



# Tema 4.2

## Diseño de Sistemas Secuenciales



### Contenidos

- ◆ Introducción
- ◆ Máquinas de Moore
- ◆ Máquinas de Mealy
- ◆ Ejemplos

### Bibliografía

- Diseño Digital.  
M. Morris Mano. Prentice-Hall
- Introducción al Diseño Lógico Digital  
John P. Hayes. Addison-Wesley

# Introducción



- Manera sistemática de diseñar circuitos digitales que pasan por diferentes estados.

Ejemplos: Contadores, semáforos, máquinas expendedoras...

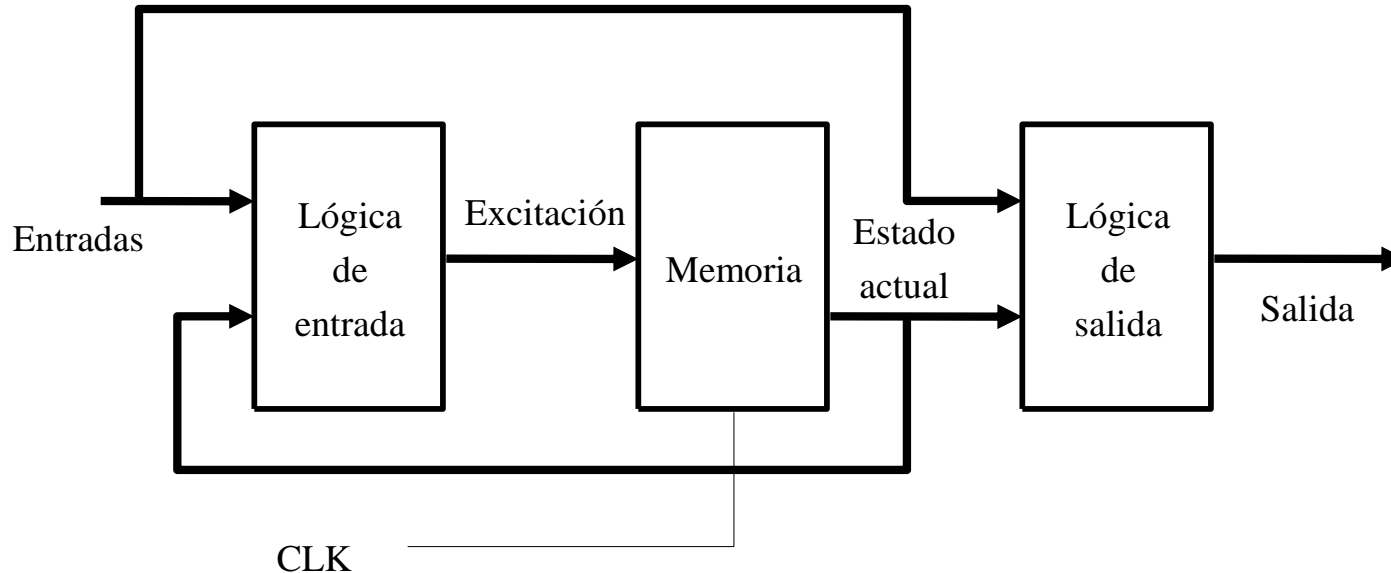
- Generalmente se llaman ***Máquinas o Autómatas finitos***

- Dos tipos:

Máquinas de **Mealy**

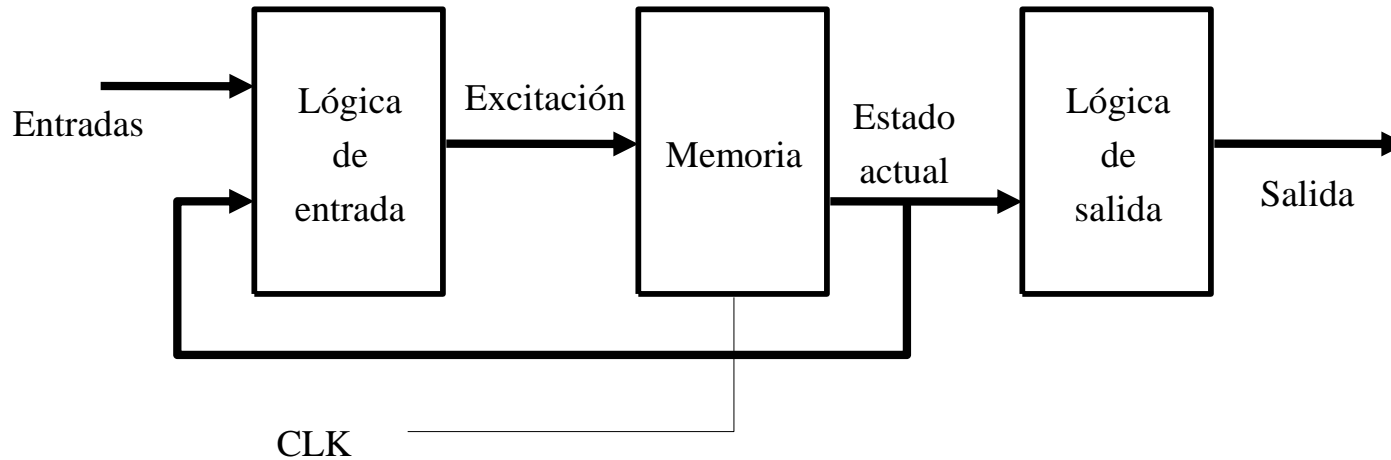
Máquinas de **Moore**

# Máquina de Mealy



La **salida** es una función tanto de la **entrada** como del **estado actual**

# Máquina de Moore



La **salida** es una función solo del **estado actual**

# Secuencia de diseño

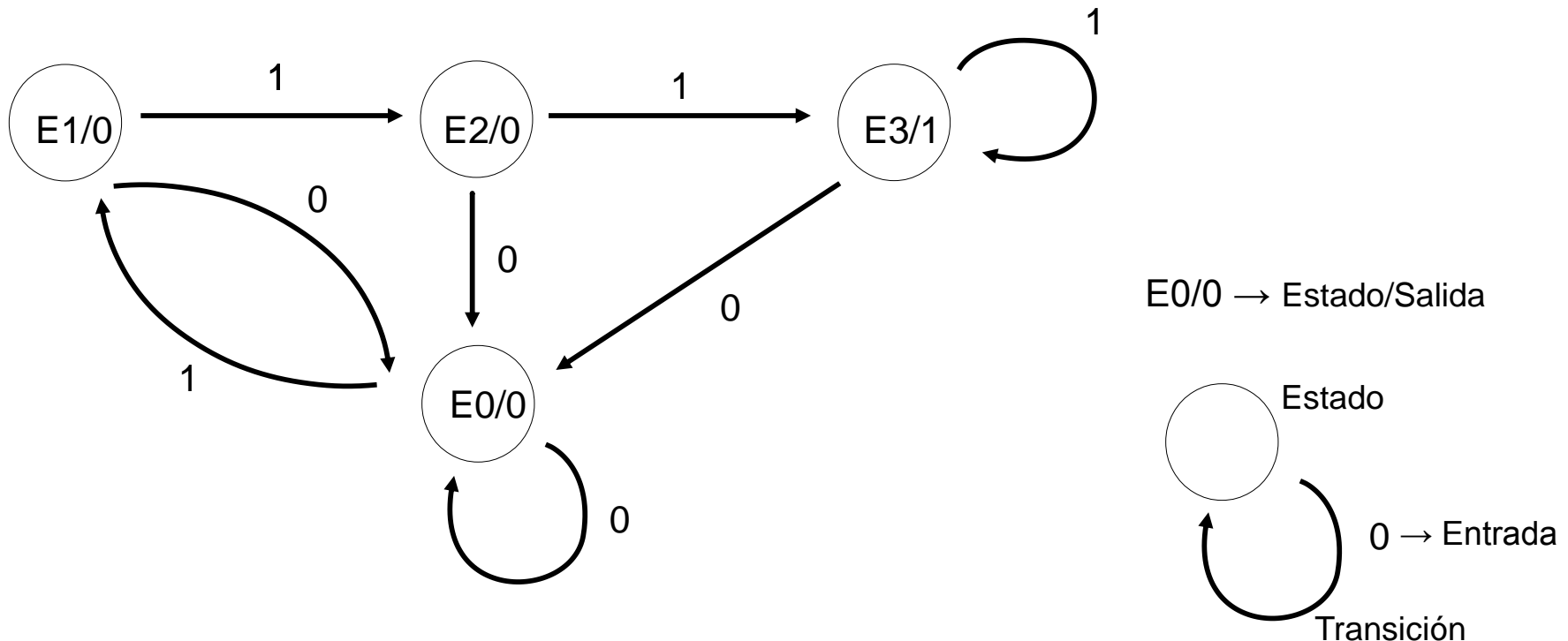


- 1- Entender las especificaciones del problema
- 2- Elegir Mealy/Moore basándose en la simplicidad
- 3- Dibujar el diagrama de estado
- 4- Codificar los estados y elegir los biestables
- 5- Obtener la función de salida
- 6- Escribir la tabla de transición y excitación
- 7- Obtener y simplificar las funciones de excitación
- 8- Diseñar el circuito

# Ejemplo 1: Moore (I)

Diseñe un autómata de Moore que detecte una secuencia de tres o más “1” en la entrada: ...111...

