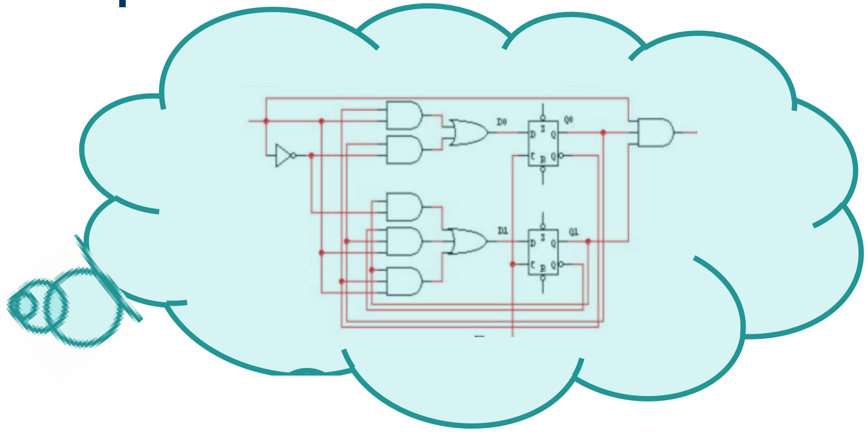
Técnicas y Dispositivos Digitales II

Síntesis de Circuitos Secuenciales Sincrónicos

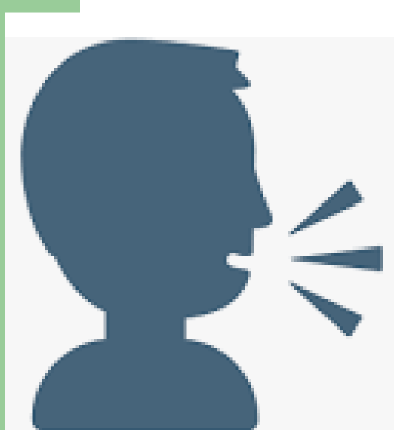
Síntesis de CSS

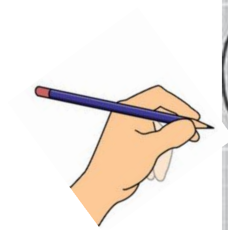
- La síntesis de circuitos secuenciales sincrónicos posee una serie de pasos que deben cumplirse para su óptima implementación

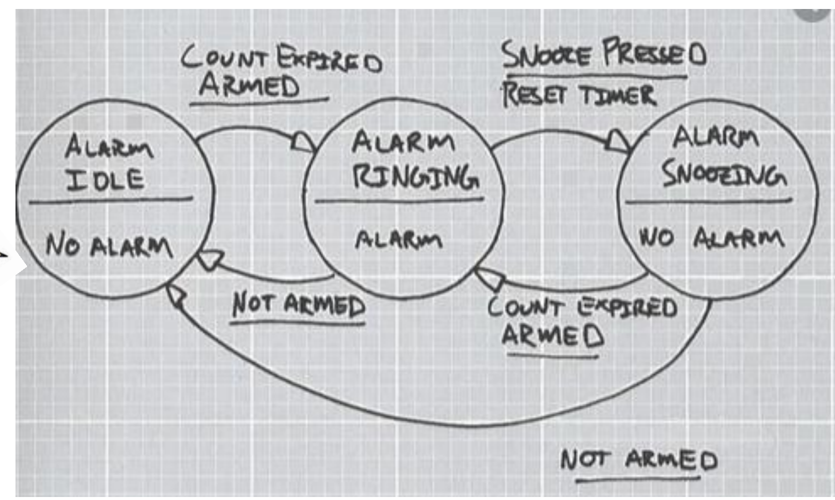


Síntesis de un Circuito Secuencial

Paso 1) Deducir un Diagrama de Estados a partir de una descripción verbal del problema.





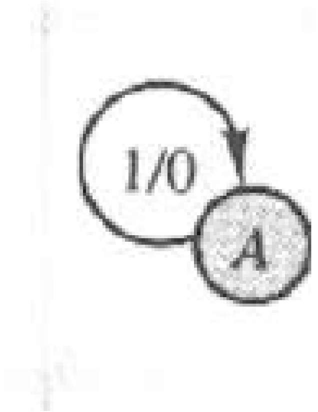


Paso 1) Diagrama de Estados

- Ejemplo: Reconocer la secuencia 01, cuando la detecta entrega un 1, sino 0.

Paso 1) Diagrama de Estados

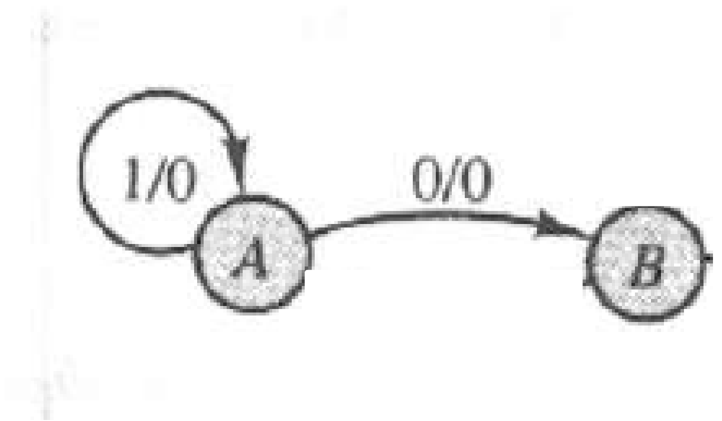
- Ejemplo: Reconocer la secuencia 01, cuando la detecta entrega un 1, sino 0.



Mientras recibe un “1” entrega “0” (no detecto la secuencia) y se queda en el estado A.

Paso 1) Diagrama de Estados

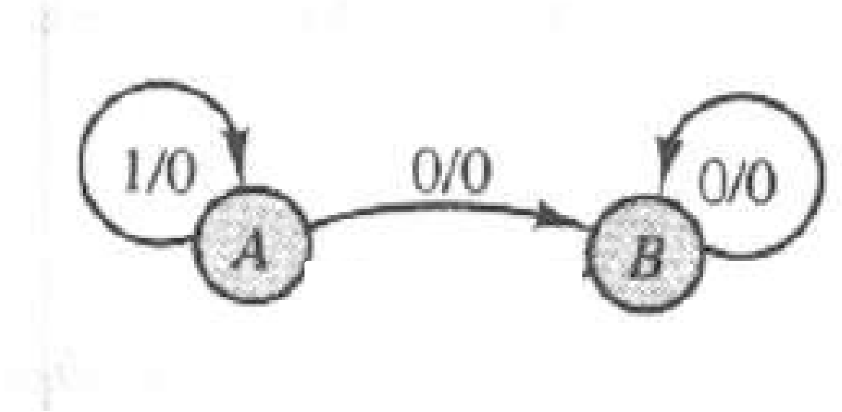
- Ejemplo: Reconocer la secuencia 01



Cuando recibe un “0” (primer elemento de la secuencia a detectar) transiciona al estado B, entrega “0” (no detecto la secuencia)

Paso 1) Diagrama de Estados

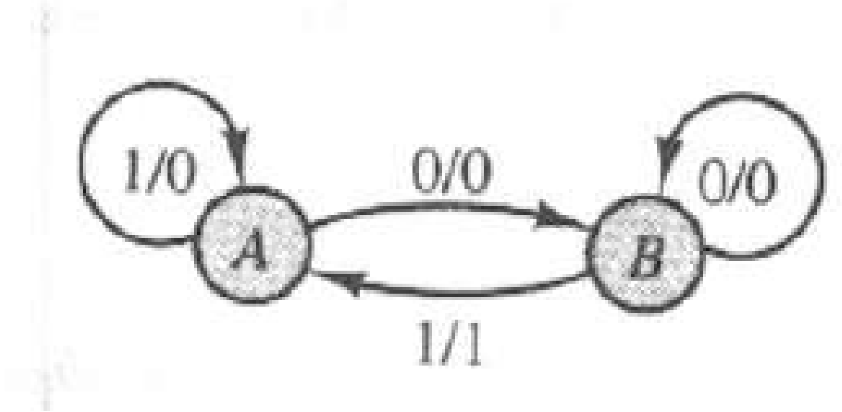
- Ejemplo: Reconocer la secuencia 01



Estando en B mientras recibe un “0” entrega “0” (no detecto la secuencia) y se queda en el estado B.

Paso 1) Diagrama de Estados

- Ejemplo: Reconocer la secuencia 01



Si estando en B mientras recibe un “1” (segundo elemento de la secuencia a detectar) envía un “1” (secuencia detectada), y transiciona al estado A.

Síntesis de un Circuito Secuencial

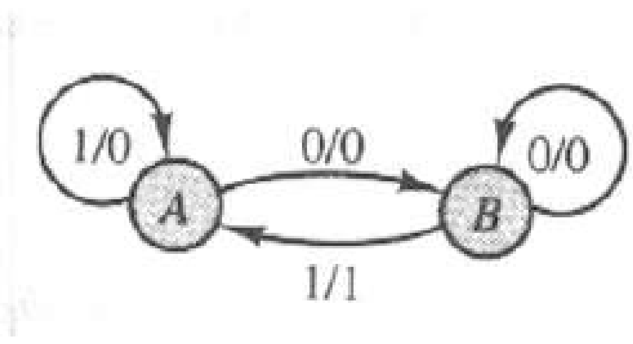
Paso 1) Deducir un Diagrama de Estados a partir de una descripción verbal del problema.

Paso 2) Generar la Tabla de Estado Sig./Salida del circuito equivalente mínimo (<u>Técnicas de Reducción de Estados</u>).

Paso 2) Tabla de Estado Sig./ Salida

Armamos la tabla de estado siguiente/salida.
En el ejemplo:

Técnicas de Reducción de Estados



	x = 0	x = 1
A	$B/0$	$A/0$
B	$B/0$	$A/1$

Síntesis de un Circuito Secuencial

Paso 1) Deducir un Diagrama de Estados a partir de una descripción verbal del problema.

Paso 2) Generar la Tabla de Estado Sig./Salida del circuito equivalente mínimo (Técnicas de Reducción de Estados).

Paso 2) Elegir una asignación de estados.

Paso 3) Codificar estados

- Determinar el número de FF necesarios (NFF) según la cantidad de estados que se requieran (Ns). Se relacionan: $2^{NFF-1} < Ns \leq 2^{NFF}$

Paso 3) Codificar estados

- Determinar el número de FF necesarios (NFF) según la cantidad de estados que se requieran (Ns). Se relacionan: $2^{NFF-1} < Ns \leq 2^{NFF}$

- Ejemplo: para 4 estados se necesitan 2 FF, para 10 estados se necesitan 4 FF, etc

Paso 3) Codificar estados

- Determinar el número de FF necesarios (NFF) según la cantidad de estados que se requieran (Ns). Se relacionan: $2^{NFF-1} < Ns \leq 2^{NFF}$

- Ejemplo: para 4 estados se necesitan 2 FF, para 10 estados se necesitan 4 FF, etc

En el ejemplo, dos estados A y B (Ns=2) se necesita 1 FF

$$2^{NFF-1} < Ns \leq 2^{NFF}$$

$$2^{1-1} < 2 \leq 2^{1}$$

$$1 < 2 \leq 2$$

Paso 3) Codificar estados

Elegir la asignación de estados. <u>Técnicas para que la asignación realizada minimice la circuitería.</u>

En el ejemplo: Elegimos arbitrariamente A = 0 y B = 1.

	x = 0	1
A	*B*/0	*A*/0
B	*B*/0	*A*/1

	x = 0	1
0	**1/0**	**0/0**
1	**1/0**	**0/1**

Síntesis de un Circuito Secuencial

Paso 1) Deducir un Diagrama de Estados a partir de una descripción verbal del problema.

Paso 2) Generar la Tabla de Estado Sig./Salida del circuito equivalente mínimo (Técnicas de Reducción de Estados).

Paso 3) Elegir una asignación de estados

Paso 4) Generar los Mapas de Transición y de Salidas. Seleccionar los FFs y escribir los Mapas de Excitación.

Paso 4) Mapas de excitación y salida

Descomponemos la tabla de estados siguiente/salida en dos mapas K, uno para cada salida y otro para prox. estado.

	x = 0	x = 1
0	1/0	0/0
1	1/0	0/1

Tabla de estados siguiente/salida

y^k \ x	0	1
0	1	0
1	1	0

y^{k+1}

Mapa de transiciones

Paso 4) Mapas de excitación y salida

Descomponemos la tabla de estados siguiente/salida en dos mapas K, uno para cada salida y otro para prox. estado.

