

Sistemas Digitales

Diseño de Máquinas de Estado Sincronizadas - I

Prof. Luis Araujo

Escuela de Ingeniería Eléctrica



Pasos para el diseño

1. Dada una especificación de un problema secuencial a resolver:
 - Construir el ***Diagrama de Estados*** que represente la solución, y luego construir la ***Tabla de Estado/Salida***
 - o directamente, Construir la ***Tabla de Estado/Salida***.
2. (Opcional) Minimizar el número de estados en la tabla de estado/salida

Pasos para el diseño

3. Elegir un conjunto de variables de estado y **asignar** combinaciones de variables de estado a los estados.
4. Sustituir las combinaciones asignadas a los estados en la tabla de estado/salida para formar la **Tabla de Transición/Salida**.
5. Elegir el tipo de flip flop que usará en el diseño, Tipo D, JK o T.

Pasos para el diseño

6. Construir la ***Tabla de Excitación*** que muestre los valores de excitación requeridos para obtener el siguiente estado deseado, para cada combinación.
7. Obtener las ***Ecuaciones de Excitación*** a partir de la tabla de excitación.
8. Obtener las ***Ecuaciones de Salida*** a partir de la tabla de transición/salida.
9. Dibujar la ***Máquina de Estados*** (circuito) a partir de las ecuaciones de excitación y de salida.

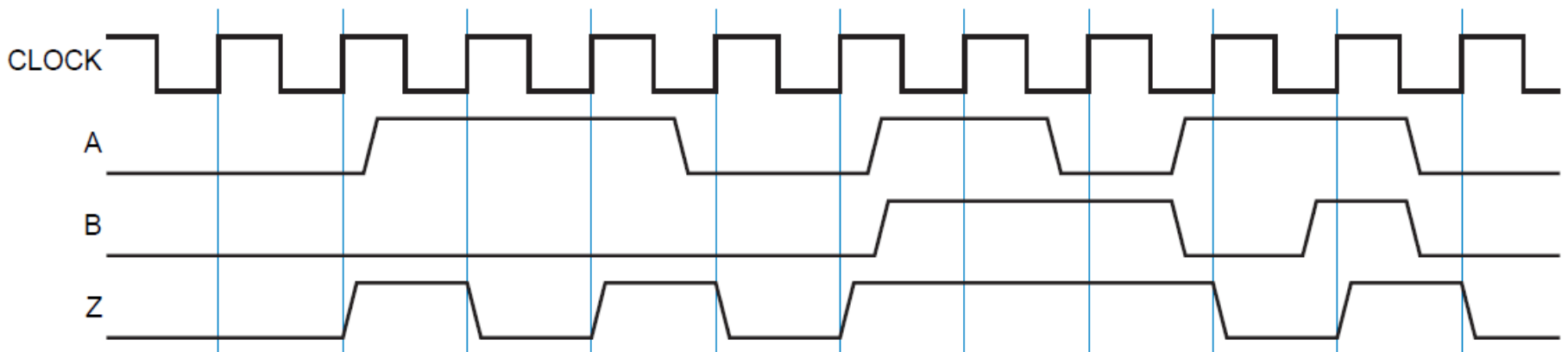
Ejemplo de Diseño

Diseñe una Máquina de Estados Sincronizada con dos entradas, A y B, y una sola salida Z que es 1 si:

- A tiene el mismo valor en cada uno de los dos anteriores tics de reloj, o
- B ha sido 1 desde la última vez que la primera condición fue verdadera
- De otro modo, la salida debería ser 0.

