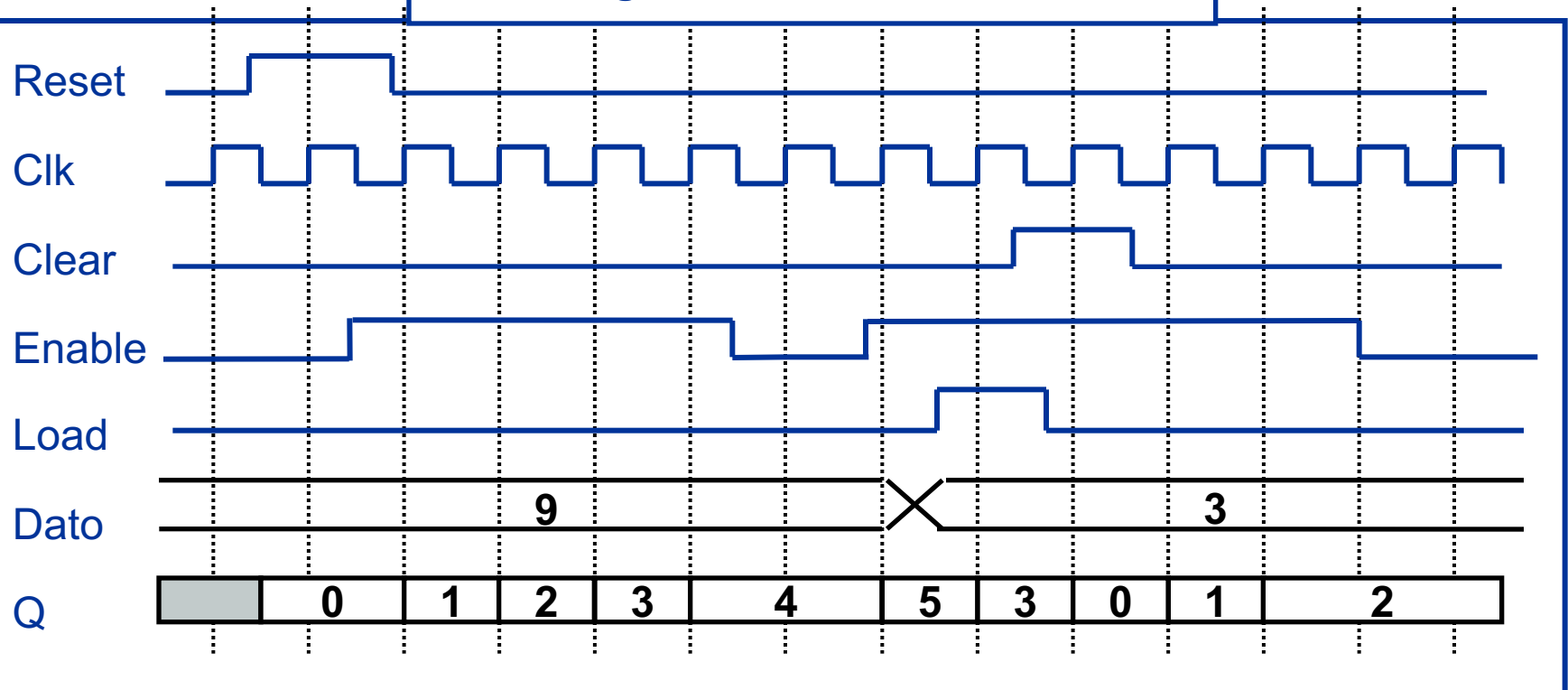
**Cuenta Ascendente**

# Contadores síncronos

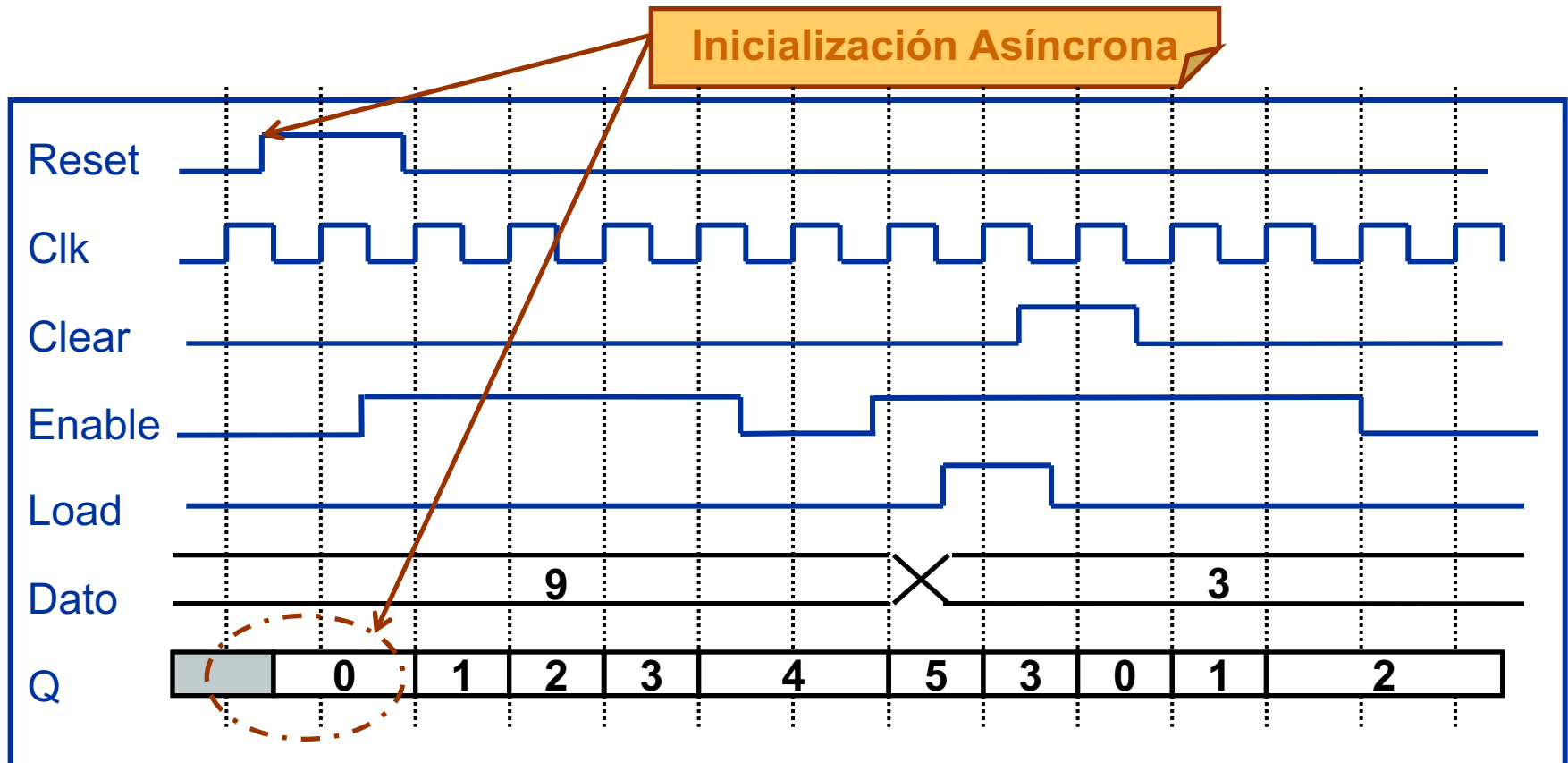


# Contadores síncronos

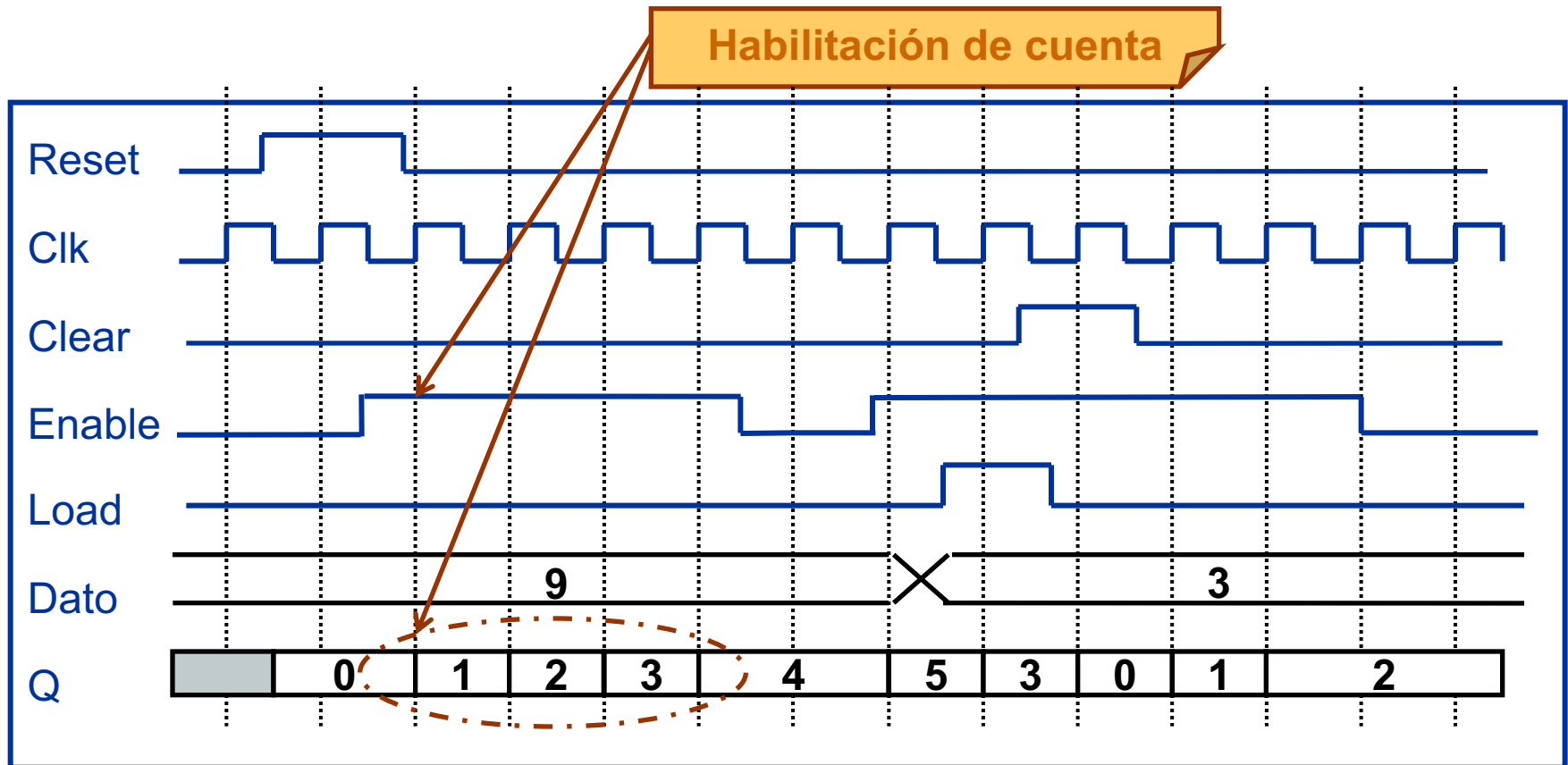
Cronograma de funcionamiento



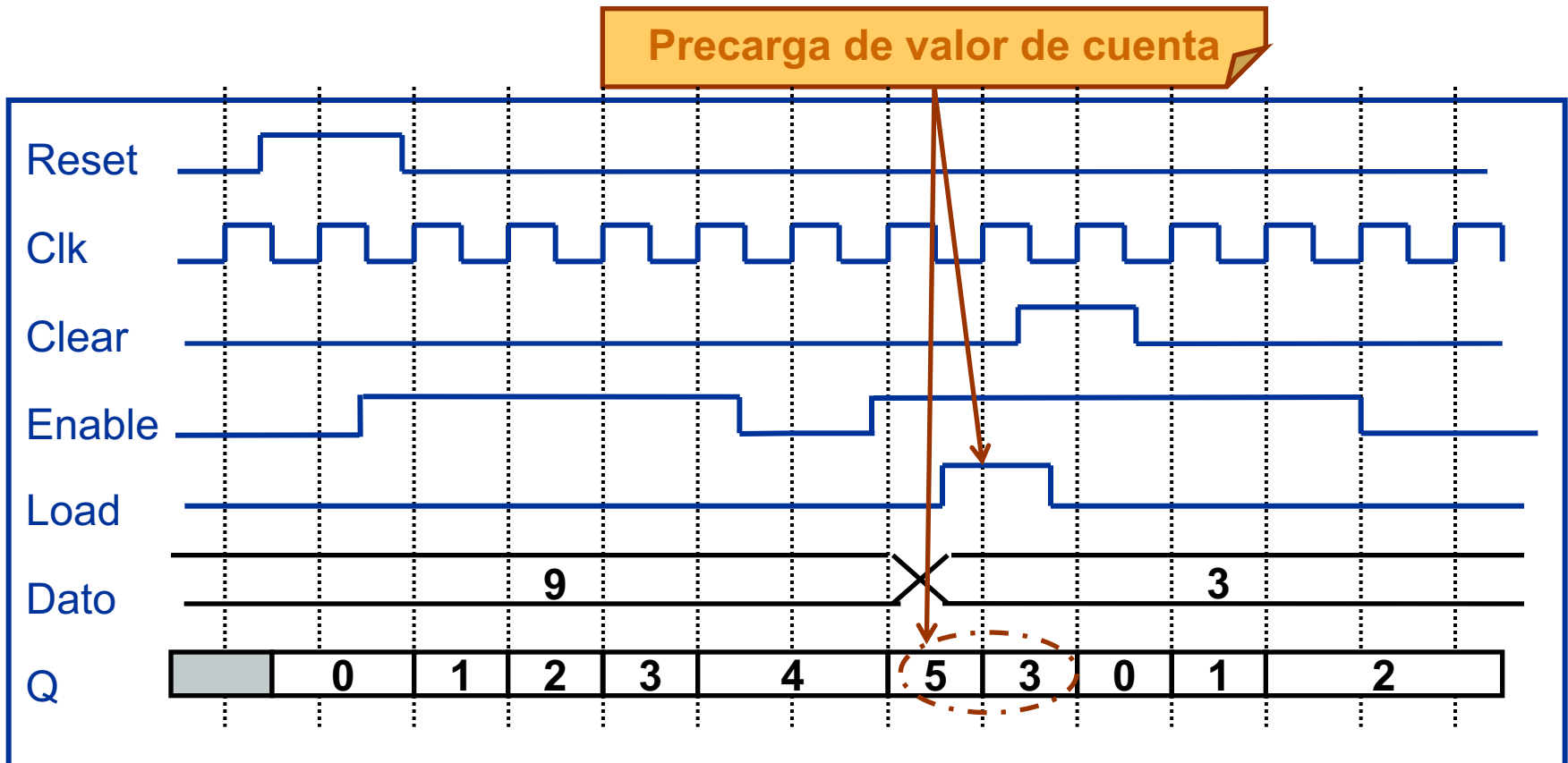
# Contadores síncronos



# Contadores síncronos