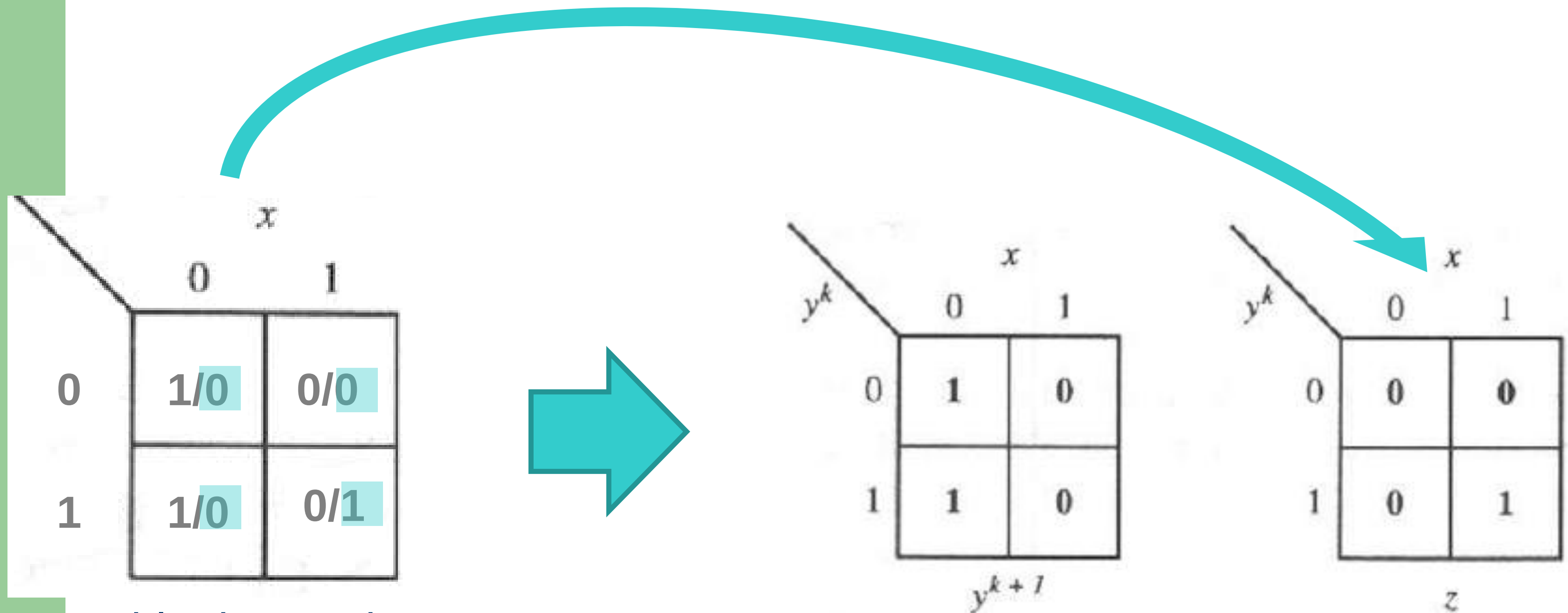


Tabla de estados siguiente/salida

Mapa de transiciones

Mapa de salida

Paso 4) Mapas de excitación y salida

Descomponemos la tabla de estados siguiente/salida en dos mapas K, uno para cada salida y otro para prox. estado.

	$x=0$	$x=1$
0	1/0	0/0
1	1/0	0/1

Tabla de estados siguiente/salida

y^k \ x	0	1
0	1	0
1	1	0

y^{k+1}

Mapa de transiciones

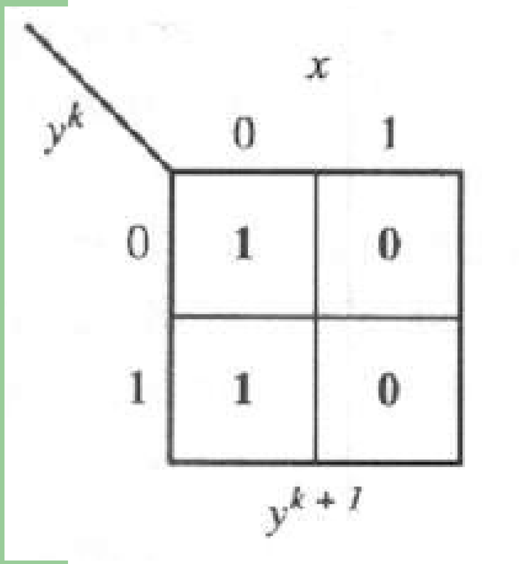
y^k \ x	0	1
0	0	0
1	0	1

z

Mapa de salida

Paso 4) Mapas de excitación y salida

Según los FF que se vayan a usar obtener los mapas de excitación para obtener las transiciones deseadas.

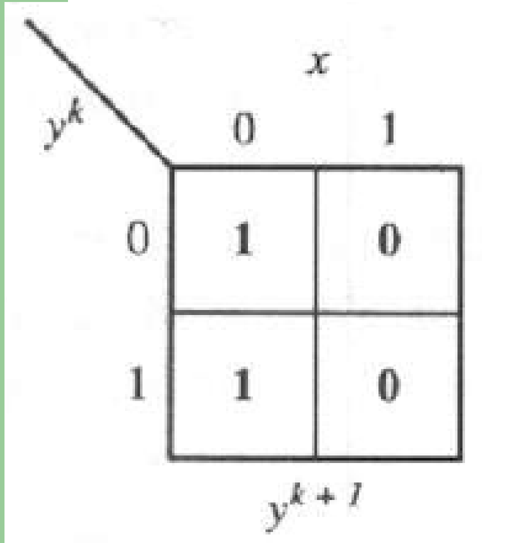


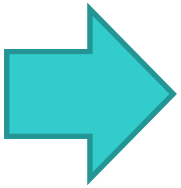
Mapa de transiciones

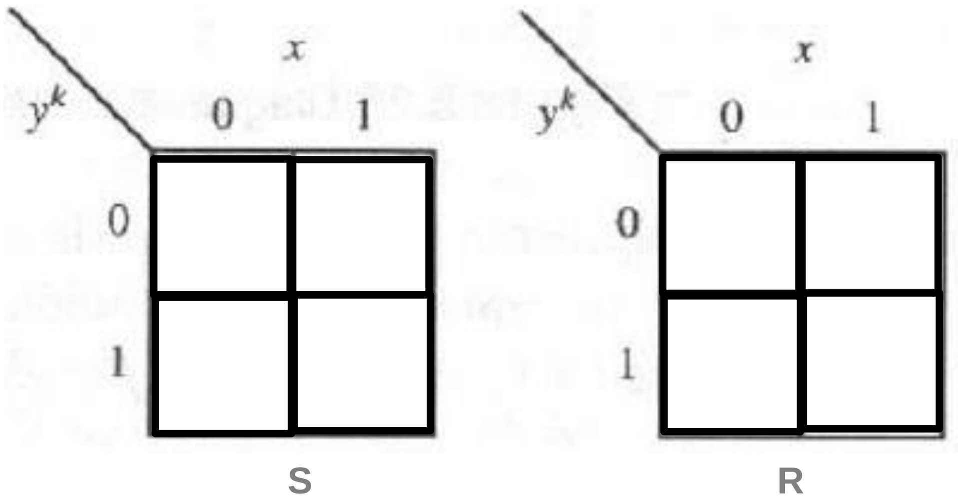
Elegir FF

Paso 4) Mapas de excitación y salida

Según los FF que se vayan a usar obtener los mapas de excitación para obtener las transiciones deseadas. En el ejemplo FF RS







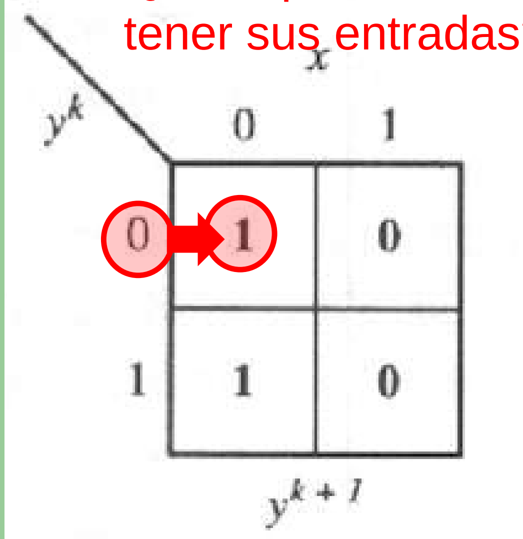
Mapa de transiciones

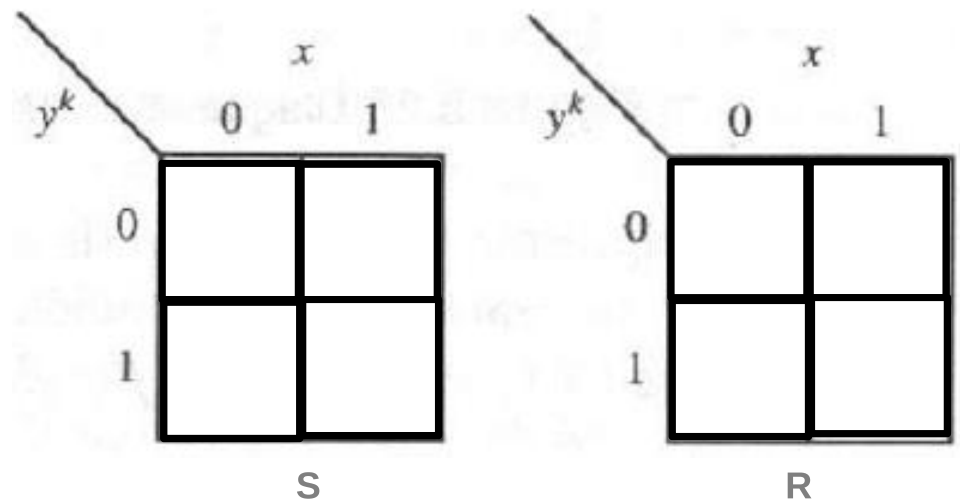
Mapas de excitación

Paso 4) Mapas de excitación y salida

Según los FF que se vayan a usar obtener los mapas de excitación para obtener las transiciones deseadas. En el ejemplo FF RS

Quiero pasar de estado 0 a estado 1 un FF RS, ¿qué valores tienen que tener sus entradas?





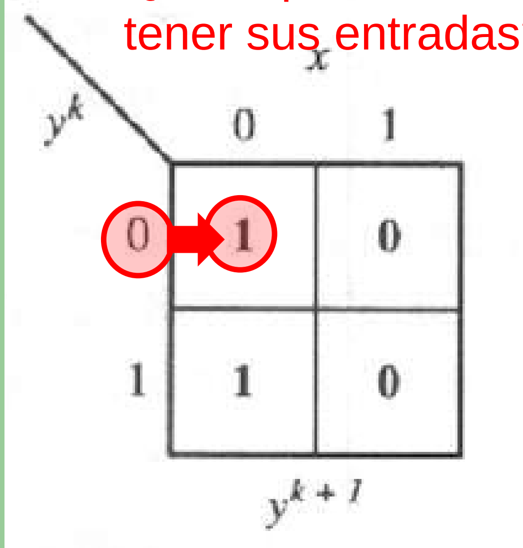
Mapa de transiciones

Mapas de excitación

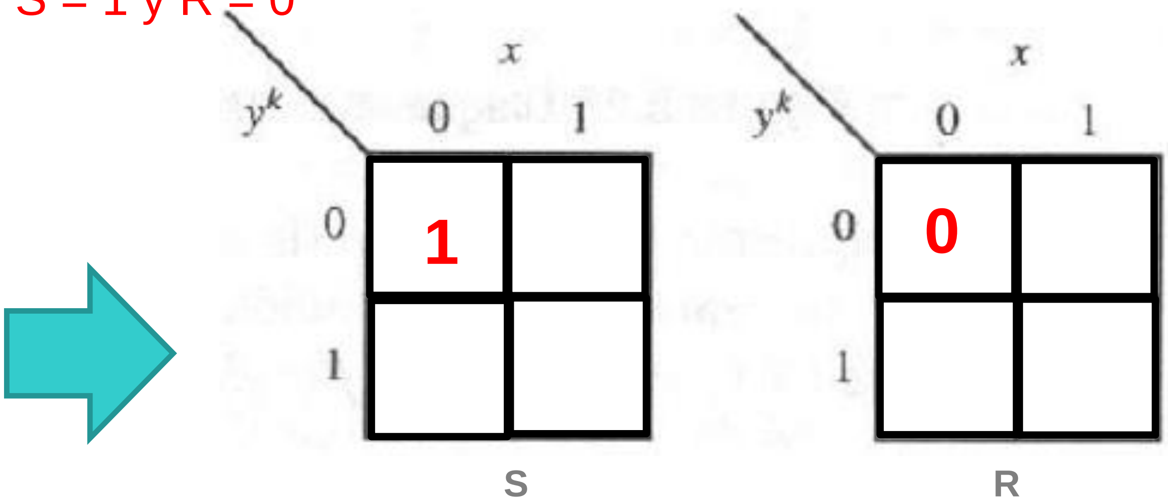
Paso 4) Mapas de excitación y salida

Según los FF que se vayan a usar obtener los mapas de excitación para obtener las transiciones deseadas. En el ejemplo FF RS

Quiero pasar de estado 0 a estado 1 un FF RS, ¿qué valores tienen que tener sus entradas? S = 1 y R = 0



Mapa de transiciones

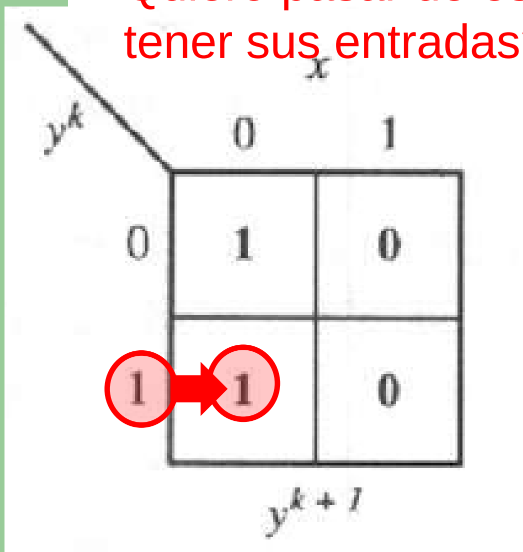


Mapas de excitación

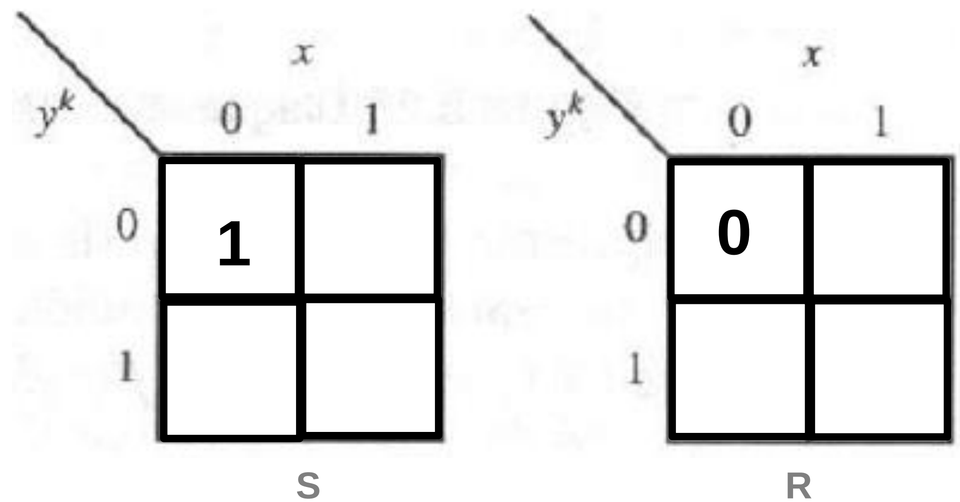
Paso 4) Mapas de excitación y salida

Según los FF que se vayan a usar obtener los mapas de excitación para obtener las transiciones deseadas. En el ejemplo FF RS

Quiero pasar de estado 1 a estado 1 un FF RS, ¿qué valores tienen que tener sus entradas?



Mapa de transiciones

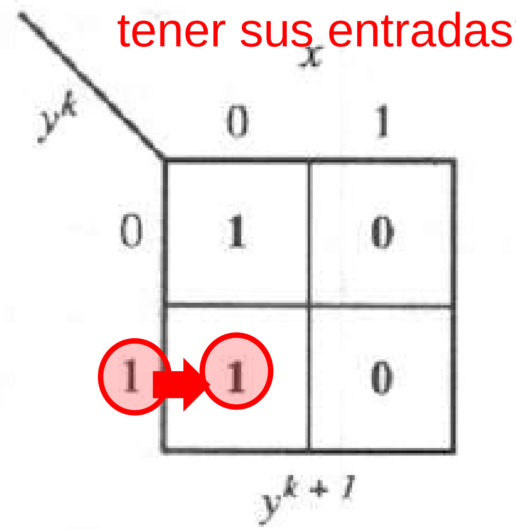


Mapas de excitación

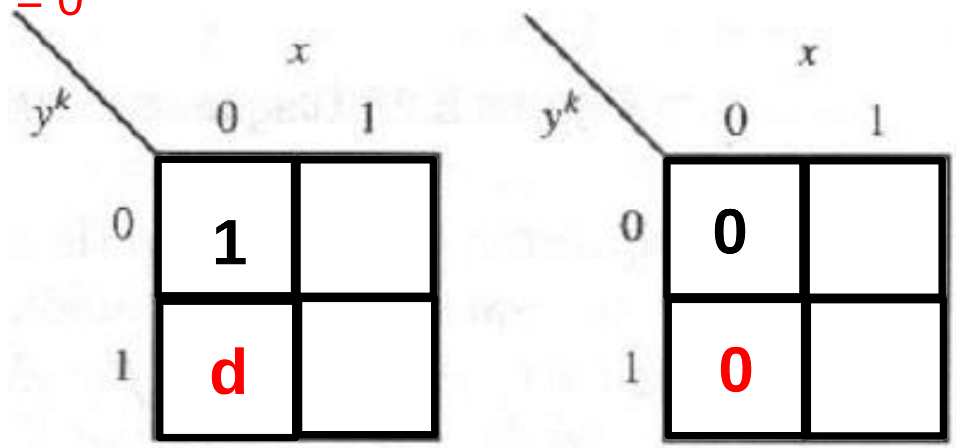
Paso 4) Mapas de excitación y salida

Según los FF que se vayan a usar obtener los mapas de excitación para obtener las transiciones deseadas. En el ejemplo FF RS

Quiero pasar de estado 0 a estado 1 un FF RS, ¿qué valores tienen que tener sus entradas? S = d y R = 0



Mapa de transiciones



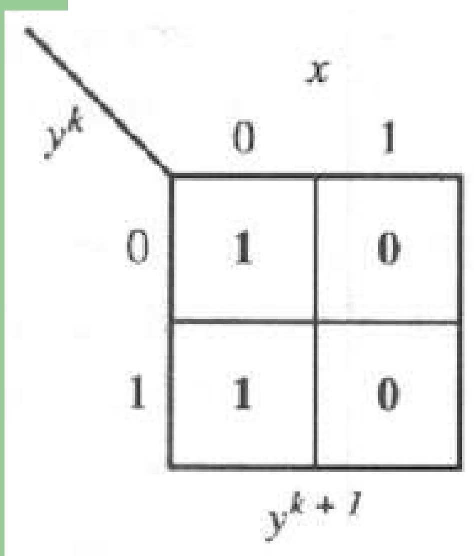
S

R

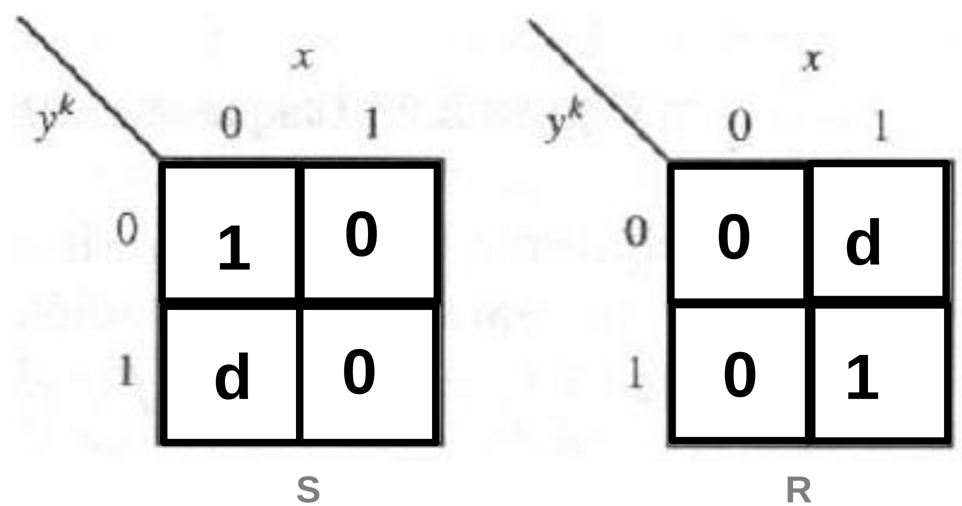
Mapas de excitación

Paso 4) Mapas de excitación y salida

Según los FF que se vayan a usar obtener los mapas de excitación para obtener las transiciones deseadas. En el ejemplo FF RS



Mapa de transiciones



Mapas de excitación

Síntesis de un Circuito Secuencial

Paso 1) Deducir un Diagrama de Estados a partir de una descripción verbal del problema.

Paso 2) Generar la Tabla de Estado Sig./Salida del circuito equivalente mínimo (Técnicas de Reducción de Estados).

Paso 3) Elegir una asignación de estados

Paso 4) Generar los Mapas de Transición de Salidas. Seleccionar los FFs y escribir los Mapas de Excitación.

Paso 5) Usar los Mapas de Excitación y de Salida para obtener las ecuaciones de entrada de los FFs y las salidas del circuito

Paso 5) Ecuaciones de excitación y salida

De los mapas K de excitación y de salida obtener las ecuaciones de excitación para las entradas de los FF y la lógica de salida. En el ejemplo:

$y^k \backslash x$	0	1
0	1	0
1	d	0

S

$y^k \backslash x$	0	1
0	0	d
1	0	1

R

Mapas de excitación

$y^k \backslash x$	0	1
0	0	0
1	0	1

z

Mapa de salida

$$S = \bar{x}$$

$$R = x$$

$$z = x y^k$$

Síntesis de un Circuito Secuencial

Paso 1) Deducir un Diagrama de Estados a partir de una descripción verbal del problema.

Paso 2) Generar la Tabla de Estado Sig./Salida del circuito equivalente mínimo (Técnicas de Reducción de Estados).

Paso 3) Elegir una asignación de estados.

Paso 4) Generar los Mapas de Transición de Salidas. Seleccionar los FFs y escribir los Mapas de Excitación.

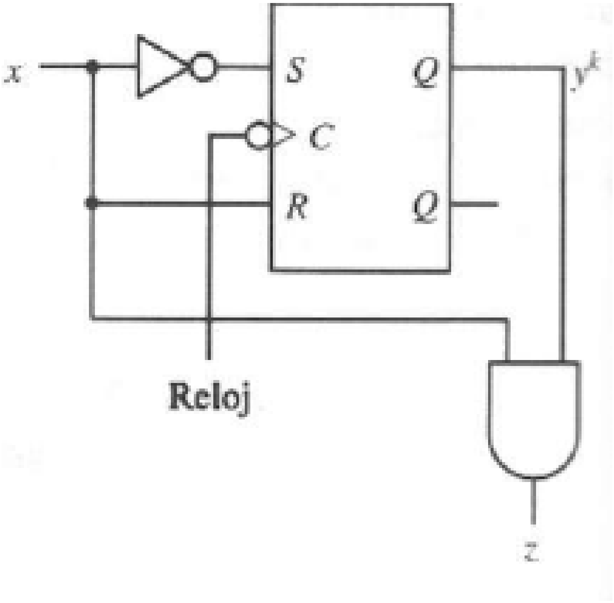
Paso 5) Usar los Mapas de Excitación y de Salida para obtener las ecuaciones de entrada de los FFs y las salidas del circuito.

Paso 6) De las ecuaciones de excitación y de salida obtener el circuito.

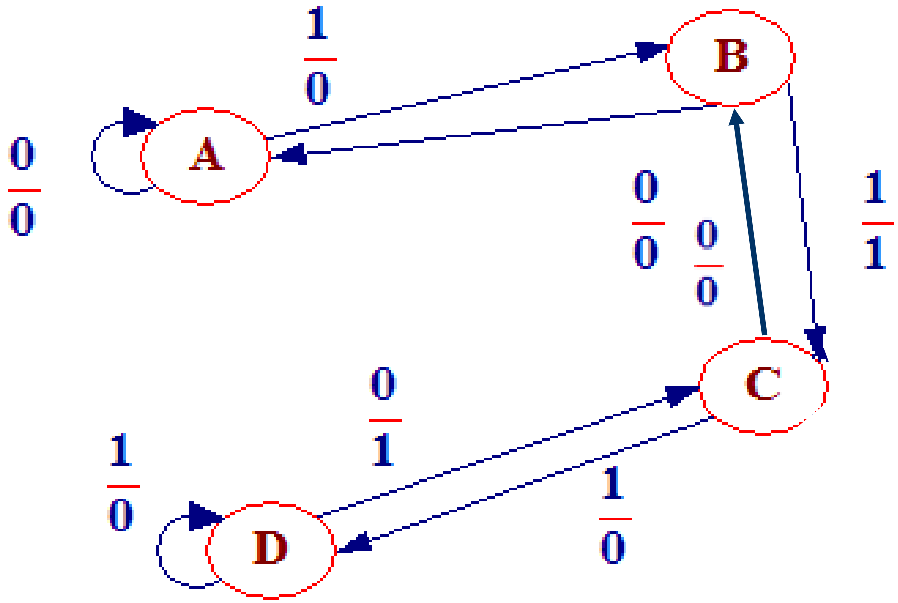
Paso 6) Circuito

De las ecuaciones de excitación y de salida obtener el circuito. En el ejemplo:

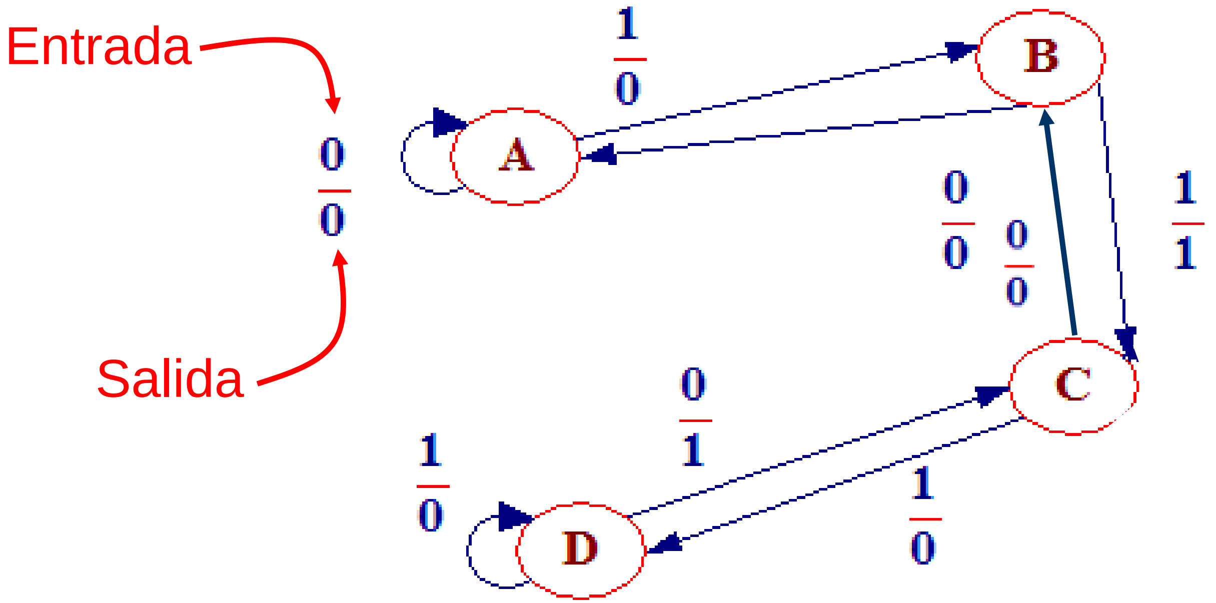
$$S = \bar{x}$$
$$R = x$$
$$z = xy^k$$



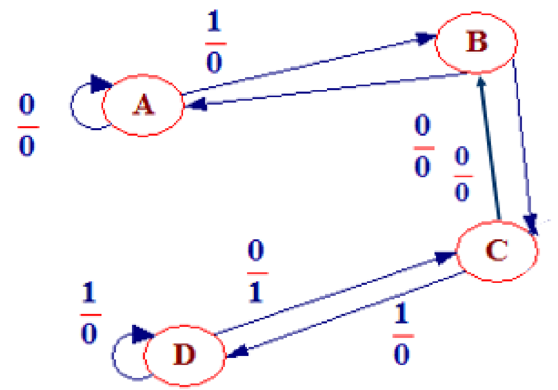
Ejemplo 2:



Ejemplo 2:



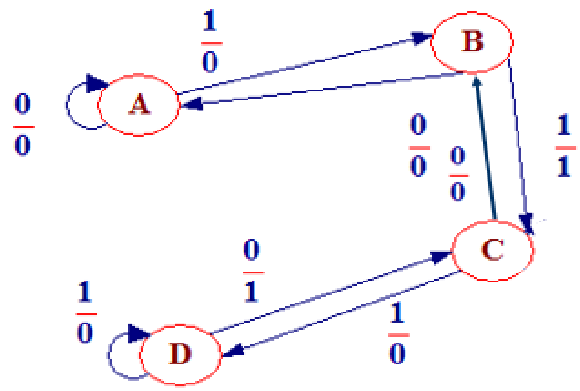
Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

Ejemplo 2:



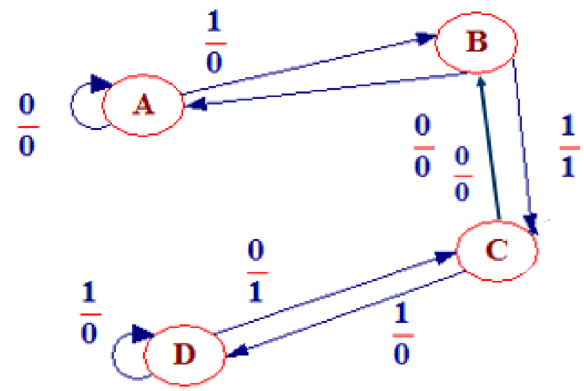
	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

4 estados Ns=4

¿Cuántos FF necesitamos?

Ejemplo 2:



4 estados Ns=4

	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

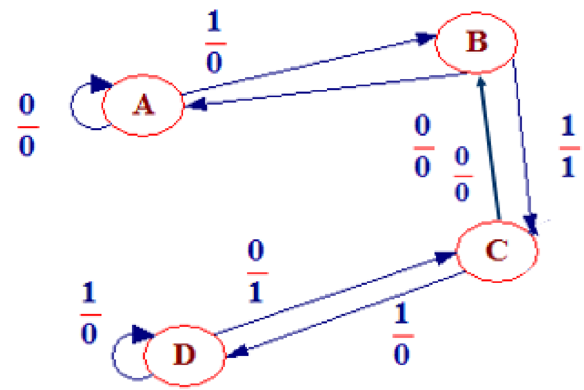
Tabla de Estados

¿Cuántos FF necesitamos?

$$2^{NFF-1} < Ns \leq 2^{NFF}$$

$$NFF = 2$$

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

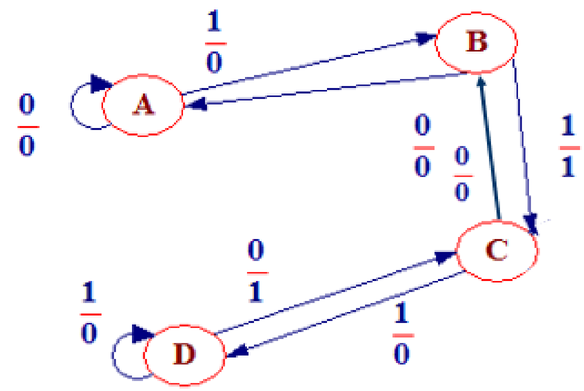
Tabla de Estados

	y_1y_2
A	
B	
C	
D	

FFs y_1 e y_2

¿Cómo hago las asignaciones?

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

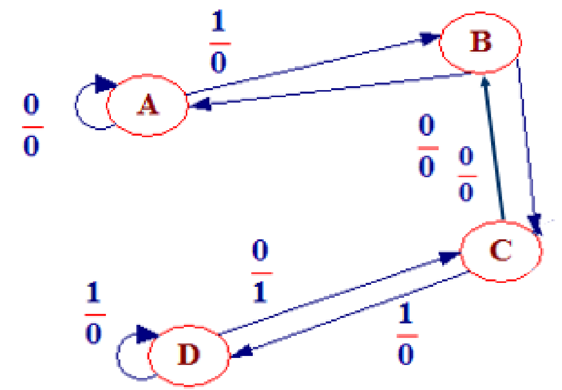
	y_1y_2
A	00
B	01
C	11
D	10

FFs y_1 e y_2

¿Cómo hago las asignaciones?

Por el momento en forma arbitraria

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

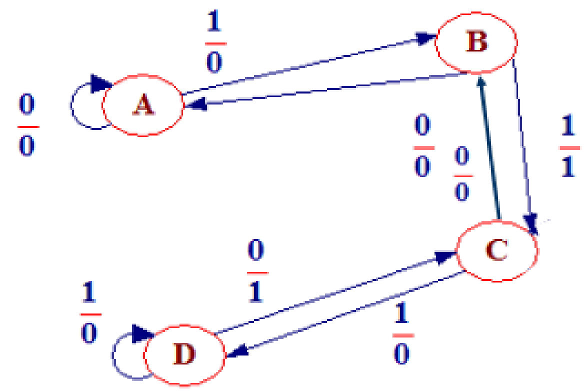
Tabla de Estados

	y_1y_2
A	00
B	01
C	11
D	10

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

FF D

x	0	1
00		
01		
11		
10		

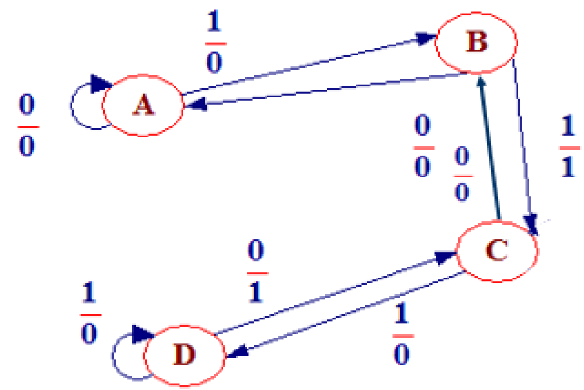
Y_1

y_1y_2 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Y_2

Mapas de excitación de los FF D1 y D2

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

FF D

Y_1

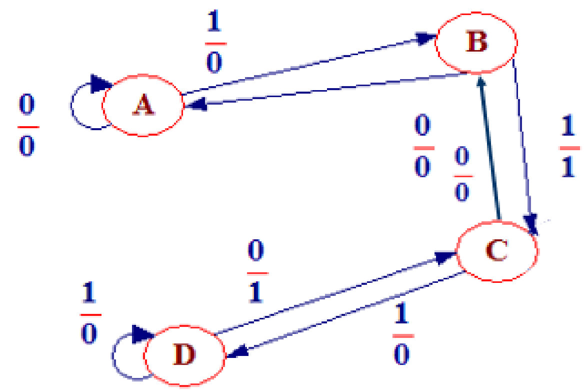
y_1y_2 \ x	0	1
00	0	
01	0	
11	0	
10	1	

Y_2

y_1y_2 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

Mapas de excitación de los FF D1 y D2

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

FF D

Y_1

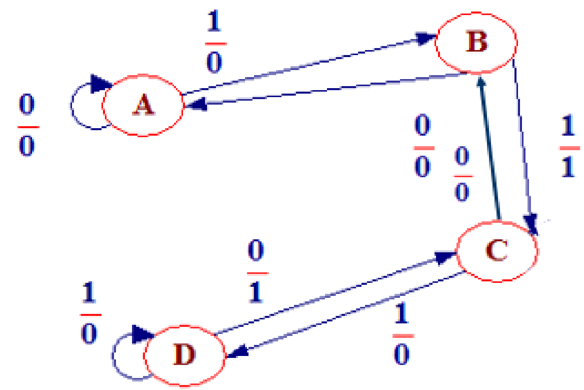
y_1y_2 \ x	0	1
00	0	
01	0	
11	0	
10	1	

Y_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	
01	0	
11	1	
10	1	

Mapas de excitación de los FF D1 y D2

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

FF D

Y_1

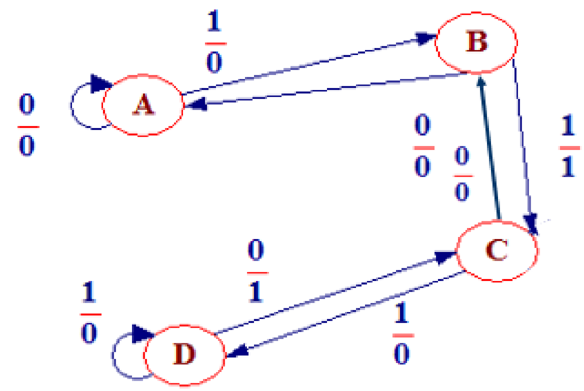
y_1y_2 \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

Y_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	**0**	
01	**0**	
11	**1**	
10	**1**	

Mapas de excitación de los FF D1 y D2

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

FF D

Y_1

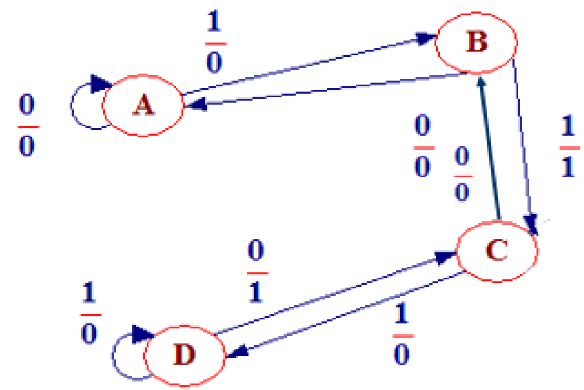
y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

Y_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

Mapas de excitación de los FF D1 y D2

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

Y_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

Y_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

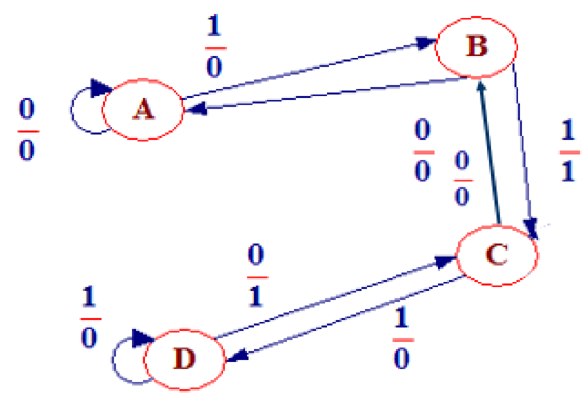
Mapas de excitación de los FF D1 y D2

z

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	
01	0	
11	0	
10	1	

Mapa de Salida

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

Y_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

Y_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

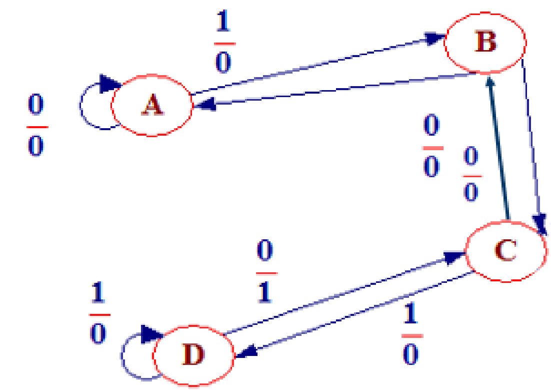
Mapas de excitación de los FF D1 y D2

z

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	0
10	1	0

Mapa de Salida

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

$$D_1 = x.y_2 + y_1.\overline{y_2}$$

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

Y_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

Y_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

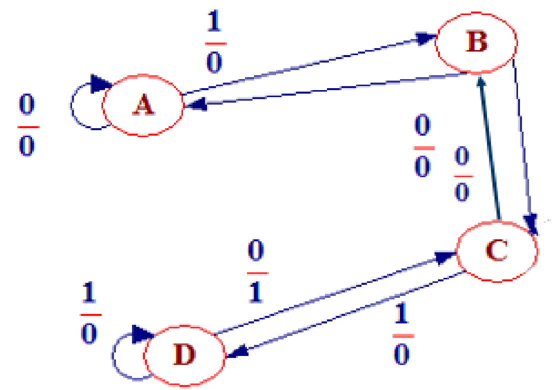
Mapas de excitación de los FF D1 y D2

z

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	0
10	1	0

Mapa de Salida

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$$D_1 = x.y_2 + y_1.\overline{y_2}$$

$$D_2 = x.\overline{y_1} + \overline{x}.y_1$$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

Y_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

Y_2

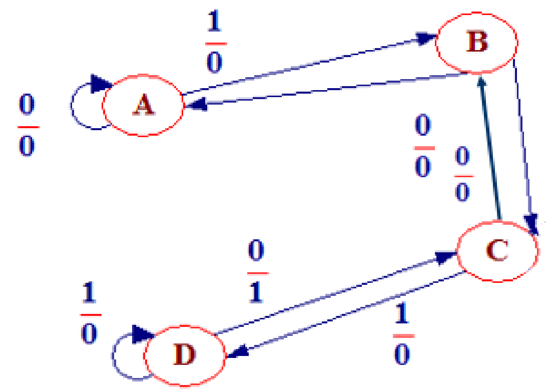
Mapas de excitación de los FF D1 y D2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	0
10	1	0

z

Mapa de Salida

Ejemplo 2:



	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/1
C	B/0	D/0
D	C/1	D/0

Tabla de Estados

	x = 0	x = 1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$D_1 = x.y_2 + y_1.\overline{y_2}$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

Y_1

$D_2 = x.\overline{y_1} + \overline{x}.y_1$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

Y_2

Mapas de excitación de los FF D1 y D2

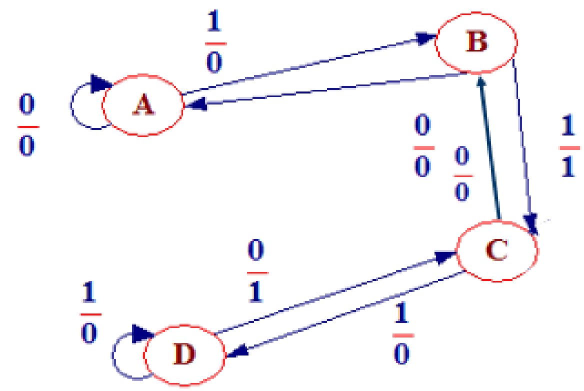
$z = \overline{x}.y_1.\overline{y_2} + x.\overline{y_1}.y_2$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	0
10	1	0

z

Mapa de Salida

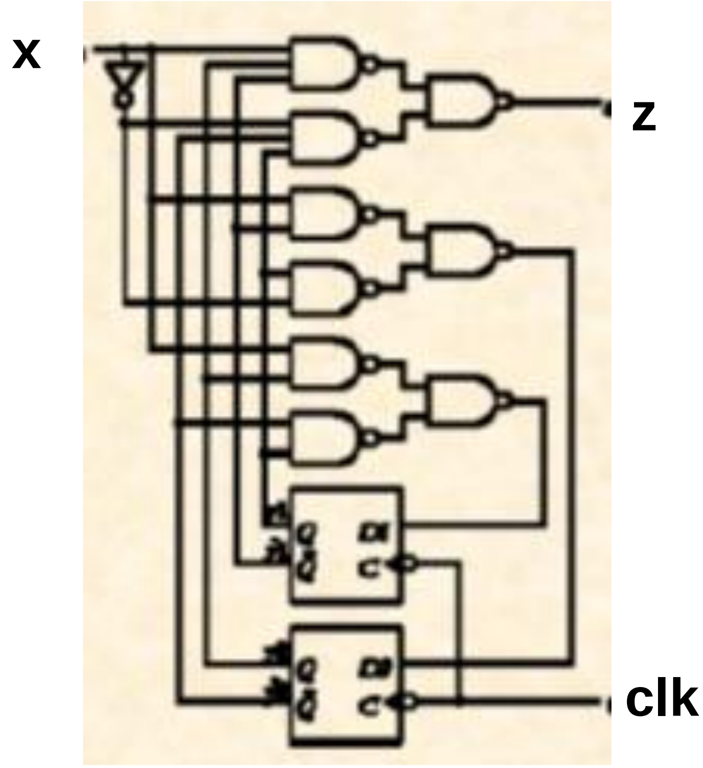
Ejemplo 2:



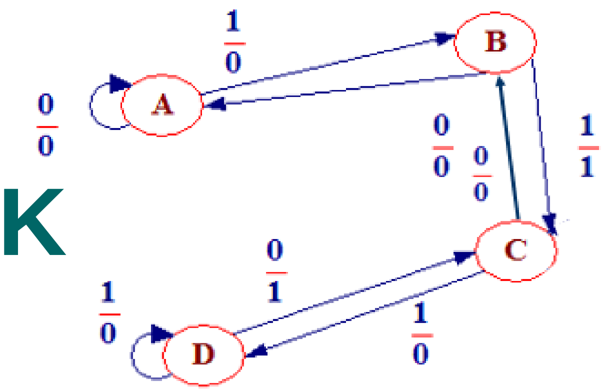
$$D_1 = x.y_2 + y_1.\overline{y_2}$$

$$D_2 = x.\overline{y_1} + \overline{x}.y_1$$

$$z = \overline{x}.y_1.\overline{y_2} + x.\overline{y_1}.y_2$$



Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

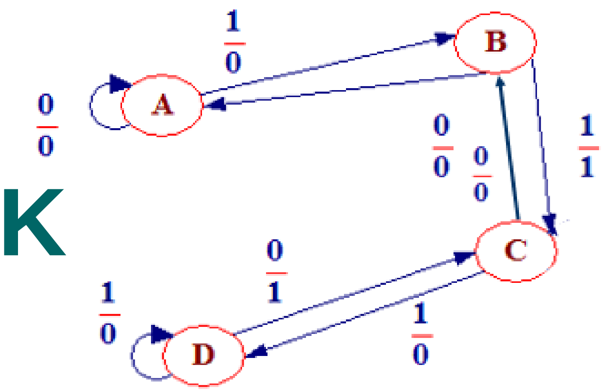
Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	
01		
11		
10		
	J_1K_1	J_1K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00		
01		
11		
10		
	J_2K_2	J_2K_2

Tablas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

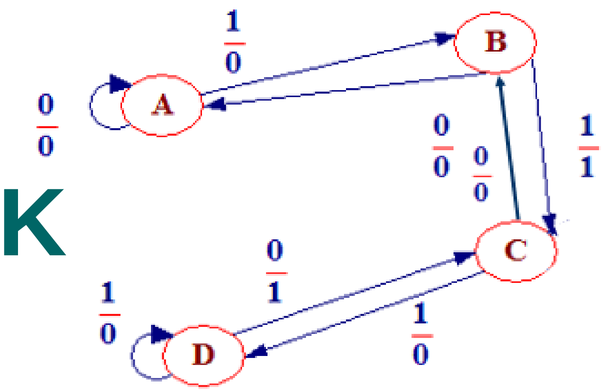
Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	
01		
11		
10		
	$J_1 K_1$	$J_1 K_1$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	
01		
11		
10		
	$J_2 K_2$	$J_2 K_2$

Tablas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

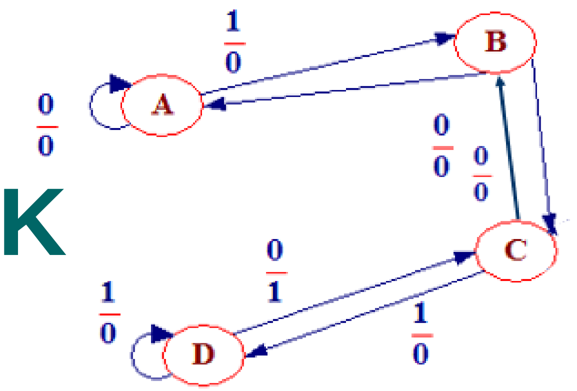
Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	
01	0d	
11		
10		
	$J_1 K_1$	$J_1 K_1$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	
01		
11		
10		
	$J_2 K_2$	$J_2 K_2$

Tablas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

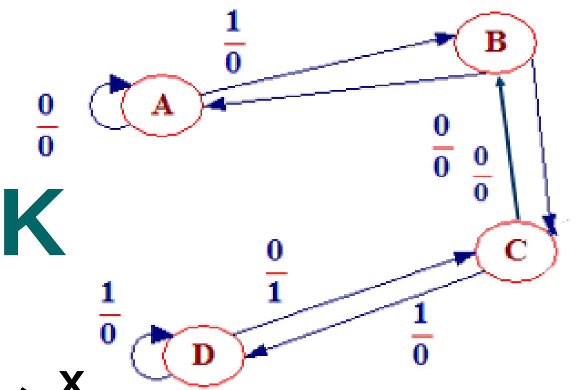
Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	
01	0d	
11		
10		
	J_1K_1	J_1K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	
01	d1	
11		
10		
	J_2K_2	J_2K_2

Tablas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

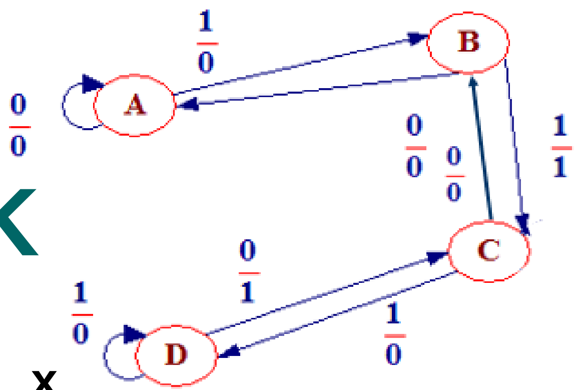
Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d

Tablas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

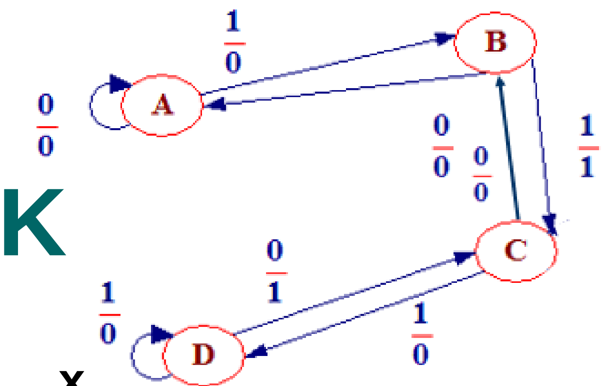
y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d

Tablas de Excitación

Armamos un mapa K para cada entrada de cada FF

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0
	J_1K_1	J_1K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d
	J_2K_2	J_2K_2

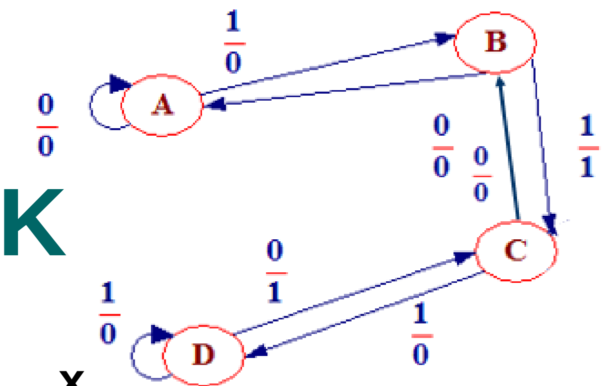
Tablas de Excitación

Mapas de Excitación

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	
01	0	
11	d	
10	d	

J_1

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0
	$J_1 K_1$	$J_1 K_1$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d
	$J_2 K_2$	$J_2 K_2$

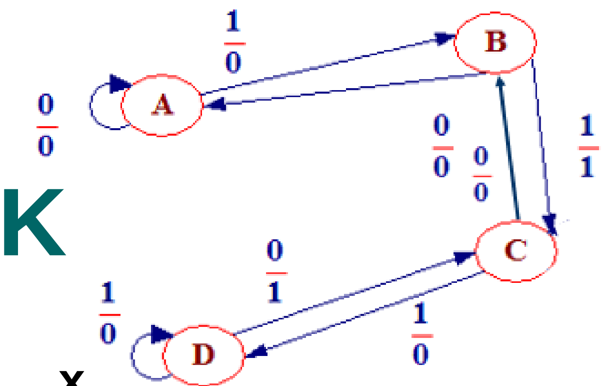
Tablas de Excitación

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	d	d
10	d	d

J_1

Mapas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0
	$J_1 K_1$	$J_1 K_1$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d
	$J_2 K_2$	$J_2 K_2$

Tablas de Excitación

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	d	d
10	d	d

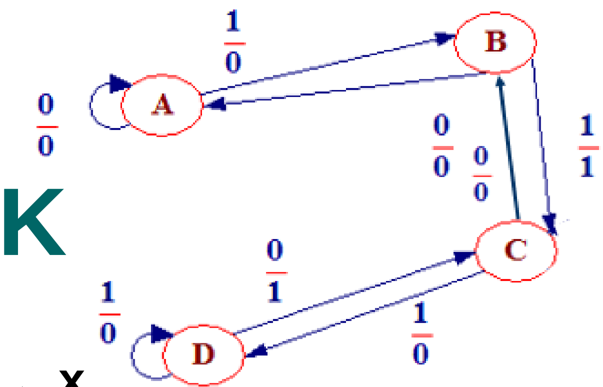
J_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	d	
01	d	
11	1	
10	0	

K_1

Mapas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0
	$J_1 K_1$	$J_1 K_1$

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d
	$J_2 K_2$	$J_2 K_2$

Tablas de Excitación

J_1

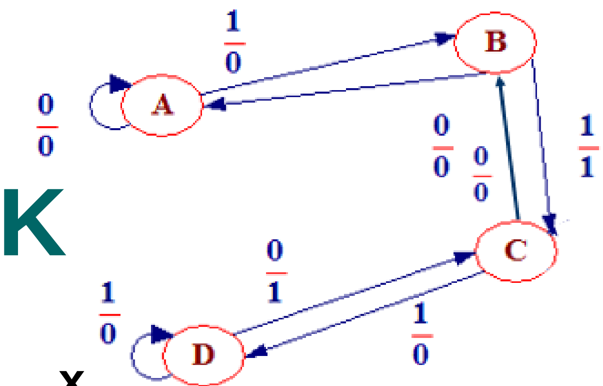
y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	d	d
10	d	d

K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	0
10	0	0

Mapas de Excitación

Rediseñando con FF-JK



y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0
	J_1K_1	J_1K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d
	J_2K_2	J_2K_2

Tablas de Excitación

Mapas de Excitación

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	d	d
10	d	d

J_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	0
10	0	0

K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	d	d
11	d	d
10	1	0

J_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	d	d
01	1	0
11	0	1
10	d	d

K_2

Rediseñando con FF-JK

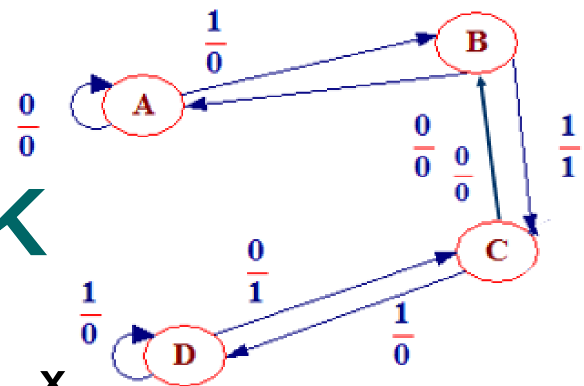


Tabla de Transiciones

y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tablas de Excitación

y_1y_2 \ x	0 ($J_1 K_1$)	1 ($J_1 K_1$)
00	0d	0d
01	0d	1d
11	d1	d0
10	d0	d0

y_1y_2 \ x	0 ($J_2 K_2$)	1 ($J_2 K_2$)
00	0d	1d
01	d1	d0
11	d0	d1
10	1d	0d

Mapas de Excitación

J_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	d	d
10	d	d

K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	0
10	0	0

J_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	d	d
11	d	d
10	1	0

K_2

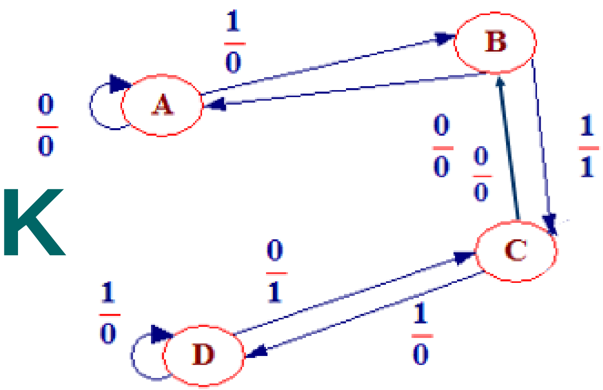
y_1y_2 \ x	0	1
00	d	d
01	1	0
11	0	1
10	d	d

Mapa de Salida

z

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	0
10	1	0

Rediseñando con FF-JK



$$J_1 = x.y_2 \qquad K_1 = \overline{x}.y_2$$
$$J_2 = x \oplus y_1 \qquad K_2 = x \odot y_1$$

$$z = \overline{x}.y_1.\overline{y_2} + x.\overline{y_1}.y_2$$

Mapas de Excitación

J_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	d	d
10	d	d

K_1

y_1y_2 \ x	0	1
00	d	d
01	d	d
11	1	0
10	0	0

J_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	1
01	d	d
11	d	d
10	1	0

K_2

y_1y_2 \ x	0	1
00	d	d
01	1	0
11	0	1
10	d	d

Mapa de Salida

z

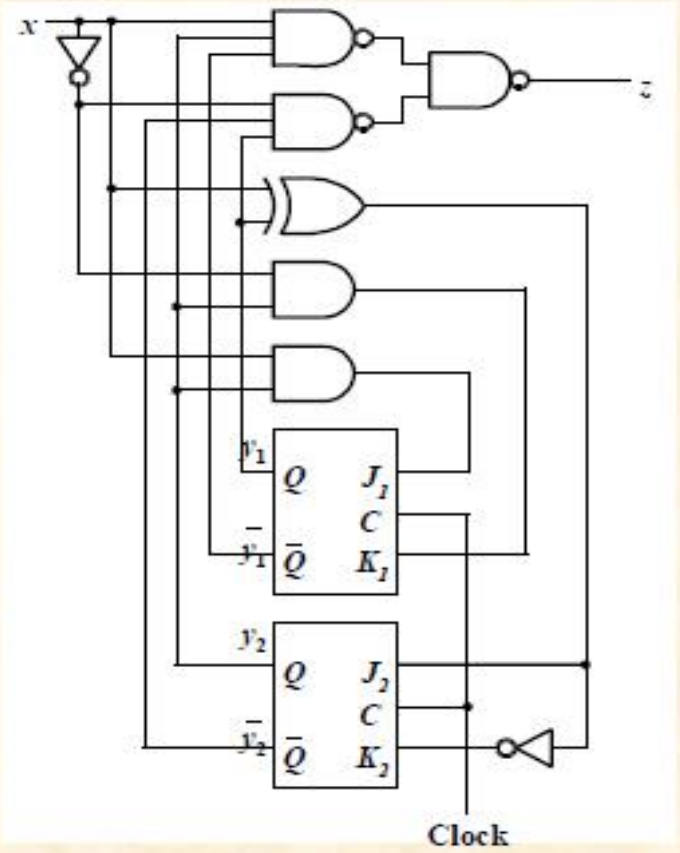
y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	0
10	1	0

Implementación con FF-JK

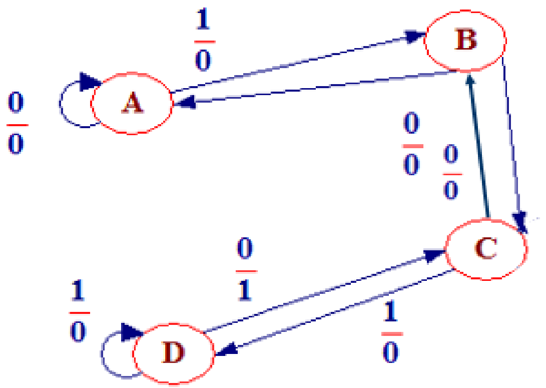
$J_1 = x.y_2$ $\quad$ $K_1 = \overline{x}.y_2$

$J_2 = x \oplus y_1$ $\quad$ $K_2 = x \odot y_1$

$z = \overline{x}.y_1.\overline{y_2} + x.\overline{y_1}.y_2$



Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación



Desde la Tabla de transiciones y salida:

y_1y_2 \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

Y_1Y_2/z

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

Desde la Tabla de transiciones y salida:

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$Q_{1(n+1)}Q_{2(n+1)}/z_{(n)}$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$Q_{1(n+1)}Q_{2(n+1)}/z_{(n)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	
01	0	
11	0	
10	1	

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00		
01		
11		
10		

$Q_{2(n+1)}$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$Q_{1(n+1)}Q_{2(n+1)}/z_{(n)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	
01	**0**	
11	**0**	
10	**1**	

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	
01	**0**	
11	**1**	
10	**1**	

$Q_{2(n+1)}$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$Q_{1(n+1)}Q_{2(n+1)}/z_{(n)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	
01	**0**	
11	**1**	
10	**1**	

$Q_{2(n+1)}$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$Q_{1(n+1)}Q_{2(n+1)}/z_{(n)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

$Q_{2(n+1)}$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	00/0	01/0
01	00/0	11/1
11	01/0	10/0
10	11/1	10/0

Tabla de Transiciones

$Q_{1(n+1)}Q_{2(n+1)}/z_{(n)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

$Q_{2(n+1)}$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

Antes de saber que FF uso agrupo implicantes y obtengo ecuaciones!

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$Q_{1(n+1)} = x.\overline{Q_{1(n)}}.Q_{2(n)} + Q_{1(n)}.\overline{Q_{2(n)}} + x.\,Q_{1(n)}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

Si uso FF JK → Agrupo todo lo que acompaña a Q por un lado (eso será $\overline{K}$) y a todo lo que acompaña a $\overline{Q}$ (eso será J).

$$Q_{(n+1)} = J.\overline{Q}_{(n)} + \overline{K}.Q_{(n)}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$Q_{1(n+1)} = x.\overline{Q_{1(n)}}.Q_{2(n)} + Q_{1(n)}.\overline{Q_{2(n)}} + x.\ Q_{1(n)}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$$Q_{(n+1)} = J.\overline{Q}_{(n)} + \overline{K}.Q_{(n)}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$\mathbf{Q_{1(n+1)}} = x.\overline{\mathbf{Q_{1(n)}}}.Q_{2(n)} + \mathbf{Q_{1(n)}}.\overline{Q_{2(n)}} + x.\mathbf{Q_{1(n)}}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$$Q_{(n+1)} = J.\overline{Q_{(n)}} + \overline{K}.Q_{(n)}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$Q_{1(n+1)} = x.\overline{Q_{1(n)}}.Q_{2(n)} + Q_{1(n)}.\overline{Q_{2(n)}} + x.Q_{1(n)} = \overline{Q_{1(n)}}.(x.Q_{2(n)}) + Q_{1(n)}.(\overline{Q_{2(n)}} + x)$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$$Q_{(n+1)} = J.\overline{Q_{(n)}} + \overline{K}.Q_{(n)}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$\mathbf{Q_{1(n+1)}} = x.\overline{\mathbf{Q_{1(n)}}}.Q_{2(n)} + \mathbf{Q_{1(n)}}.\overline{Q_{2(n)}} + x.\mathbf{Q_{1(n)}} = \overline{\mathbf{Q_{1(n)}}}.\underbrace{(x.Q_{2(n)})}_{J} + \mathbf{Q_{1(n)}}.\underbrace{(\overline{Q_{2(n)}}+x)}_{\overline{K}}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$J = x.Q_{2(n)}$

$\overline{K} = \overline{Q_{2(n)}} + x$

$K = Q_{2(n)}.\overline{x}$

$$Q_{(n+1)} = J.\overline{Q_{(n)}} + \overline{K}.Q_{(n)}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$\mathbf{Q_{1(n+1)}} = x.\overline{\mathbf{Q_{1(n)}}}.Q_{2(n)} + \mathbf{Q_{1(n)}}.\overline{Q_{2(n)}} + x.\mathbf{Q_{1(n)}} = \overline{\mathbf{Q_{1(n)}}}.\underbrace{(x.Q_{2(n)})}_{J} + \mathbf{Q_{1(n)}}.\underbrace{(\overline{Q_{2(n)}}+x)}_{\overline{K}}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$\boxed{\mathbf{Q_{(n+1)} = J.\overline{Q_{(n)}} + \overline{K}.Q_{(n)}}}$$

$$Q_{2(n+1)} = \overline{x}.Q_{1(n)} + x.\overline{Q_{1(n)}}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$$\boxed{Q_{(n+1)} = J.\overline{Q_{(n)}} + \overline{K}.Q_{(n)}}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$Q_{2(n+1)} = \overline{x}.Q_{1(n)} + x.\overline{Q_{1(n)}}$ ➡ No aparece $Q_{2(n)}$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$$\mathbf{Q_{(n+1)} = J.\overline{Q_{(n)}} + \overline{K}.Q_{(n)}}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

$Q_{2(n+1)}$

$$Q_{2(n+1)} = \overline{x}.Q_{1(n)}.Q_{2(n)} + \overline{x}.Q_{1(n)}.\overline{Q_{2(n)}} + x.\overline{Q_{1(n)}}.Q_{2(n)} + x.\overline{Q_{1(n)}}.\overline{Q_{2(n)}}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$$Q_{(n+1)} = J.\overline{Q}_{(n)} + \overline{K}.Q_{(n)}$$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**0**
01	**0**	**1**
11	**0**	**1**
10	**1**	**1**

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	**0**	**1**
01	**0**	**1**
11	**1**	**0**
10	**1**	**0**

$Q_{2(n+1)}$

$$Q_{2(n+1)} = \overline{x}.Q_{1(n)}.Q_{2(n)} + \overline{x}.Q_{1(n)}.\overline{Q_{2(n)}} + x.\overline{Q_{1(n)}}.Q_{2(n)} + x.\overline{Q_{1(n)}}.\overline{Q_{2(n)}}$$

Otro método: Método de la Ecuación de Aplicación

$J_2 = \overline{x}.Q_{1(n)} + x.\overline{Q}_{1(n)} = x \oplus Q_{1(n)}$

$\overline{K_2} = x \oplus Q_{1(n)}$

$K_2 = x \odot Q_{1(n)}$

$\boxed{Q_{(n+1)} = J.\overline{Q}_{(n)} + \overline{K}.Q_{(n)}}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	1	1

$Q_{1(n+1)}$

$Q_{1(n)}Q_{2(n)}$ \ x	0	1
00	0	1
01	0	1
11	1	0
10	1	0

$Q_{2(n+1)}$

$Q_{2(n+1)} = \overline{x}.Q_{1(n)}.Q_{2(n)} + \overline{x}.Q_{1(n)}.\overline{Q}_{2(n)} + x.\overline{Q}_{1(n)}.Q_{2(n)} + x.\overline{Q}_{1(n)}.\overline{Q}_{2(n)}$

Asignación de Estados

- A partir de una Tabla de Estados
- ¿¿¿ Cómo hacer una asignación óptima de estados ???
- Hasta ahora, asignábamos cada símbolo a una palabra de manera arbitraria
- Influye la asignación en el circuito final?

Asignación de Estados

Present state	x = 0	x = 1
A	*B*/0	*E*/0
B	*C*/0	*G*/0
C	*D*/0	*F*/0
D	*A*/1	*A*/0
E	*G*/0	*C*/0
F	*A*/0	*A*/1
G	*F*/0	*D*/0

Next state/output

7 estados → 3 FF

Asignación de Estados

Present state	x = 0	x = 1
A	*B*/0	*E*/0
B	*C*/0	*G*/0
C	*D*/0	*F*/0
D	*A*/1	*A*/0
E	*G*/0	*C*/0
F	*A*/0	*A*/1
G	*F*/0	*D*/0

Next state/output

	y_1	y_2	y_3
A	0	0	0
B	0	0	1
C	0	1	1
D	0	1	0
E	1	0	1
F	1	1	0
G	1	1	1

Asignación de Estados

Present state	x = 0	x = 1
A	B/0	E/0
B	C/0	G/0
C	D/0	F/0
D	A/1	A/0
E	G/0	C/0
F	A/0	A/1
G	F/0	D/0

Next state/output

	y_1	y_2	y_3
A	0	0	0
B	0	0	1
C	0	1	1
D	0	1	0
E	1	0	1
F	1	1	0
G	1	1	1

Bueno, no está mal, ¿verdad?

$$J_1 = \overline{y_2}.x + y_3.x \qquad J_2 = y_3 \qquad J_3 = \overline{y_2}$$

$$K_1 = \overline{y_3} + x \qquad K_2 = \overline{y_3} \qquad K_3 = y_2$$

Asignación de Estados: Otro caso

Present state	x = 0	x = 1
A	B/0	E/0
B	C/0	G/0
C	D/0	F/0
D	A/1	A/0
E	G/0	C/0
F	A/0	A/1
G	F/0	D/0

Next state/output

	y_1	y_2	y_3
A	0	0	0
B	0	0	1
C	0	1	0
D	0	1	1
E	1	0	0
F	1	0	1
G	1	1	0

$$J_1 = \overline{y_2}.x + y_3.x \qquad J_2 = y_3 \qquad J_3 = \overline{y_2}$$

$$K_1 = \overline{y_3} + x \qquad K_2 = \overline{y_3} \qquad K_3 = y_2$$

Asignación de Estados: Otro caso

Present state	x = 0	x = 1
A	B/0	E/0
B	C/0	G/0
C	D/0	F/0
D	A/1	A/0
E	G/0	C/0
F	A/0	A/1
G	F/0	D/0

Next state/output

	y_1	y_2	y_3
A	0	0	0
B	0	0	1
C	0	1	0
D	0	1	1
E	1	0	0
F	1	0	1
G	1	1	0

¡Oops!
¿qué pasó?

$$J_1 = \overline{y_3}.x + \overline{y_2}.x \qquad J_2 = \overline{y_1}.y_3 + \overline{y_3}.y_1 \qquad J_3 = y_2 + \overline{x y_1}$$

$$K_1 = y_3 + x \qquad K_2 = y_3 + \overline{y_1}.x + \overline{x}.y_1 \qquad K_3 = 1$$

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes* hay para una Tabla de Cuatro Estados?

Present state	$x = 0$	$x = 1$
A	$A/0$	$B/0$
B	$A/0$	$C/0$
C	$C/0$	$D/0$
D	$C/1$	$A/0$

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes* hay para una Tabla de Cuatro Estados?

Present state	x = 0	x = 1
A	A/0	B/0
B	A/0	C/0
C	C/0	D/0
D	C/1	A/0

States	1 $y_1 y_2$
A	00
B	01
C	11
D	10

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes* hay para una Tabla de Cuatro Estados?

Present state	x = 0	x = 1
A	$A/0$	$B/0$
B	$A/0$	$C/0$
C	$C/0$	$D/0$
D	$C/1$	$A/0$

States	1 $y_1 y_2$	2 $y_1 y_2$
A	00	00
B	01	11
C	11	01
D	10	10

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes* hay para una Tabla de Cuatro Estados?

Present state	$x = 0$	$x = 1$
A	$A/0$	$B/0$
B	$A/0$	$C/0$
C	$C/0$	$D/0$
D	$C/1$	$A/0$

N_{SA}

States	1 $y_1 y_2$	2 $y_1 y_2$	3 $y_1 y_2$	...
A	00	00	00	
B	01	11	10	
C	11	01	01	
D	10	10	11	

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes* hay para una Tabla de Cuatro Estados?

Número de FF

$$N_{SA} = \frac{2^{NFF}\,!}{(2^{NFF} - Ns)}$$

Número de Estados

Número de asignaciones

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes* hay para una Tabla de Cuatro Estados?

Con 4 estados → Ns = 3 y NFF = 2

$$N_{SA} = \frac{2^{NFF}\,!}{(2^{NFF} - Ns)} = 24$$

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes* hay para una Tabla de Cuatro Estados?

Con 4 estados → Ns = 3 y NFF = 2

$$N_{SA} = \frac{2^{NFF}\,!}{(2^{NFF} - Ns)} = 24$$

Con 10 estados → Ns = 10 y NFF = 4

$$N_{SA} = \frac{2^{NFF}\,!}{(2^{NFF} - Ns)} = \frac{16!}{6!} = 29.059.430.400 \text{ !!!}$$

Asignación de Estados

¿Cuántas Asignaciones de Estados *diferentes*
hay para una Tabla d

Con 4 estados➔ Ns = 4 y NFF

$$N_{SA} = \frac{2^{N\ldots}}{(2^{NF\ldots}}$$

Con 10 estados➔ Ns = 10 y N

$$N_{SA} = \frac{2^{NFF}\,!}{(2^{NFF} - Ns)} = \frac{16!}{6!} = \ldots$$

N_S	N_{FF}	N_{SA}
1	0	—
2	1	2
3	2	24
4	2	24
5	3	6,720
6	3	20,160
7	3	40,320
8	3	40,320
9	4	4.15×10^9
10	4	2.91×10^{10}

Ejemplo: Análisis de Asignaciones

	$x = 0$	$x = 1$
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Implementación con FF-D Caso 1:

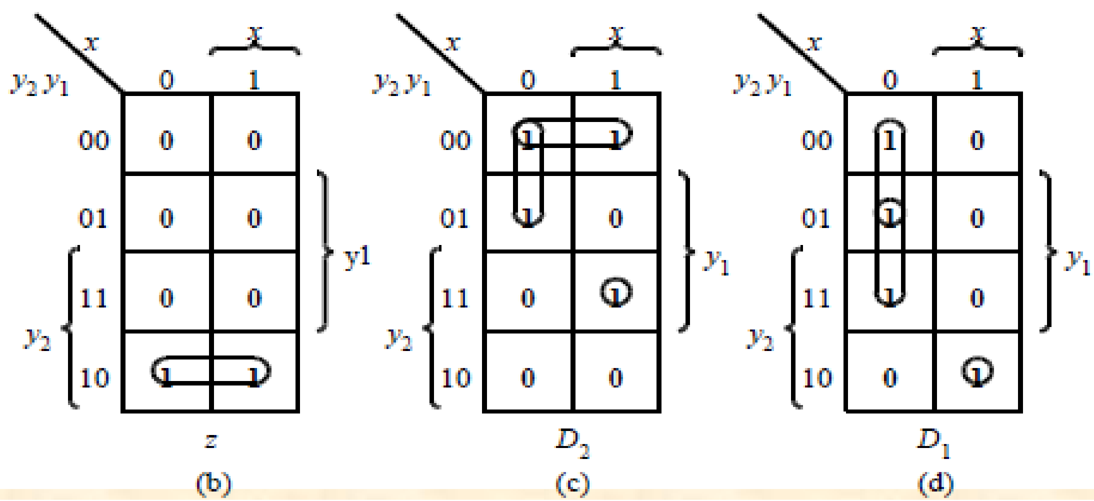
Estados	$y_1\ y_2$
A	00
B	01
C	11
D	10

	x = 0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

y_2y_1 \ x	0	1
00	11/0	10/0
01	11/0	00/0
11	01/0	10/0
10	00/1	01/1

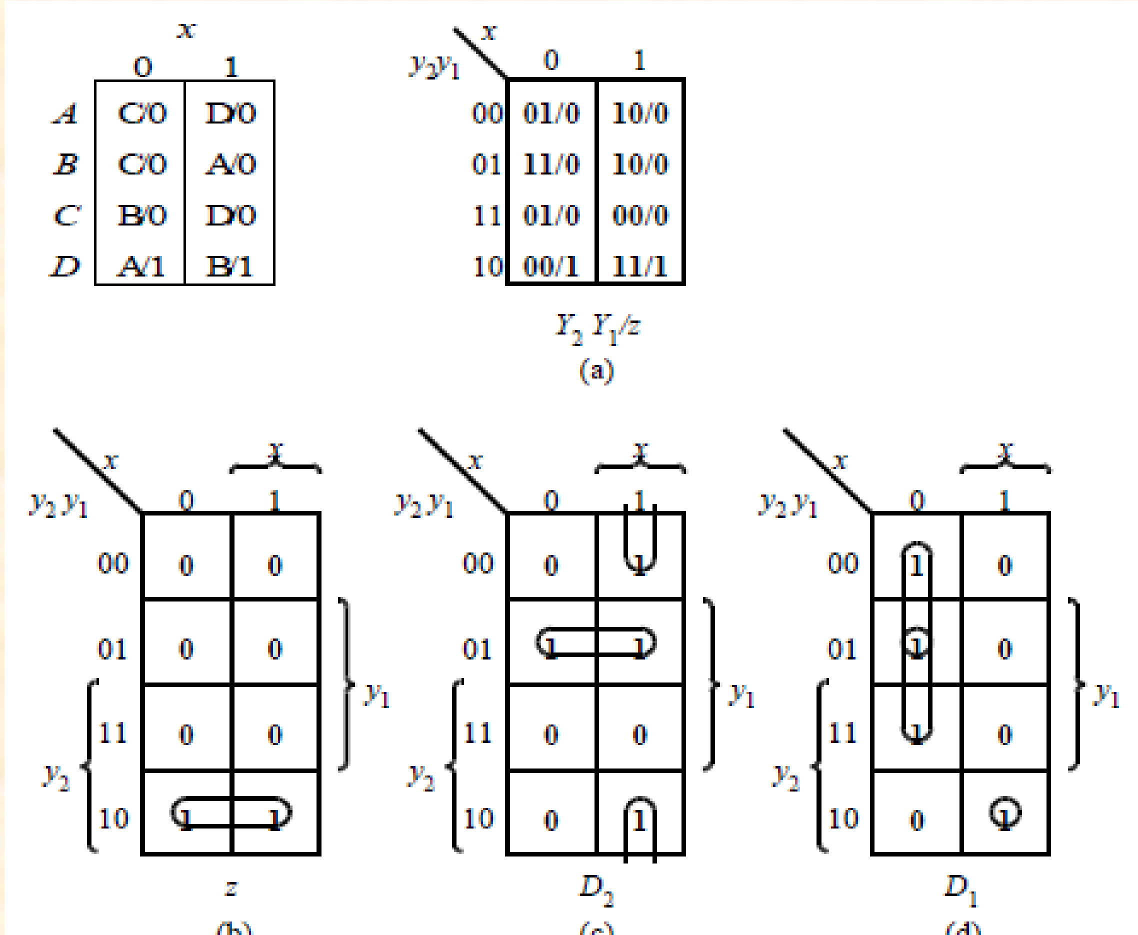
$Y_2\ Y_1/z$

(a)



Implementación con FF-D Caso 2:

Estados	$y_1\ y_2$
A	00
B	11
C	01
D	10



Implementación con FF-D Caso 3:

Estados	$y_1\ y_2$
A	00
B	10
C	01
D	11

	x = 0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

$y_2y_1 \backslash x$	0	1
00	01/0	11/0
01	10/0	11/0
11	00/1	10/1
10	01/0	00/0

$Y_2\ Y_1/z$

(a)

$y_2y_1 \backslash x$	0	1
00	0	0
01	0	0
11	1	1
10	0	0

z

(b)

$y_2y_1 \backslash x$	0	1
00	0	1
01	1	1
11	0	1
10	0	0

D_2

(c)

$y_2y_1 \backslash x$	0	1
00	1	1
01	0	1
11	0	0
10	1	0

D_1

(d)

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 1: Los estados con los mismos estados siguientes en cada una de las entradas.**

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 1: Los estados con los mismos estados siguientes en cada una de las entradas.**

	x	
Sn	**0**	**1**
A	A,0	B,1
B	C,1	A,0
C	A,1	B,0

A adyacente con C

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 1.1: Los estados actuales que tengan mismos próximos estados y en la misma cantidad, pero para entradas lógicamente diferentes.**

Estado actual	Entrada actual			
	x_0	x_1	x_2	x_3
	00	01	10	11
q_0	$q_0/0$	$q_0/0$	$q_1/0$	$q_2/0$
q_1	$q_0/1$	$q_7/0$	$q_2/1$	$q_6/0$
q_2	$q_4/0$	$q_5/1$	$q_0/0$	$q_2/1$
q_3	$q_4/1$	$q_5/0$	$q_3/1$	$q_3/0$
q_4	$q_2/1$	$q_1/1$	$q_3/1$	$q_1/1$
q_5	$q_0/1$	$q_0/0$	$q_1/1$	$q_2/0$
q_6	$q_1/0$	$q_2/1$	$q_1/0$	$q_3/1$
q_7	$q_2/0$	$q_7/1$	$q_2/0$	$q_6/1$

q4 adyacente con q6

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 1.2: Los estados actuales que tengan mismos próximos estados para alguna de las entradas. Teniendo prioridad aquellos estados que tengan mayor número de próximos estados iguales.**

Estado actual	Entrada actual x_0 00	x_1 01	x_2 10	x_3 11
q_0	$q_0/0$	$q_0/0$	$q_1/0$	$q_2/0$
q_1	$q_0/1$	$q_7/0$	$q_2/1$	$q_6/0$
q_2	$q_4/0$	$q_5/1$	$q_0/0$	$q_2/1$
q_3	$q_4/1$	$q_5/0$	$q_3/1$	$q_3/0$
q_4	$q_2/1$	$q_1/1$	$q_3/1$	$q_1/1$
q_5	$q_0/1$	$q_0/0$	$q_1/1$	$q_2/0$
q_6	$q_1/0$	$q_2/1$	$q_1/0$	$q_3/1$
q_7	$q_2/0$	$q_7/1$	$q_2/0$	$q_6/1$

q1 adyacente con q7 ➔ 3 próximos estados

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 1.2: Los estados actuales que tengan mismos próximos estados para alguna de las entradas. Teniendo prioridad aquellos estados que tengan mayor número de próximos estados iguales.**

Estado actual	Entrada actual x_0 00	x_1 01	x_2 10	x_3 11
q_0	$q_0/0$	$q_0/0$	$q_1/0$	$q_2/0$
q_1	$q_0/1$	$q_7/0$	$q_2/1$	$q_6/0$
q_2	$q_4/0$	$q_5/1$	$q_0/0$	$q_2/1$
q_3	$q_4/1$	$q_5/0$	$q_3/1$	$q_3/0$
q_4	$q_2/1$	$q_1/1$	$q_3/1$	$q_1/1$
q_5	$q_0/1$	$q_0/0$	$q_1/1$	$q_2/0$
q_6	$q_1/0$	$q_2/1$	$q_1/0$	$q_3/1$
q_7	$q_2/0$	$q_7/1$	$q_2/0$	$q_6/1$

→ q1 adyacente con q7 ➔ 3 próximos estados

→ q2 adyacente con q3 ➔ 2 próximos estados

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 1.2: Los estados actuales que tengan mismos próximos estados para alguna de las entradas. Teniendo prioridad aquellos estados que tengan mayor número de próximos estados iguales.**

Estado actual	Entrada actual			
	x_0	x_1	x_2	x_3
	00	01	10	11
q_0	$q_0/0$	$q_0/0$	$q_1/0$	$q_2/0$
q_1	$q_0/1$	$q_7/0$	$q_2/1$	$q_6/0$
q_2	$q_4/0$	$q_5/1$	$q_0/0$	$q_2/1$
q_3	$q_4/1$	$q_5/0$	$q_3/1$	$q_3/0$
q_4	$q_2/1$	$q_1/1$	$q_3/1$	$q_1/1$
q_5	$q_0/1$	$q_0/0$	$q_1/1$	$q_2/0$
q_6	$q_1/0$	$q_2/1$	$q_1/0$	$q_3/1$
q_7	$q_2/0$	$q_7/1$	$q_2/0$	$q_6/1$

q1 adyacente con q7 ➔ 3 próximos estados

q2 adyacente con q3 ➔ 2 próximos estados

q0 adyacente con q1 ➔ 1 próximo estado

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 1.2: Los estados actuales que tengan mismos próximos estados para alguna de las entradas. Teniendo prioridad aquellos estados que tengan mayor número de próximos estados iguales.**

Estado actual	Entrada actual x_0 00	x_1 01	x_2 10	x_3 11
q_0	$q_0/0$	$q_0/0$	$q_1/0$	$q_2/0$
q_1	$q_0/1$	$q_7/0$	$q_2/1$	$q_6/0$
q_2	$q_4/0$	$q_5/1$	$q_0/0$	$q_2/1$
q_3	$q_4/1$	$q_5/0$	$q_3/1$	$q_3/0$
q_4	$q_2/1$	$q_1/1$	$q_3/1$	$q_1/1$
q_5	$q_0/1$	$q_0/0$	$q_1/1$	$q_2/0$
q_6	$q_1/0$	$q_2/1$	$q_1/0$	$q_3/1$
q_7	$q_2/0$	$q_7/1$	$q_2/0$	$q_6/1$

q1 adyacente con q7 ➔ 3 próximos estados
q2 adyacente con q3 ➔ 2 próximos estados
q0 adyacente con q1 ➔ 1 próximo estado
q0 adyacente con q2 ➔ 1 próximo estado
q0 adyacente con q6 ➔ 1 próximo estado
q1 adyacente con q5 ➔ 1 próximo estado
q2 adyacente con q5 ➔ 1 próximo estado
q3 adyacente con q4 ➔ 1 próximo estado
q3 adyacente con q6 ➔ 1 próximo estado
q4 adyacente con q7 ➔ 1 próximo estado
q5 adyacente con q6 ➔ 1 próximo estado

Reglas de Asignación de Estados

- Regla Nº 2: Los estados que son próximos estados de un mismo estado actual, bajo entradas lógicamente adyacentes.

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 2: Los estados que son próximos estados de un mismo estado actual, bajo entradas lógicamente adyacentes.**

	x			
Sn	**00**	**01**	**10**	**11**
A	A,0	B,1	B,1	C,0
B	C,1	A,0	B,1	B,1
C	A,1	C,0	B,0	A,0

A adyacente con B

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 2: Los estados que son próximos estados de un mismo estado actual, bajo entradas lógicamente adyacentes.**

	x			
Sn	**00**	**01**	**10**	**11**
A	A,0	B,1	B,1	C,0
B	C,1	A,0	B,1	B,1
C	A,1	C,0	B,0	A,0

A adyacente con B

B adyacente con C

Reglas de Asignación de Estados

- **Regla Nº 2: Los estados que son próximos estados de un mismo estado actual, bajo entradas lógicamente adyacentes.**

	x			
Sn	**00**	**01**	**10**	**11**
A	A,0	B,1	B,1	C,0
B	C,1	A,0	B,1	B,1
C	A,1	C,0	B,0	A,0

A adyacente con B

B adyacente con C

A adyacente con C

Adyacencias de estado para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	x = 1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

Regla 1

	x = 0	x = 1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 1

Los estados con los mismos estados siguientes en cada una de las entradas

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x	
	0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 1

-

Regla 1.1

Regla 1.1

Mismos estados siguientes (igual cantidad).

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	x = 1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B ➔1 prox. est.

Regla 1.2

Cant. de mismos estados prox. para misma entrada.

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	x = 1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B ➔1 prox. est.

A y C ➔1 prox. est.

Regla 1.2

Cant. de mismos estados prox. para misma entrada.

Adyacencias de estado para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 2

Mismo prox. estado bajo entradas adyacentes.

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B ➔1 prox. est.

A y C ➔1 prox. est.

Regla 2

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 2

Mismo prox. estado bajo entradas adyacentes.

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B ➔1 prox. est.

A y C ➔1 prox. est.

Regla 2

C y D

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B ➔1 prox. est.

A y C ➔1 prox. est.

Regla 2

C y D

C y A

B y D

A y B

Regla 2

Mismo prox. estado bajo entradas adyacentes.

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B

A y C

Regla 2

C y D

~~C y A~~

B y D

~~A y B~~

Adyacencias de estado para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	x = 1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B

A y C

Regla 2

C y D

B y D

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Estados	1 $y_1\ y_2$
A	00
B	01
C	11
D	10

$y_2 \backslash y_1$	0	1
0	A	D
1	B	C

(a)

Asignación 1

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B

A y C

Regla 2

C y D

B y D

Comparando: Asignación 1

1

$$D_2 = \overline{y_1}.\overline{y_2} + \overline{x}.\overline{y_2} + x.y_1.y_2$$

$$D_1 = \overline{x}.\overline{y_2} + \overline{x}.y_1 + x.\overline{y_1}.y_2$$

$$z = \overline{y_1}.y_2$$

Requiere 20 entradas de compuertas

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	x = 1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Estados	1 y_1 y_2	2 y_1 y_2
A	00	00
B	01	11
C	11	01
D	10	10

y_2 \ y_1	0	1
0	A	D
1	B	C

(a)

Asignación 1

y_2 \ y_1	0	1
0	A	D
1	C	B

(b)

Asignación 2

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B

A y C ✓

Regla 2

C y D

B y D ✓

Comparando: Asignación 2

2

$$D_2 = x.\overline{y_1} + y_1.\overline{y_2}$$

$$D_1 = \overline{x}.\overline{y_2} + \overline{x}.y_1 + x.\overline{y_1}.y_2$$

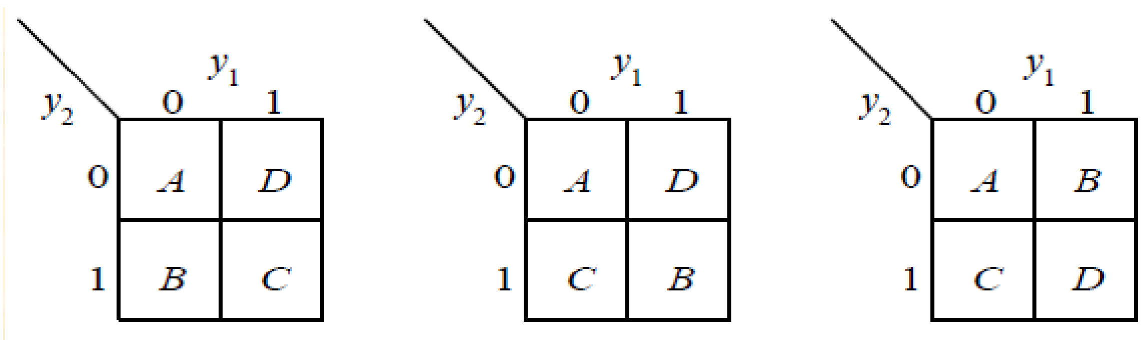
$$z = \overline{y_1}.y_2$$

$\boxed{\text{Requiere 18 entradas de compuertas}}$

Adyacencias de estado
para asignaciones de cuatro-estados

	x = 0	x = 1
A	C/0	D/0
B	C/0	A/0
C	B/0	D/0
D	A/1	B/1

Estados	1 $y_1\ y_2$	2 $y_1\ y_2$	3 $y_1\ y_2$
A	00	00	00
B	01	11	10
C	11	01	01
D	10	10	11



(a) **Asignación 1**

(b) **Asignación 2**

(c) **Asignación 3**

Regla 1

-

Regla 1.1

-

Regla 1.2

A y B

A y C

Regla 2

C y D

B y D

Comparando: Asignación 3

3

$$D_2 = y_1 . \overline{y_2} + x . \overline{y_2} + x . y_1$$

$$D_1 = x . \overline{y_2} + \bar{x} . \overline{y_1}$$

$$z = y_1 . y_2$$

$\Rightarrow$ $\boxed{\text{Requiere 15 entradas de compuertas !!!}}$

Reglas de Asignación de Estados

Existen más técnicas para optimizar la asignación de estados:

- **Regla Nº 3: Con las adyacencias sugeridas por las Reglas vistas se construye una *gráfica de implicación*.**

- **Regla Nº 4: Minimizar el número total de unos lógicos en los mapas K y maximizar el número de condiciones prescindibles.**

Circuitos Secuenciales incompletamente especificados

Circuitos Secuenciales incompletamente especificados

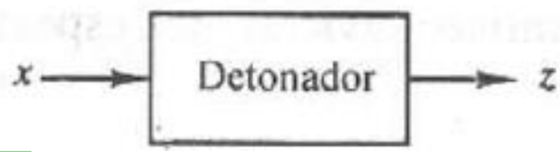
Tabla de estados contiene condiciones prescindibles. Generalmente ocurre cuando solo se pueden presentar ciertas entradas.

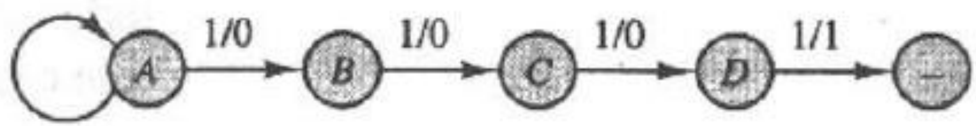
Ejemplo: Detonador de bomba

Una vez que se recibe x=1, pasa al estado B, y asi sucesivamente hasta detonar la bomba y no hay posibilidad de volver al estado anterior. No se vuelve a recibir nunca más un cero.

Circuitos Secuenciales incompletamente especificados

Ejemplo: Detonador de bomba





	x = 0	1
A	A/0	B/0
B	–/–	C/0
C	–/–	D/0
D	–/–	–/1

$y_2 y_1$	x = 0	1
00	**0*d*/1**	**00/0**
01	**10/0**	**00/0**
11	***dd*/0**	**10/1**
10	***dd*/*d***	**01/1**

$Y_2 Y_1 / z$

Se obtiene un circuito más sencillo.