Ejemplo de Diseño

Diagrama de temporización ejemplo, del problema:



Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

(a)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT					0
	...					
	...					
	...					
		<u>S*</u>				

Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

(b)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT	A0	A0	A1	A1	0
Got a 0 on A	A0					0
Got a 1 on A	A1					0

S*

Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

(c)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT	A0	A0	A1	A1	0
Got a 0 on A	A0	OK	OK	A1	A1	0
Got a 1 on A	A1					0
Got two equal A inputs	OK					1

S*

Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

(d)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT	A0	A0	A1	A1	0
Got a 0 on A	A0	OK	OK	A1	A1	0
Got a 1 on A	A1	A0	A0	OK	OK	0
Got two equal A inputs	OK					1

S*

Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

(a)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT	A0	A0	A1	A1	0
Got a 0 on A	A0	OK	OK	A1	A1	0
Got a 1 on A	A1	A0	A0	OK	OK	0
Got two equal A inputs	OK	?	OK	OK	?	1

S*

Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

(b)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT	A0	A0	A1	A1	0
Got a 0 on A	A0	OK0	OK0	A1	A1	0
Got a 1 on A	A1	A0	A0	OK1	OK1	0
Two equal, A=0 last	OK0					1
Two equal, A=1 last	OK1					1

S^*

Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

(c)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT	A0	A0	A1	A1	0
Got a 0 on A	A0	OK0	OK0	A1	A1	0
Got a 1 on A	A1	A0	A0	OK1	OK1	0
Two equal, A=0 last	OK0	OK0	OK0	OK1	A1	1
Two equal, A=1 last	OK1					1

S*

Ejemplo de Diseño

Tabla de Transición/Salida:

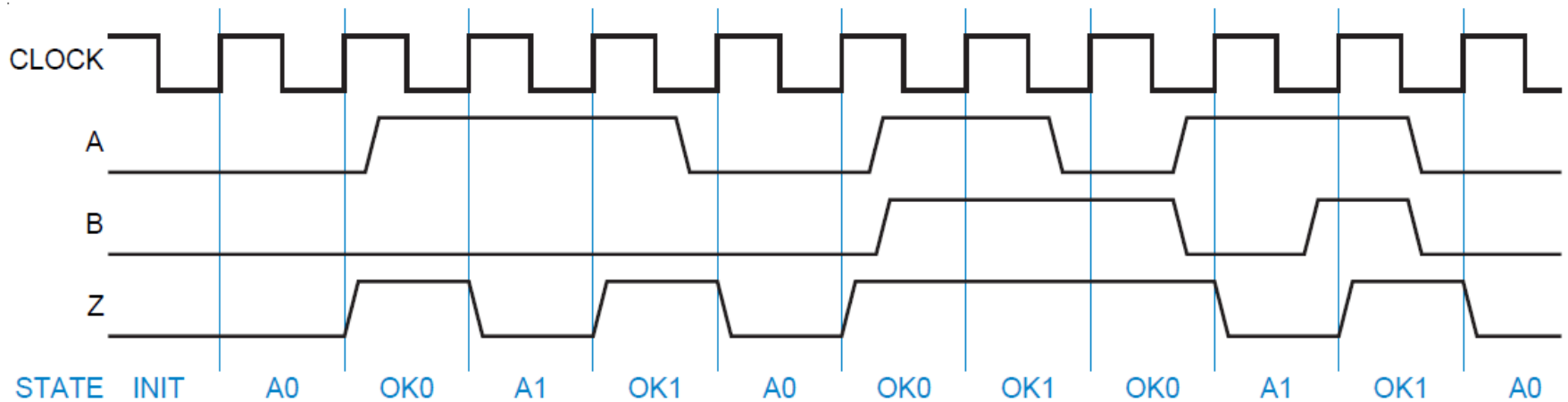
(d)

Meaning	S	A B				Z
		00	01	11	10	
Initial state	INIT	A0	A0	A1	A1	0
Got a 0 on A	A0	OK0	OK0	A1	A1	0
Got a 1 on A	A1	A0	A0	OK1	OK1	0
Two equal, A=0 last	OK0	OK0	OK0	OK1	A1	1
Two equal, A=1 last	OK1	A0	OK0	OK1	OK1	1

S^*

Ejemplo de Diseño

Diagrama de temporización ejemplo, del problema:



Ejemplo de Diseño

Asignación de los Estados:

State name	Assignment			
	Simplest Q1–Q3	Decomposed Q1–Q3	One-hot Q1–Q5	Almost one-hot Q1–Q4
INIT	000	000	00001	0000
A0	001	100	00010	0001
A1	010	101	00100	0010
OK0	011	110	01000	0100
OK1	100	111	10000	1000

Ejemplo de Diseño

Tabla de Estado/Salida:

			A B				
Q1	Q2	Q3	00	01	11	10	Z
000			100	100	101	101	0
100			110	110	101	101	0
101			100	100	111	111	0
110			110	110	111	101	1
111			100	110	111	111	1
			Q1*	Q2*	Q3*		

Ejemplo de Diseño

Selección del Flip-Flip:

- Flip Flop Tipo D
- Ec. Característica: $Q^* = D$
- Tabla de Excitación

Q	Q*	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

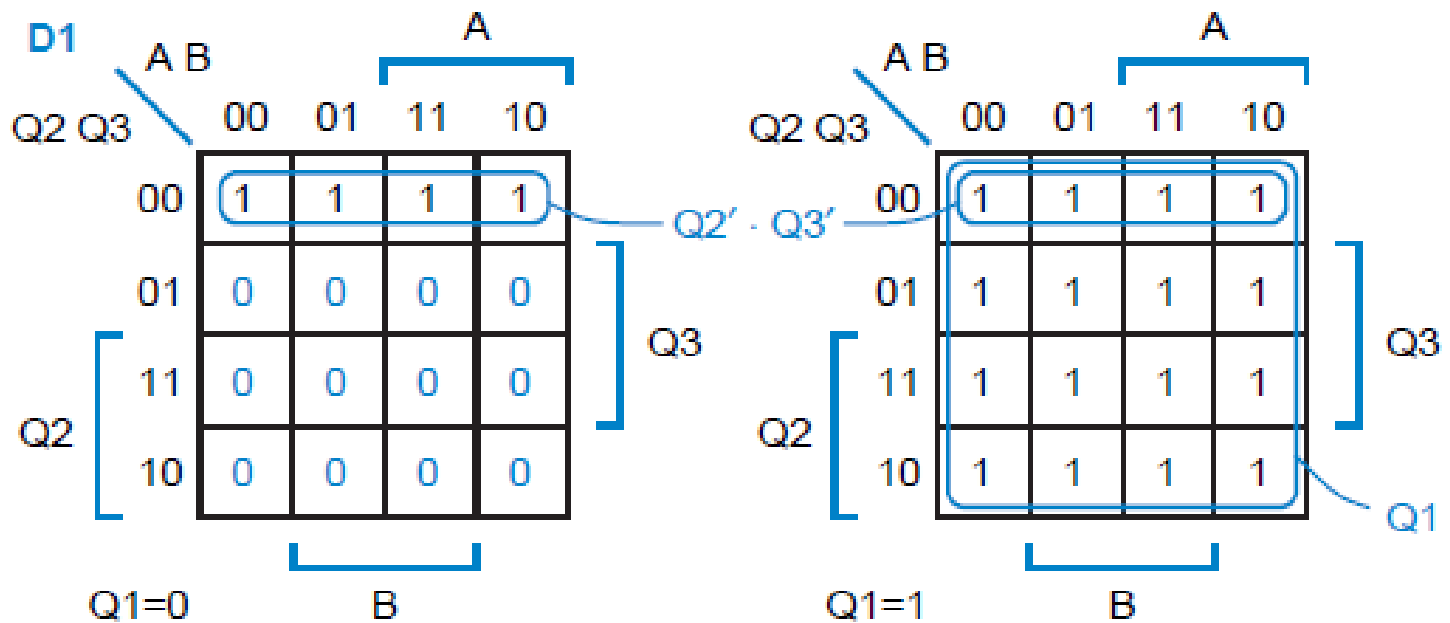
Ejemplo de Diseño

Tabla de Excitación:

			A B				
Q1	Q2	Q3	00	01	11	10	Z
000			100	100	101	101	0
100			110	110	101	101	0
101			100	100	111	111	0
110			110	110	111	101	1
111			100	110	111	111	1
			D1 D2 D3				

Ejemplo de Diseño

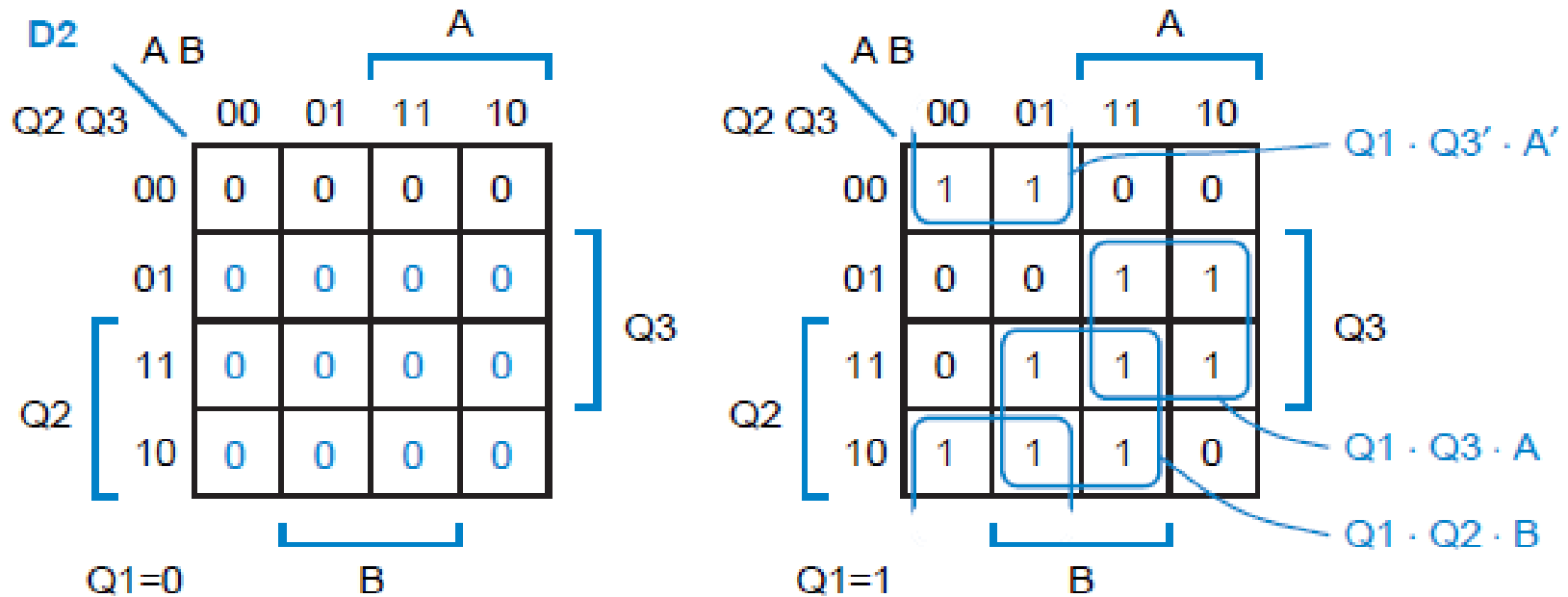
Ecuaciones de Excitación:



$$D1 = Q1 + \overline{Q2} \cdot \overline{Q3}$$

Ejemplo de Diseño

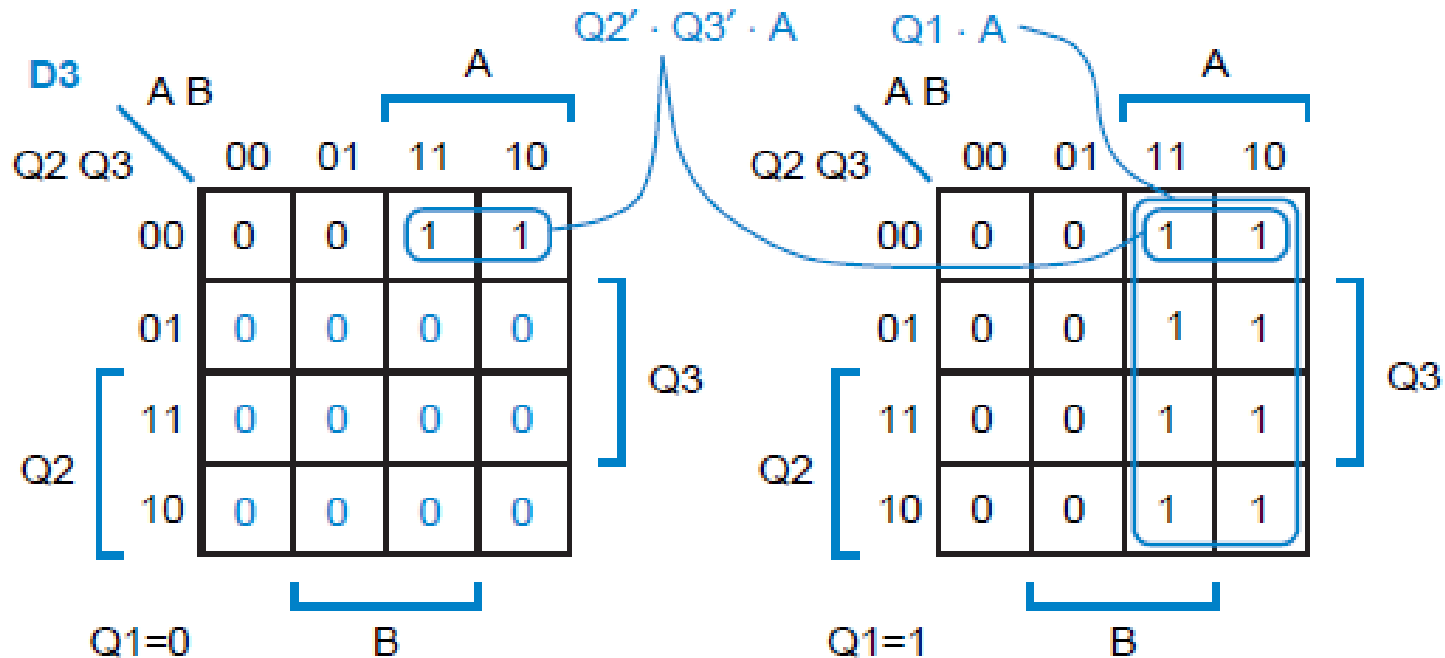
Ecuaciones de Excitación:



$$D2 = Q1 \cdot \overline{Q3} \cdot \overline{A} + Q1 \cdot Q3 \cdot A + Q1 \cdot Q2 \cdot B$$

Ejemplo de Diseño

Ecuaciones de Excitación:



$$D3 = \overline{Q2} \cdot \overline{Q3} \cdot A + Q1 \cdot A$$

Ejemplo de Diseño

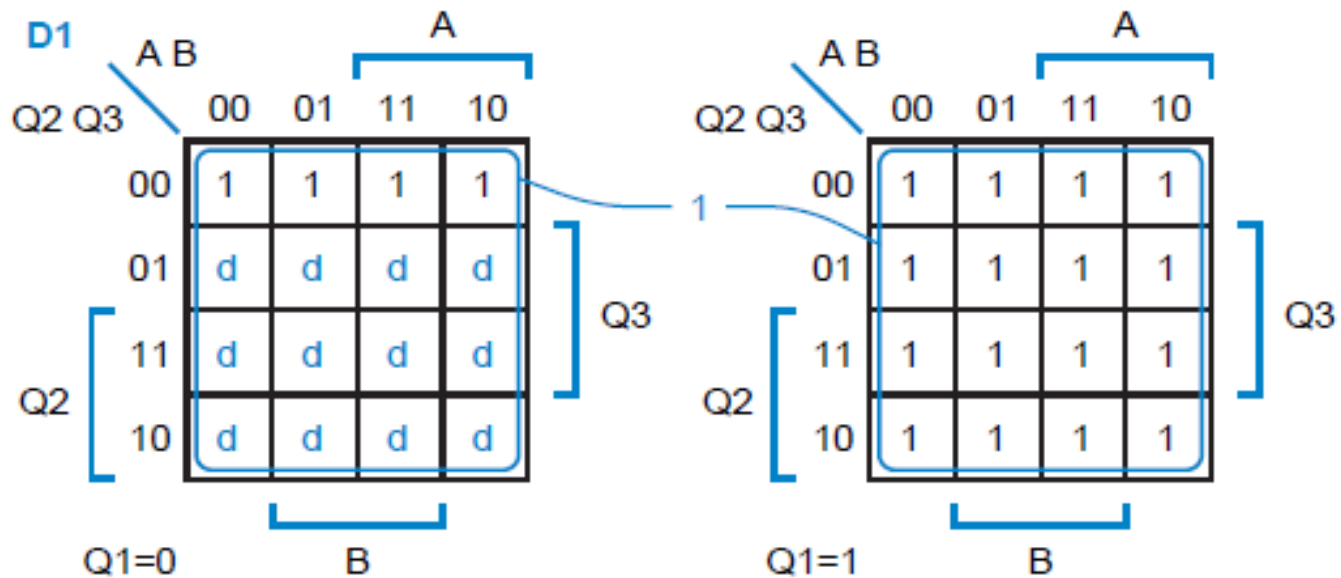
Ecuaciones de Salida:

$$Z = Q1 \cdot Q2 \cdot \overline{Q3} + Q1 \cdot Q2 \cdot Q3$$

$$Z = Q1 \cdot Q2$$

Ejemplo de Diseño

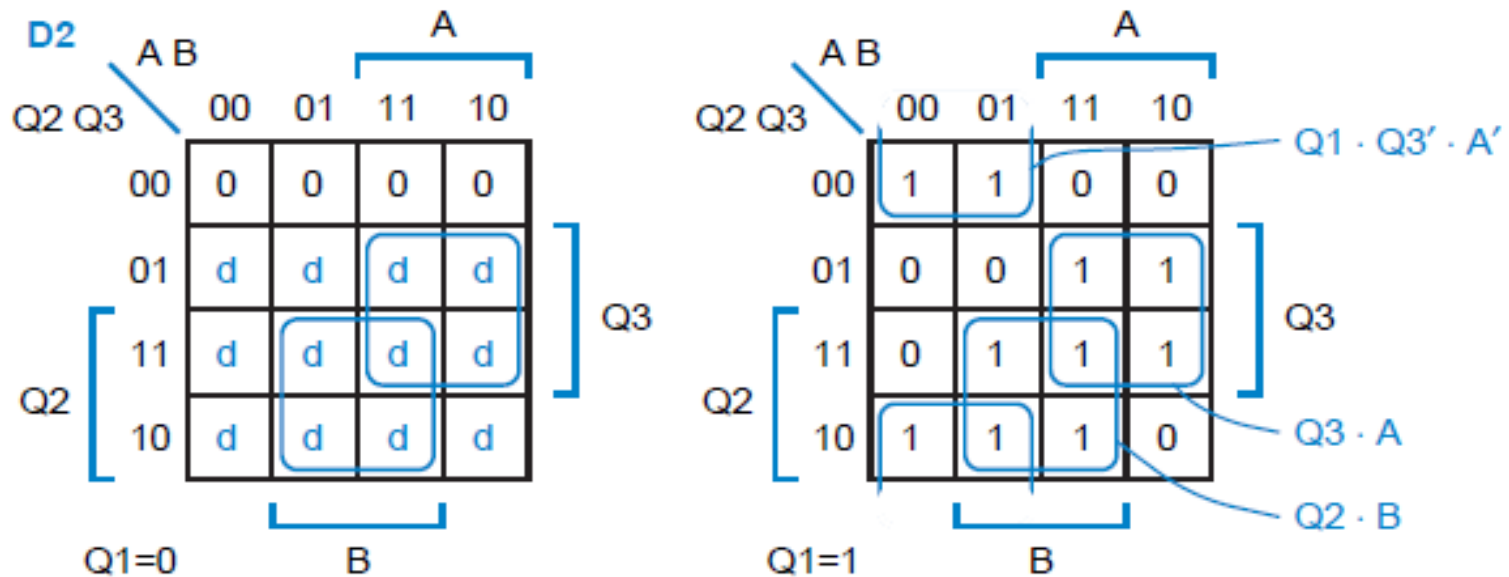
Costo Mínimo:



$$D1 = 1$$

Ejemplo de Diseño

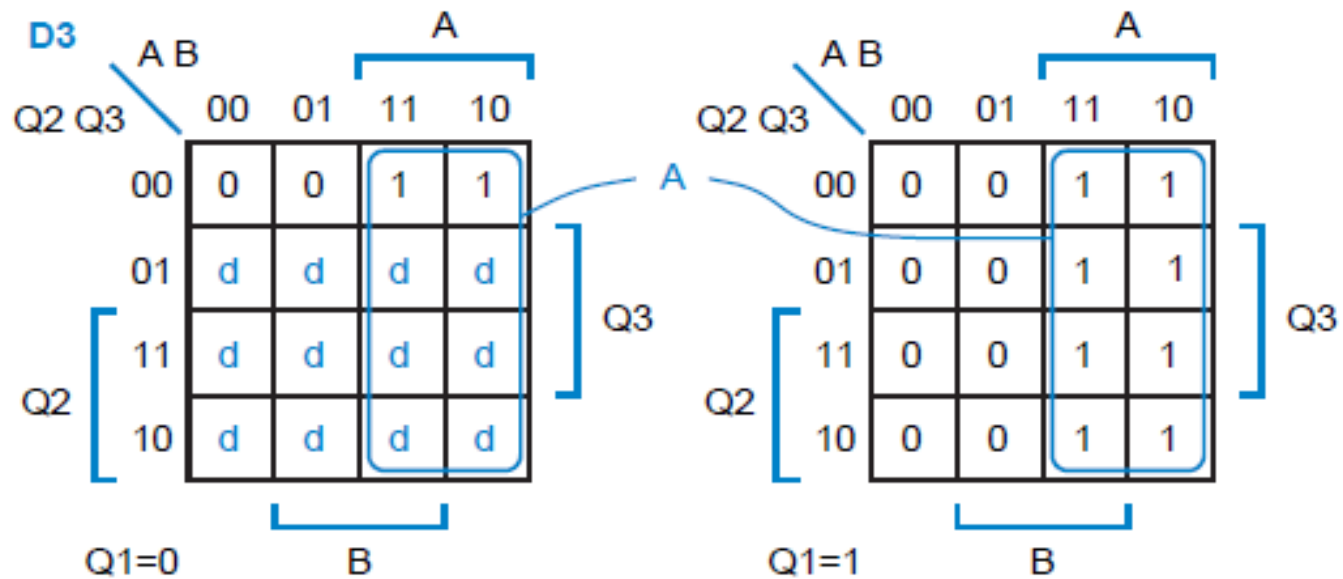
Costo Mínimo:



$$D2 = Q1 \cdot \overline{Q3} \cdot \overline{A} + Q3 \cdot A + Q2 \cdot B$$

Ejemplo de Diseño

Costo Mínimo:



$$D3 = A$$

Ejemplo de Diseño

Circuito de la Máquina de Estados:

