

AUTÓMATAS FINITOS

Temario

- ▶ Definición
 - Modelo Moore
 - Modelo Mealy
- ▶ Diseño de autómatas
- ▶ Ejemplos

Definición

- ▶ Circuitos en los que el valor de su salida en un instante determinado no depende de los estados lógicos de las entradas en dicho instante, sino de la secuencia con que dichos estados se aplican a las entradas
- ▶ Todo autómata finito posee:
 1. Un conjunto finito de 2^n estados de entrada, siendo n el número de variables de entrada
 2. Un conjunto finito de 2^m estados internos, siendo m el número de variables de estado interno
 3. Un conjunto finito de 2^p estados de salida, siendo p el número de variables de salida

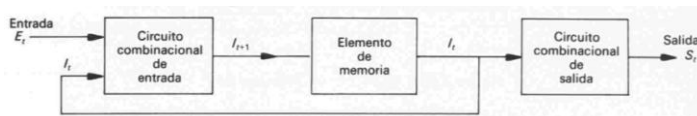
3

Autómatas Finitos

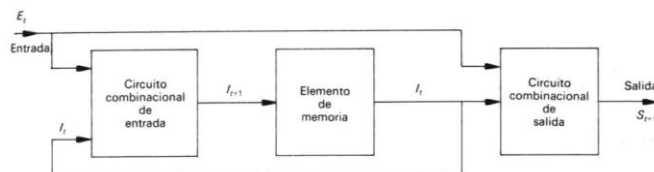
EC2112

Definición

- ▶ Modelo de autómata de Moore: las salidas dependen solamente de sus estados internos en el instante que se considera



- ▶ Modelo autómata de Mealy: las variaciones de la salida está asociadas a las transiciones entre estados de entrada además de los estados internos



4

Autómatas Finitos

EC2112

Definición

- ▶ Diseño de autómatas:
 1. Pasar las especificaciones verbales al diagrama de estados
 2. Construir la tabla de estados
 3. Asignar códigos a los estados
 4. Seleccionar los elementos de memoria
 5. Obtener las tablas de excitación
 6. Simplificación de las funciones de excitación
 7. Implementación del circuito

5

Autómatas Finitos

EC2112

Definición



Diseño de un divisor de frecuencia por 3

- Cada tres impulsos de entrada se producirá uno de salida
- Pasar las especificaciones verbales al diagrama de estados
 1. Una variable de entrada (X)
 2. Una variable de salida (S)
 3. Tres estados internos (I_0, I_1, I_2) representados con círculos

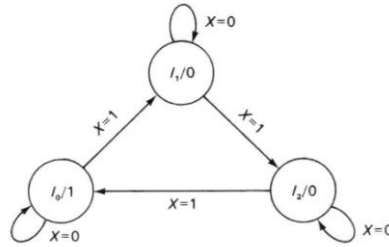
6

Autómatas Finitos

EC2112

Definición

- ☑ Modelo de Moore
- ☑ En cada estado interno, se indica la denominación de la variable y el valor de la salida correspondiente a ese estado
- ☑ La salida es "1" siempre que se encuentre en I_0



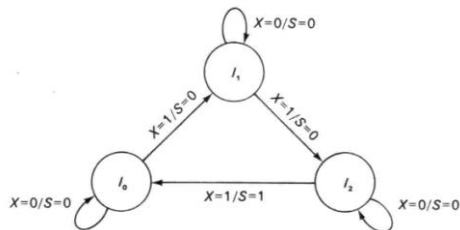
7

Autómatas Finitos

EC2112

Definición

- ☑ Modelo de Mealy
- ☑ En cada estado interno, se indica la denominación de la variable, el valor de la entrada y de la salida correspondientes a ese estado
- ☑ La salida es "1" siempre que se encuentre en I_2



8

Autómatas Finitos

EC2112

Definición

- ☑ Construcción de la tabla de estados
- ☑ Estado actual, los valores de la variable (o variables) de entrada, el estado final al que se debe pasar y la salida

Estado inicial	X	Estado final	Salida Mealy	Salida Moore
I_0	0	I_0	0	1
I_0	1	I_1	0	1
I_1	0	I_1	0	0
I_1	1	I_2	0	0
I_2	0	I_2	0	0
I_2	1	I_0	1	0

9

Autómatas Finitos

EC2112

Definición

- ☑ Asignación de códigos de estado
- ☑ Los elementos de memoria son elementos binarios
- ☑ El número de bits a emplear será igual al numero de elementos de memoria
- ☑ Si hay N estados, el número de bits n será el que cumpla $2^{n-1} < N < 2^n$
- ☑ 3 estados \Rightarrow 2 bits

Estado inicial	X	Estado final	Salida Mealy	Salida Moore
00	0	00	0	1
00	1	01	0	1
01	0	01	0	0
01	1	10	0	0
10	0	10	0	0
10	1	00	1	0

10

Autómatas Finitos

EC2112

Definición

- ☑ Selección de elementos de memoria
- ☑ Flip-flops tipo J-K
- ☑ Tablas de excitación de los elementos de memoria

$Q_{n(t)}$	$\rightarrow Q_{n(t+1)}$	J	K
0	0	0	×
0	1	1	×
1	0	×	1
1	1	×	0

- ☑ Incorporamos la codificación de los estados y la tabla de excitación de los F/F

Estado inicial		X	Estado final		J_1	K_1	J_0	K_0	Salida Mealy	Salida Moore
$Q_{1(t)}$	$Q_{0(t)}$		$Q_{1(t+1)}$	$Q_{0(t+1)}$					S	S
0	0	0	0	0	×	0	×	0	1	
0	0	1	0	1	0	×	1	×	0	
0	1	0	0	1	0	×	×	0	0	
0	1	1	1	0	1	×	×	1	0	
1	0	0	1	0	×	0	×	0	0	
1	0	1	0	0	×	1	0	×	1	
1	1	0	0	0	×	0	×	0	0	

11

Autómatas Finitos

EC2112

Definición

- ☑ Minimización de las funciones de excitación
- ☑ Observe que la tabla no contiene las siguientes condiciones iniciales y de entrada

$Q_{1(t)}$	$Q_{0(t)}$	X
1	1	0
1	1	1

- ☑ Estados "don't care"

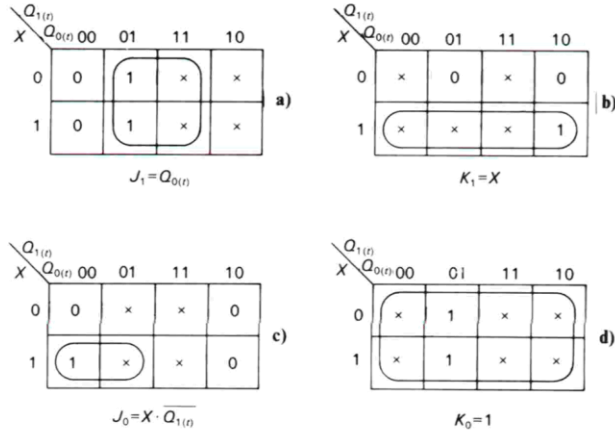
12

Autómatas Finitos

EC2112

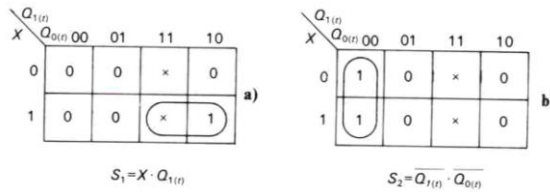
Definición

- Mapas de Karnaugh para las funciones de entradas de los F/F

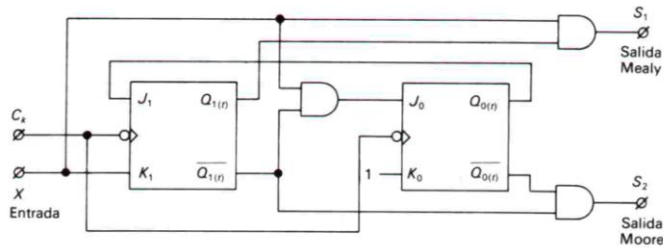


Definición

- Mapas de Karnaugh para las variables de salida
- Mealy
- Moore

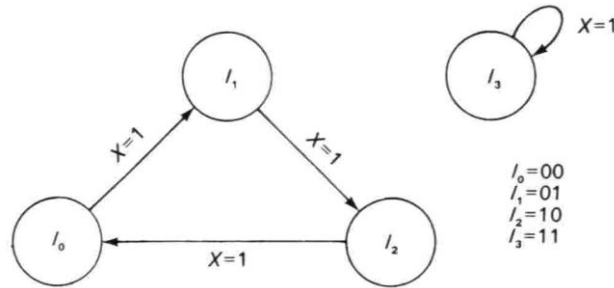


- Implementación del circuito



Diseño de Autómatas

- ▶ Formas de arranque
- ▶ Al comenzar a trabajar, pudiese ocurrir la condición que el autómata estuviese en uno de los estados no contemplados en el diseño
- ▶ El autómata permanece en el estado no contemplado



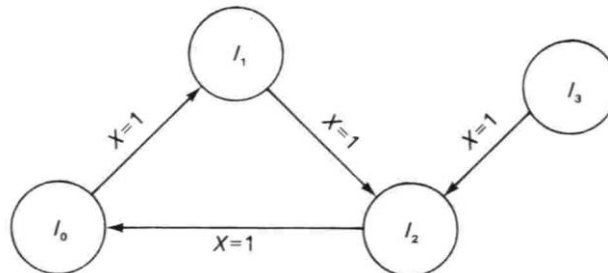
15

Autómatas Finitos

EC2112

Diseño de Autómatas

- ▶ Arranque síncrono: consiste en establecer al comenzar el diseño, un diagrama de estados que considere no solo los estados que intervienen en el circuito secuencial, sino todos los estados posibles, forzando la evolución de aquellos que no pertenezcan a la secuencia correcta, a estados que si pertenezcan a ella



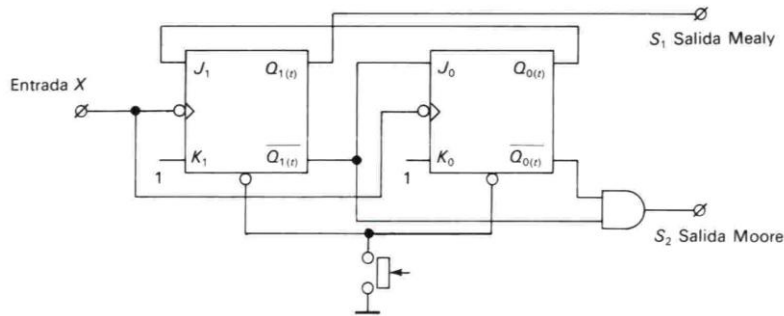
16

Autómatas Finitos

EC2112

Diseño de Autómatas

- ▶ Arranque asíncrono: se añade un puesta a cero asíncrona de todo los F/F al encender el autómata
- ▶ Esto lo obliga a comenzar siempre por el estado 00



17

Autómatas Finitos

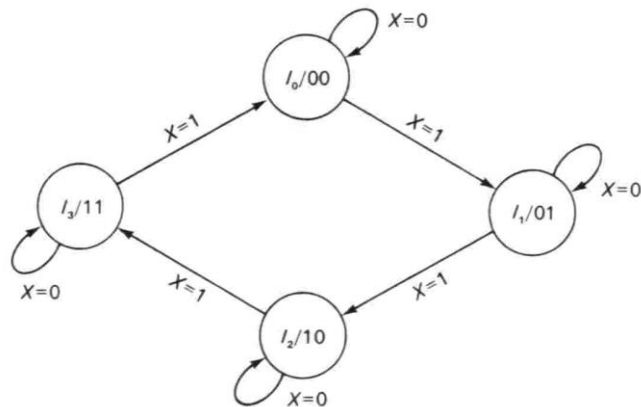
EC2112

Ejemplos



Diseñar un autómata, utilizando el modelo de Moore, que genere la siguiente secuencia: 0, 2, 4, 6

- ☑ Observe que el bit menos significativo no cambia



18

Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos

- ▶ Tabla de estados:

Estado actual	X	Estado futuro	Salida	
I_0	0	I_0	0	0
I_0	1	I_1	0	0
I_1	0	I_1	0	1
I_1	1	I_2	0	1
I_2	0	I_2	1	0
I_2	1	I_3	1	0
I_3	0	I_3	1	1
I_3	1	I_0	1	1

19

Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos

- ▶ Tabla de excitación

Estado actual		X	Estado futuro		J_1 K_1	D	Salida	
$Q_{1(t)}$	$Q_{0(t)}$		$Q_{1(t+1)}$	$Q_{0(t+1)}$			S_2	S_1
0	0	0	0	0	×	0	0	0
0	0	1	0	1	0	×	1	0
0	1	0	0	1	0	×	1	0
0	1	1	1	0	1	×	0	1
1	0	0	1	0	×	0	0	1
1	0	1	1	1	×	0	1	0
1	1	0	1	1	×	0	1	1
1	1	1	0	0	×	1	0	1

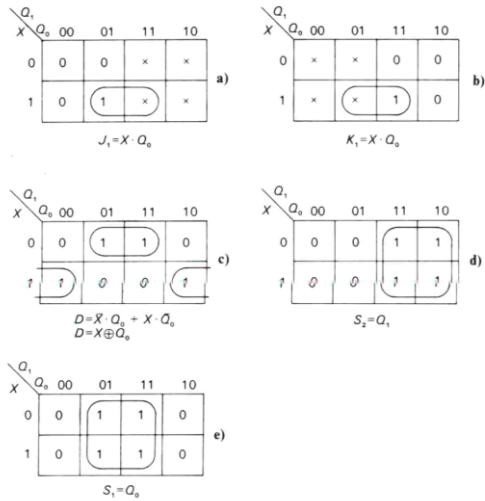
20

Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos

▶ Mapas de Karnaugh



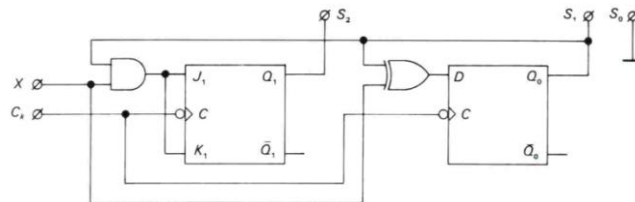
21

Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos

▶ Circuito



22

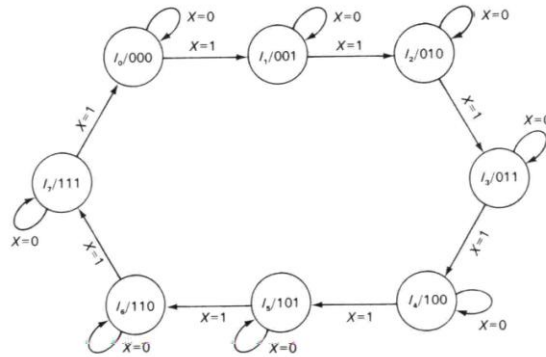
Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos



Diseñar un circuito, utilizando el modelo de Moore, que cuente de 0 a 7



23

Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos

- ▶ Tabla de estados

Estado presente	X	Estado futuro	Salida
I_0	0	I_0	0 0 0
I_0	1	I_1	0 0 0
I_1	0	I_1	0 0 1
I_1	1	I_2	0 0 1
I_2	0	I_2	0 1 0
I_2	1	I_3	0 1 0
I_3	0	I_3	0 1 1
I_3	1	I_4	0 1 1
I_4	0	I_4	1 0 0
I_4	1	I_5	1 0 0
I_5	0	I_5	1 0 1
I_5	1	I_6	1 0 1
I_6	0	I_6	1 1 0
I_6	1	I_7	1 1 0
I_7	0	I_7	1 1 1
I_7	1	I_0	1 1 1