**Diagrama de estados:**





# Ejemplo 1: Moore (II)

## Codificar estados y salida:

- Hay 4 estados luego necesitamos 2 bits para codificarlos
- Usamos dos biestables JK
- Codificación:

Estados	JKs		Salida
	Q1	Q0	Z
E0	0	0	0
E1	0	1	0
E2	1	0	0
E3	1	1	1

## Obtener la función de salida:

$$Z = Q1 \cdot Q0$$



# Ejemplo 1: Moore (III)

Escribir la tabla de transición y excitación:

Estado actual	Entrada	Estado sgte.	Excitación JK			
Q1 <sup>t</sup> Q0 <sup>t</sup>	Y	Q1 <sup>t+1</sup> Q0 <sup>t+1</sup>	J1	K1	J0	K0
E0: 0 0	0	0 0	0	X	0	X
E0: 0 0	1	0 1	0	X	1	X
E1: 0 1	0	0 0	0	X	X	1
E1: 0 1	1	1 0	1	X	X	1
E2: 1 0	0	0 0	X	1	0	X
E2: 1 0	1	1 1	X	0	1	X
E3: 1 1	0	0 0	X	1	X	1
E3: 1 1	1	1 1	X	0	X	0

Tabla excitación JK

Q <sup>t</sup>	Q <sup>t+1</sup>	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0



# Example 1: Moore (IV)

## Obtener y simplificar las funciones de excitación:

-Obtener J1, K1, J0 y K0 en función de  $Q1^{t+1}$ ,  $Q0^{t+1}$  e Y con Karnaugh

-Ejemplo

$$J1 = Q0 Y$$

Q1 \ Q0Y	00	01	11	10
0			1	
1	X	X	X	X

Haciendo el resto de mapas de Karnaugh:

$$K1 = Y!$$

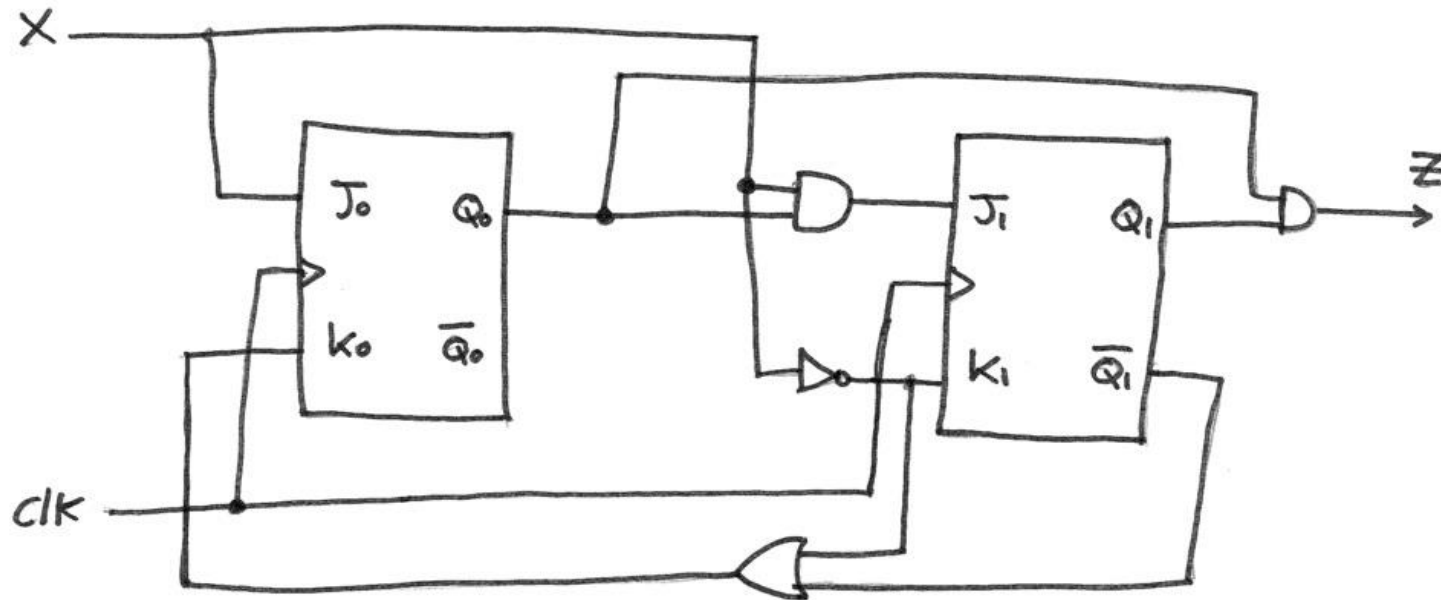
$$J0 = Y$$

$$K0 = Q1! + Y!$$

# Example 1: Moore (V)



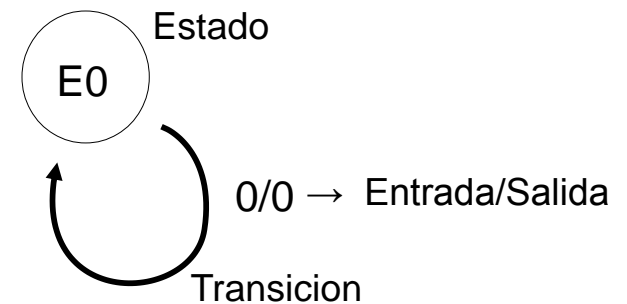
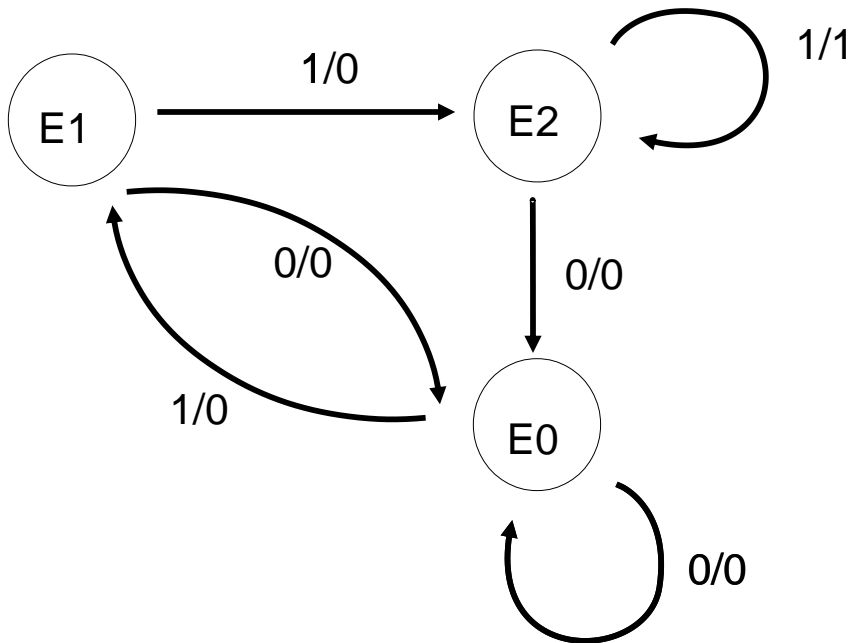
Implement the circuit:



# Ejemplo 2: Mealy (I)

Diseñe un autómata de Mealy que detecte una secuencia de tres o más “1” en la entrada: ...111...

**Diagrama de estados:**



# Ejemplo 2: Mealy (II)

## Codificar estados y salida:

- Hay 3 estados luego necesitamos 2 bits para codificarlos
- Usamos dos biestables JK
- Codificación:

## Obtener la función de salida:

Q1 \ Q0X	00	01	11	10
0				
1		1	X	X

$$Z = Y Q1$$

Estados	JKs		Entrada	Salida
	Q1	Q0	Y	Z
E0	0	0	0	0
E0	0	0	1	0
E1	0	1	0	0
E1	0	1	1	0
E2	1	0	0	0
E2	1	0	1	1
E3	1	1	0	X
E3	1	1	1	X



## Ejemplo 2: Mealy (III)

Escribir la tabla de transición y excitación:

Estado actual	Entrada	Estado sgte.	Excitación JK			
Q1 <sup>t</sup> Q0 <sup>t</sup>	Y	Q1 <sup>t+1</sup> Q0 <sup>t+1</sup>	J1	K1	J0	K0
E0: 0 0	0	0 0	0	X	0	X
E0: 0 0	1	0 1	0	X	1	X
E1: 0 1	0	0 0	0	X	X	1
E1: 0 1	1	1 0	1	X	X	1
E2: 1 0	0	0 0	X	1	0	X
E2: 1 0	1	1 0	X	0	0	X
E3: 1 1	0	X X	X	X	X	X
E3: 1 1	1	X X	X	X	X	X

Tabla excitación JK

Q <sup>t</sup>	Q <sup>t+1</sup>	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

## Ejemplo 2: Mealy (IV)

**Obtener y simplificar las funciones de excitación:**

-Obtener J1, K1, J0 y K0 en función de  $Q1^{t+1}$ ,  $Q0^{t+1}$  e Y con Karnaugh

-Ejemplo

$$J1 = Q0 Y$$

Q1 \ Q0Y	00	01	11	10
0			1	
1	X	X	X	X

Haciendo el resto de mapas de Karnaugh:

$$K1 = Y!$$

$$J0 = Y Q1!$$

$$K0 = 1$$

# Ejemplo 2: Mealy (V)



Diseñar el circuito:

