UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
Departamento de Tecnología Electrónica
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática — 25 octubre de 2016
Electrónica Digital
PRIMERA EVALUACIÓN PARCIAL

Problema 1 (5 p.)

Diseñe un circuito combinacional de encriptación que convierta un número de cuatro bits según el siguiente algoritmo:

- Realiza la función espejo del número de la entrada. Ejemplo: 1110 se convertirá en 0111.
- Al número resultado de la función espejo, se le suma 1. Ejemplo: al 0111 resultante de la etapa anterior se le suma 1 y por tanto la salida será: 1000.

Se pide:

a) Tabla de verdad de las funciones de salida (S3, S2, S1, S0) en función de las entradas (I3, I2, I1, I0).
b) Simplificación de las funciones de salida (S3, S2, S1, S0) utilizando Karnaugh.
c) Implementación de S3 y S2 con puertas NAND.
d) Implementación de S3 y S2, con multiplexores de 2 entradas de control y lógica adicional.

Problema 2 (5 p.)

Diseñe, exclusivamente con biestables tipo D y lógica adicional, un circuito contador binario natural de dos bits (Z, Y), con entradas B y A que funcione de la siguiente manera:

- Si B=0 y A=0, el contador no cuenta.
- Si B=0 y A=1, el contador cuenta ascendente de uno en uno.
- Si B=1 y A=0, el contador cuenta ascendente de dos en dos.
- Si B=1 y A=1, el contador cuenta ascendente de tres en tres.

Se pide:
(Utilice siempre la notación en el orden Z, Y para las salidas y A, B para las entradas)

a) Diagrama de estados, identificando entradas, salidas y estados.
b) Número de biestables y codificación de estados.
c) Tabla de transiciones.
d) Simplificación de las funciones de estado y de salida.
e) Implementación completa del circuito, exclusivamente con biestables tipo D y lógica adicional.

• Problema 1: 2,5

a)

Entrada				Salida				MUX_1	MUX_2
I_3	I_2	I_1	I_0	S_3	S_2	S_1	S_0		
0	0	0	0	0	0	0	1		
0	0	0	1	1	0	0	1	I_0	I_1
0	0	1	0	0	1	0	1		
0	0	1	1	1	1	0	1		
0	1	0	0	0	0	1	1		
0	1	0	1	1	0	1	1	I_0	I_1
0	1	1	0	0	1	1	1		
0	1	1	1	1	1	1	1		
1	0	0	0	0	0	1	0		
1	0	0	1	1	0	1	0	I_0	I_1
1	0	1	0	0	1	1	0		
1	0	1	1	1	1	1	0		
1	1	0	0	0	1	0	0		
1	1	0	1	1	1	0	0	$I_1 \oplus I_0$	I_1
1	1	1	0	1	0	0	0		
1	1	1	1	0	0	0	0		

b) 2,5

S_3

$I_3I_2 \backslash I_1I_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	0	1	0	1
10	0	1	1	0

$$S_3 = (\overline{I_3} \cdot I_0) + (\overline{I_1} \cdot I_0) + (\overline{I_2} I_0) + (I_3 I_2 I_1 \overline{I_0})$$

S_2

$I_3I_2 \backslash I_1I_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	1
11	1	1	0	0
10	0	0	1	1

$$S_2 = (I_3 I_2 \overline{I_1}) + (\overline{I_3} I_1) + (\overline{I_2} I_1)$$

S_1

$I_3I_2 \backslash I_1I_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

$$S_1 = (\overline{I_3} \cdot I_2) + (I_3 \overline{I_2}) =$$
$$= I_3 \oplus I_2$$

S_0

$I_3I_2 \backslash I_1I_0$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$$S_0 = \overline{I_3}$$

• Continuación parcial 1:

Ejercicio 1

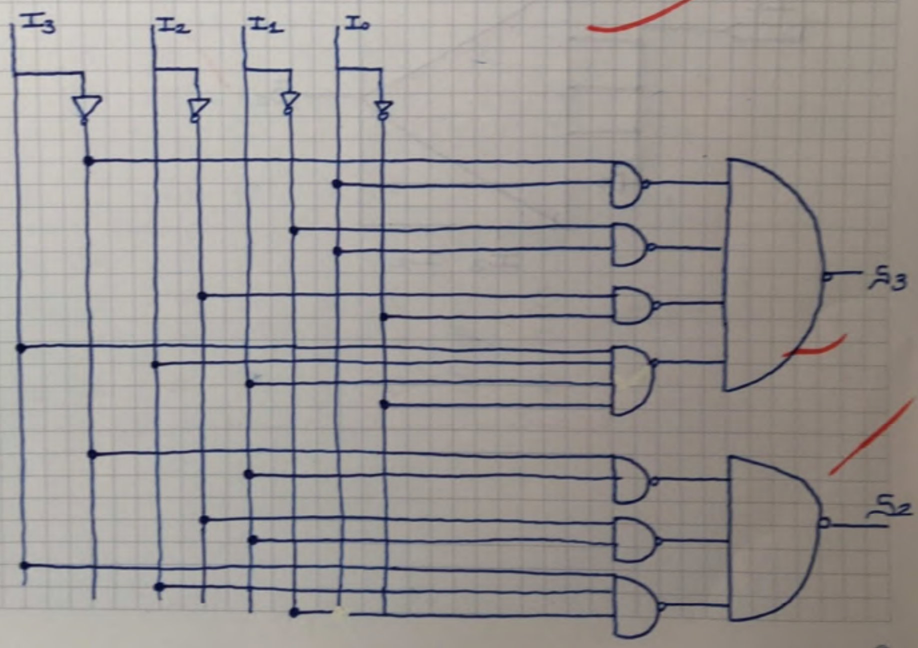
c) 2,5

$$S_3 = \overline{\overline{(\bar{I}_3 \cdot I_0) + (\bar{I}_1 \cdot I_0) + (\bar{I}_2 I_0) + (I_3 I_2 I_1 \bar{I}_0)}} = \quad \overline{A+B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

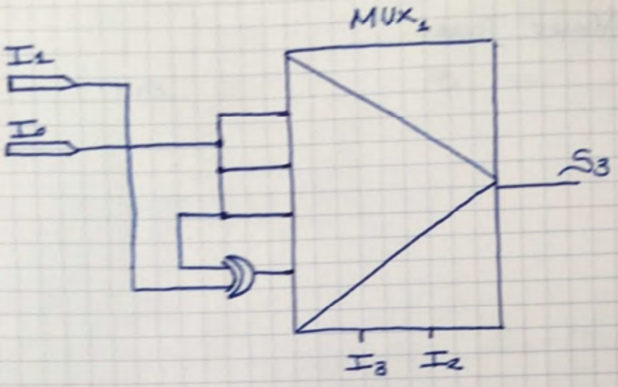
$$= \overline{(\overline{\bar{I}_3 \cdot I_0}) \cdot (\overline{\bar{I}_1 \cdot I_0}) \cdot (\overline{\bar{I}_2 \cdot I_0}) \cdot (\overline{I_3 I_2 I_1 \bar{I}_0})}$$

$$S_2 = \overline{\overline{(I_3 I_2 \bar{I}_1) + (\bar{I}_3 I_1) + (\bar{I}_2 I_1)}} = \quad \overline{A+B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$= \overline{(\overline{I_3 I_2 \bar{I}_1}) \cdot (\overline{\bar{I}_3 \cdot I_1}) \cdot (\overline{\bar{I}_2 \cdot I_1})}$$



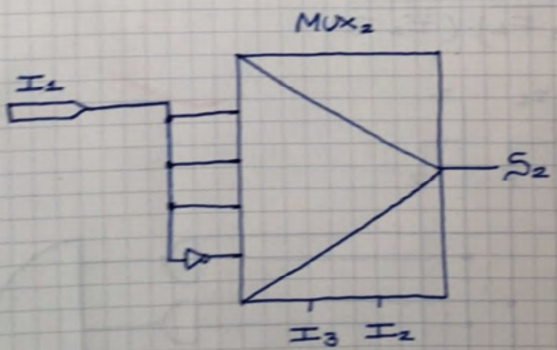
d) 2,5



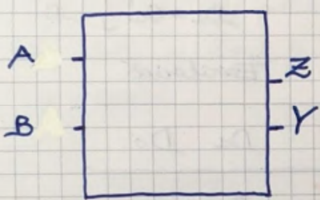
Para el último caso

$I_1 \backslash I_0$	0	1
0	0	1
1	1	0

$$(\bar{I}_1 \cdot I_0) + (I_1 \cdot \bar{I}_0) = I_1 \oplus I_0$$



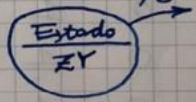
• Problema 2:



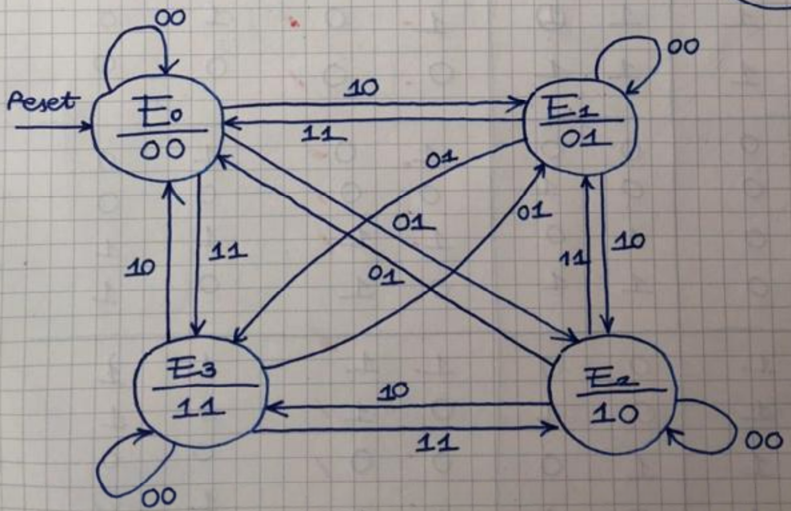
$E = 2$
$S = 2$

a)

Notación:



• Voy a resolverlo mediante un diagrama de Moore.



Estados	Descripción	Codificación Q_1	Q_0
E_0	Tengo un '0' decimal	0	0
E_1	Tengo un '1' decimal	0	1
E_2	Tengo un '2' decimal	1	0
E_3	Tengo un '3' decimal	1	1

- El número de biestables viene definido por: Nº biestables = $\log_2$ nº estados

Nº estados = 4 ⟶ Necesitaré 2 biestables

Tabla general

$D_0 = Q_0'$, $D_1 = Q_1'$ } Biestables D

Estado actual Q_1	Q_0	Entradas A	B	Estado futuro Q_1'	Q_0'	Excitación D_1	D_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	1	0

- Continuación problema 2:

En Moore las salidas dependen unicamente de los estados, a diferencia de Mealy en donde las salidas dependen tanto de las entradas como de los estados:

Estados Q_1	Estados Q_0	Salidas Z	Salidas Y
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	1	1

Por lo tanto:

$\boxed{Q_1 = Z}$

$\boxed{Q_0 = Y}$

Funciones de excitación:

D_1

$Q_1Q_0 \backslash AB$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	0	1
11	1	0	1	0
10	1	0	0	1

$$D_1 = (Q_1 Q_0 A B) + (\overline{Q_1} Q_0 A \overline{B}) + (Q_1 \overline{Q_0}\, \overline{B}) + (Q_1 \overline{A}\, \overline{B}) + (\overline{Q_1}\, \overline{A} B) +$$
$$+ (\overline{Q_1}\, \overline{Q_0} B)$$

Q_1Q_0 \ AB	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	0	0
11	1	1	0	0
10	0	0	1	1

$$D_0 = (Q_0\overline{A}) + (\overline{Q_0}\cdot A) = Q_0 \oplus A$$

Implementación de D_1 y D_0