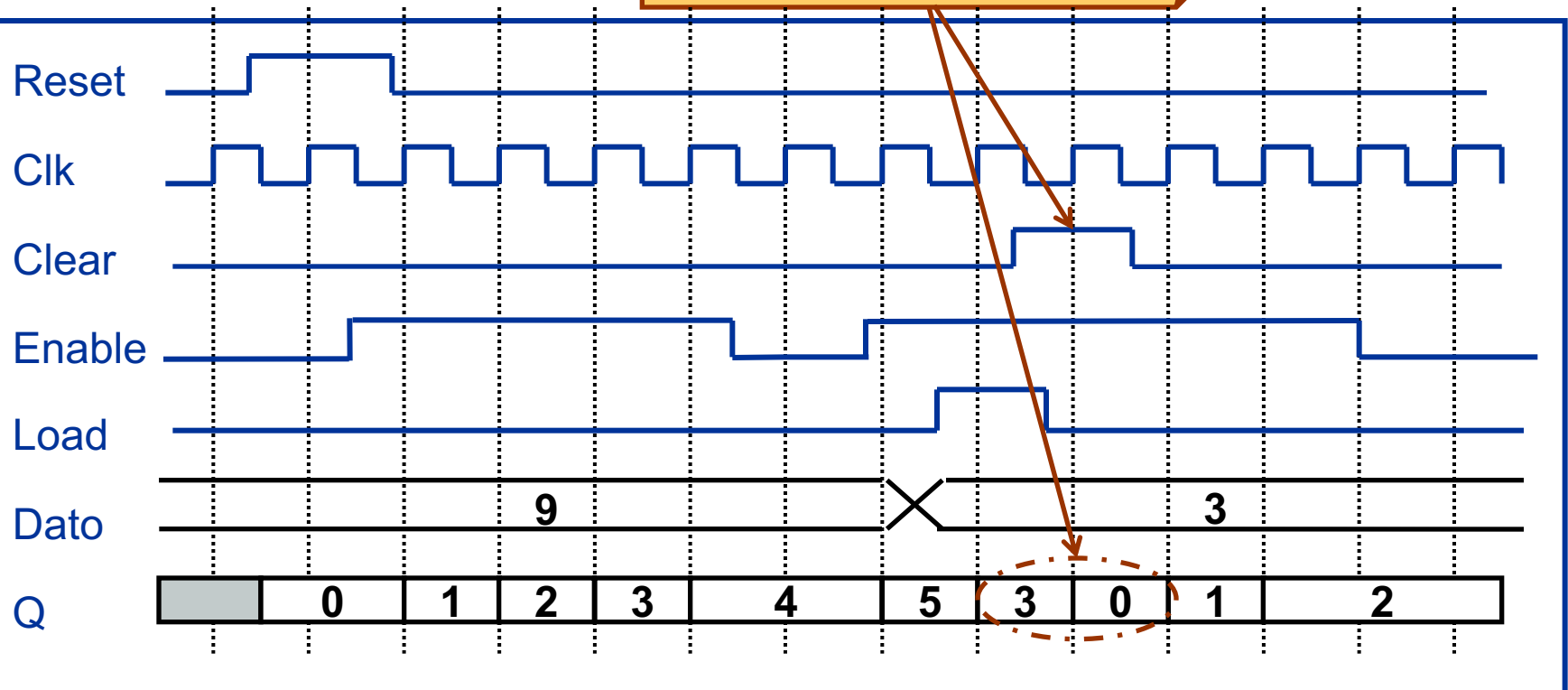


# Contadores síncronos



# Contadores síncronos

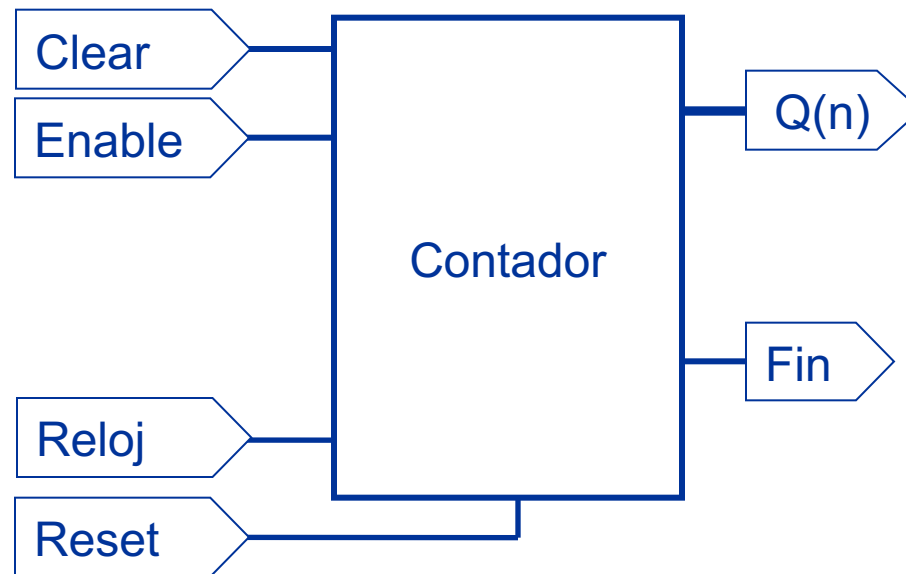
Inicialización Síncrona



# Contadores síncronos (FSM)

*Contador con entrada Clear*

**Ejercicio**





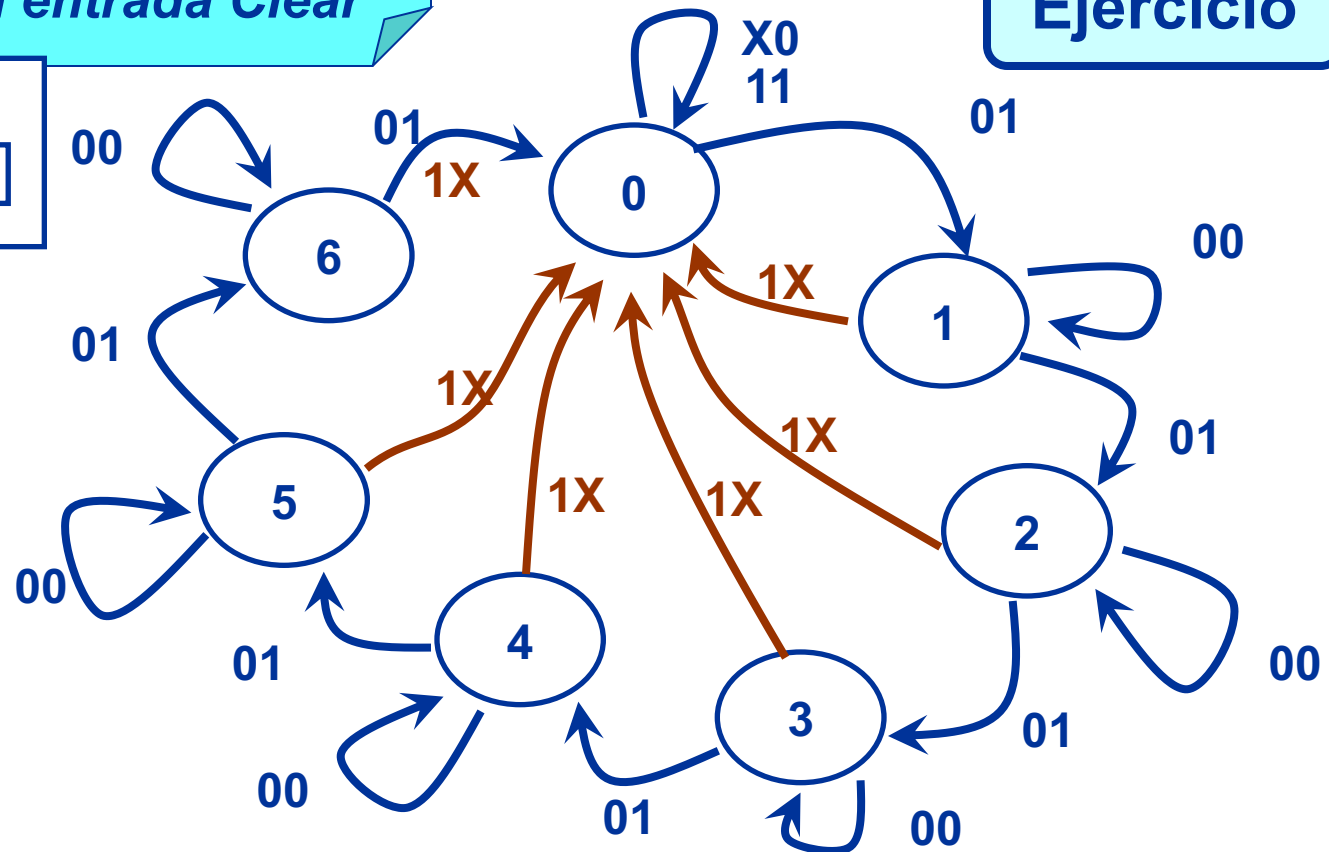
# Contadores síncronos (FSM)

## Contador con entrada Clear

Entradas\_\_Salidas

Clear-Ena\_\_Q-Fin

## Ejercicio



# Contadores síncronos (FSM)

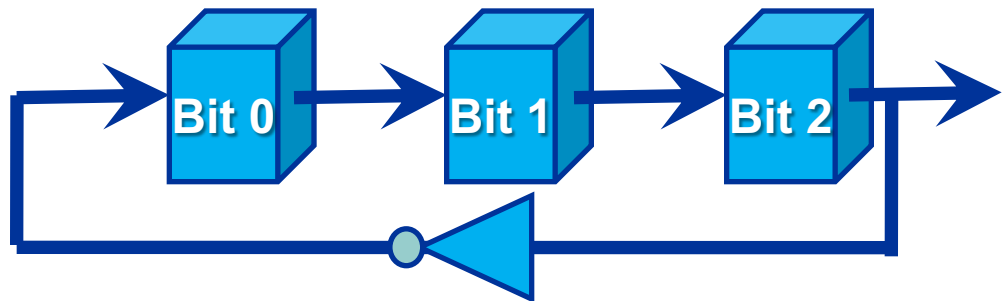
*Contador con entrada Clear*

**Ejercicio**

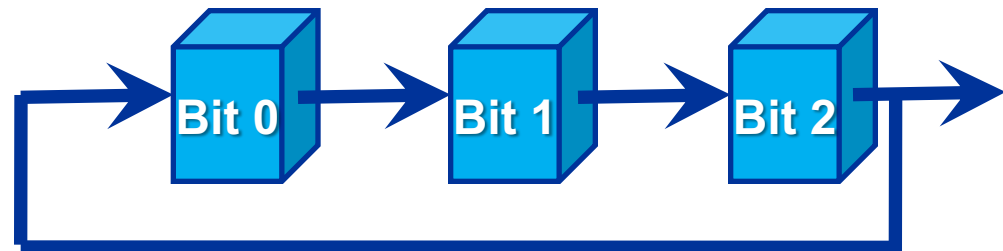
# Contadores basados en registros de desplazamiento

“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



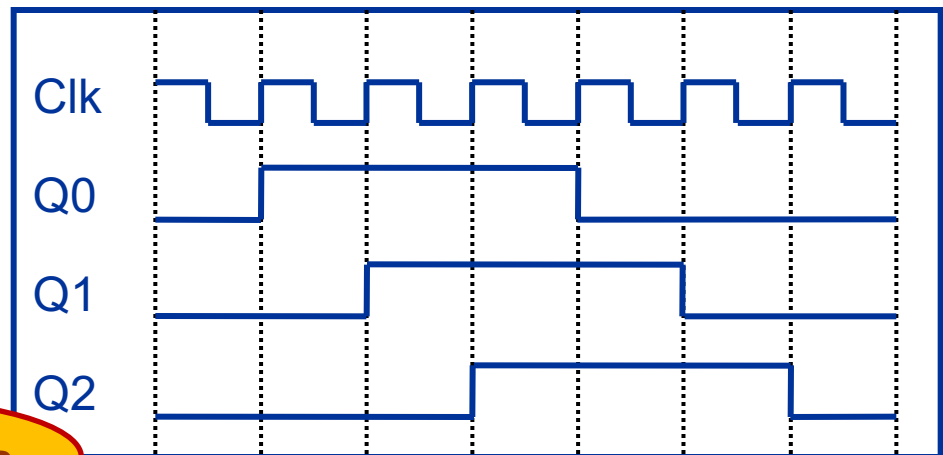
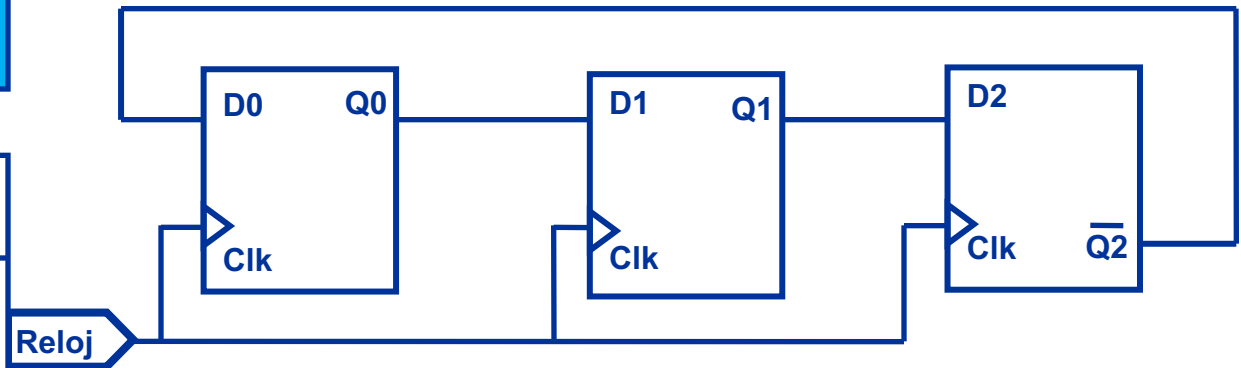
Contador en anillo



# 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

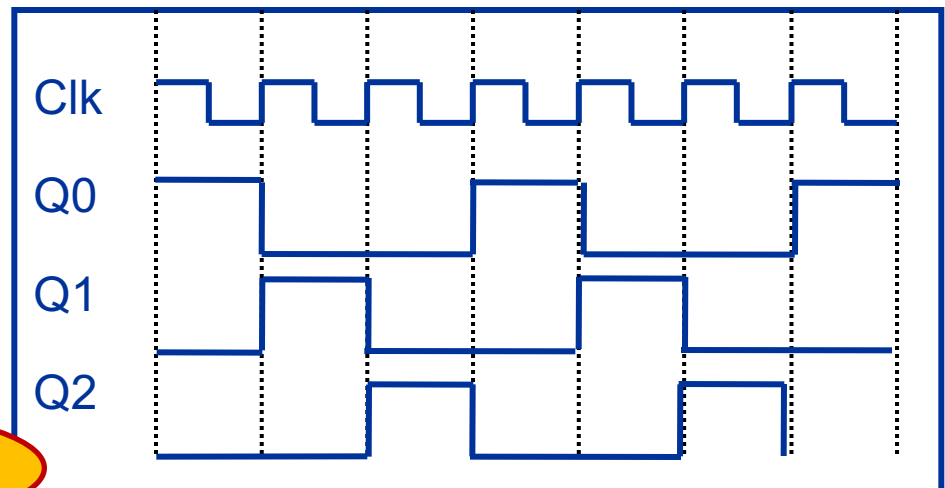
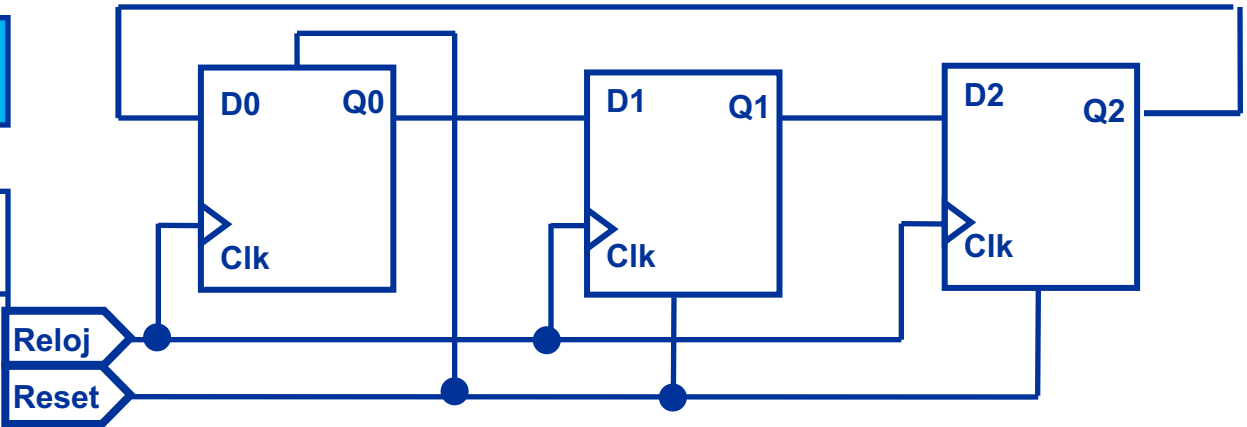


**2n patrones**

# 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

# Bibliografía

---

- “Circuitos y Sistemas Digitales”. J. E. García Sánchez, D. G. Tomás, M. Martínez Iniesta. Ed. Tebar-Flores
- “Electrónica Digital”, L. Cuesta, E. Gil, F. Remiro, McGraw-Hill
- “Fundamentos de Sistemas Digitales “, T.L Floyd, Prentice-Hall