24

Autómatas Finitos

EC2112

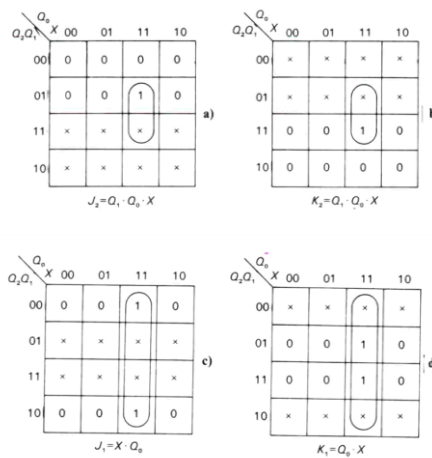
Ejemplos

- ▶ Tabla de excitación

Estado presente			X	Estado futuro			Salida			J ₂	K ₂	J ₁	K ₁	J ₀	K ₀
Q _{2(t)}	Q _{1(t)}	Q _{0(t)}		Q _{2(t+1)}	Q _{1(t+1)}	Q _{0(t+1)}	S ₂	S ₁	S 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	1	0	0	0	1	0	0	1	0	×	0	×	×	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	×	1	×	×	1
0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	×	×	0	0	×
0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	×	×	0	1	×
0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	×	×	0	×	0
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	×	×	1	×	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	×	×	0	×	0	×
1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	×	0	0	×	1	×
1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	×	0	0	×	×	0
1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	×	0	1	×	×	1
1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	×	0	×	0	0	×
1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	×	0	×	0	1	×
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	×	0	×	0	×	0
1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	×	1	×	1	×	1

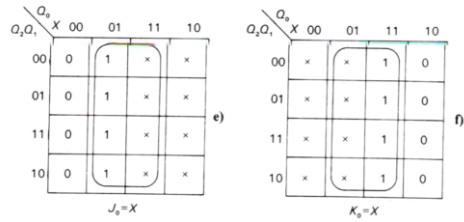
Ejemplos

- ▶ Mapas de Karnaugh para las entradas de los F/F



Ejemplos

- ▶ Mapas de Karnaugh para las entradas de los F/F



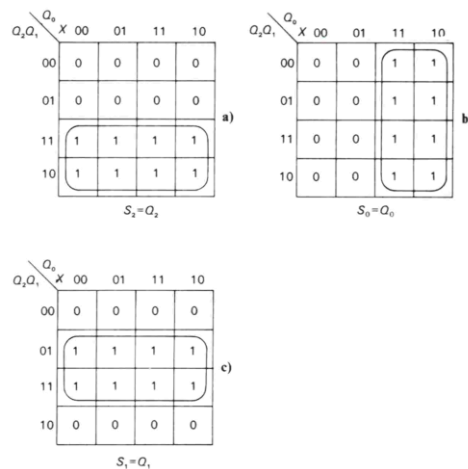
27

Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos

- ▶ Mapas de Karnaugh para las salidas



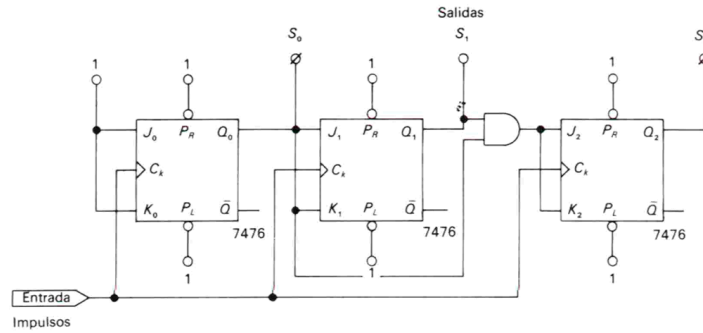
28

Autómatas Finitos

EC2112

Ejemplos

► Circuito



Bibliografía

- ELECTRÓNICA DIGITAL. Luis Cuesta, Antonio Gil y Fernando Remiro. Editorial McGraw Hill. Capítulo 7.