

FONAMENTS DE COMPUTADORS

Pràctica 2

Implementació de circuits

Cognoms i nom	Grup	DNI

GENERALITATS

En aquesta sessió pràctica es pretén que l'alumnat participe en tots els passos que es duen a terme per a la implementació d'un circuit lògic. Per a això, es partirà de les especificacions del circuit que es desitja dissenyar. A partir d'aquestes, s'ha d'obtenir la taula de veritat per a posteriorment, simplificar-la, després d'haver-la representat en un mapa de Karnaugh. Finalment, s'ha d'implementar el circuit mitjançant les portes necessàries.

Implementació de circuits

L'objectiu d'aquest apartat és aplicar els coneixements adquirits sobre formes canòniques i simplificació per mapes de Karnaugh.

Per a això, es proposa el disseny de dos circuits: un circuit comparador i un circuit complementador. Partint de les especificacions funcionals de cadascun d'aquests circuits s'han de realitzar els passos següents:

- Realització de la taula de veritat.
- Representació mitjançant formes canòniques.
- Simplificació mitjançant mapes de Karnaugh.
- Disseny del circuit resultant mitjançant portes lògiques.
- Construcció en l'entrenador del circuit i verificació del funcionament.

CIRCUIT 1. CIRCUIT COMPARADOR

Es vol dissenyar un circuit comparador de dos nombres binaris de dos bits cadascun, A ($a_1 a_0$) i B ($b_1 b_0$). Es vol que el circuit proporcione dues sortides, S0 i S1 (ambdues actives a nivell alt). La sortida S0 cal que s'active si ($A < B$) i la sortida S1 quan ($A = B$). El diagrama de la figura 2 representa les entrades i sortides al circuit.

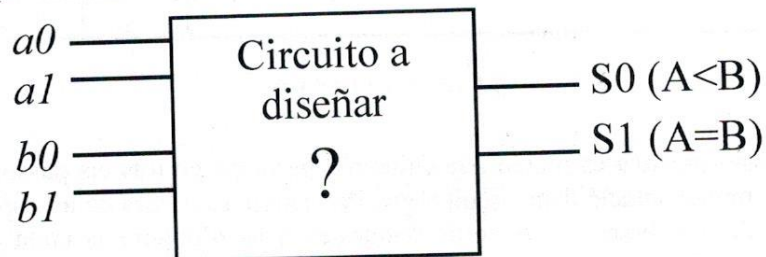


Figura 2. Circuit comparador

Pregunta 1. Obteniu la taula de veritat associada al circuit comparador.

	b_1	b_0	a_1	a_0	S0	S1
0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0
2	0	0	1	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0
4	0	1	0	0	1	0
5	0	1	0	1	0	1
6	0	1	1	0	0	0
7	0	1	1	1	0	0
8	1	0	0	0	1	0
9	1	0	0	1	1	0
10	1	0	1	0	0	1
11	1	0	1	1	0	0
12	1	1	0	0	1	0
13	1	1	0	1	1	0
14	1	1	1	0	1	0
15	1	1	1	1	0	1

Taula 2. Taula de veritat del circuit comparador

Pregunta 2. A partir de la taula de veritat de l'apartat anterior, obteniu les expressions canòniques tant en forma de **suma de productes** (forma canònica disjuntiva), com de **producte de sumes** (forma canònica conjuntiva), per a les eixides S0 i S1.

S0 (forma canònica disjuntiva)	$S0 = \sum_{(b_1, b_0, a_1, a_0)} (4, 8, 9, 12, 13, 14)$
S0 (forma canònica conjuntiva)	$S0 = \prod_{(b_1, b_0, a_1, a_0)} (0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 15)$
S1 (forma canònica disjuntiva)	$S1 = \sum_{(b_1, b_0, a_1, a_0)} (0, 5, 10, 15)$
S1 (forma canònica conjuntiva)	$S1 = \prod_{(b_1, b_0, a_1, a_0)} (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14)$

Pregunta 3. Obteniu les funcions lògiques de S0 i S1 mitjançant minitermes i maxitermes.

S0 (minitermes)	$S0 = \bar{b}_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_0 + b_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_0 + b_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0 + b_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot a_1 \cdot \bar{a}_0 + b_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot a_1 \cdot a_0 + b_1 \cdot b_0 \cdot a_1 \cdot \bar{a}_0$
S0 (maxitermes)	$S0 = (\bar{b}_1 + \bar{b}_0 + \bar{a}_1 + \bar{a}_0) \cdot (\bar{b}_1 + \bar{b}_0 + \bar{a}_1 + a_0) \cdot (\bar{b}_1 + \bar{b}_0 + a_1 + \bar{a}_0) \cdot (\bar{b}_1 + \bar{b}_0 + a_1 + a_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + \bar{a}_1 + \bar{a}_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + \bar{a}_1 + a_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + a_1 + \bar{a}_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + a_1 + a_0)$
S1 (minitermes)	$S1 = \bar{b}_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_0 + \bar{b}_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot \bar{a}_1 \cdot a_0 + \bar{b}_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot a_1 \cdot \bar{a}_0 + b_1 \cdot \bar{b}_0 \cdot a_1 \cdot a_0$
S1 (maxitermes)	$S1 = (\bar{b}_1 + \bar{b}_0 + \bar{a}_1 + \bar{a}_0) \cdot (\bar{b}_1 + \bar{b}_0 + a_1 + \bar{a}_0) \cdot (\bar{b}_1 + \bar{b}_0 + a_1 + a_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + \bar{a}_1 + \bar{a}_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + \bar{a}_1 + a_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + a_1 + \bar{a}_0) \cdot (b_1 + \bar{b}_0 + a_1 + a_0)$

Pregunta 4. Obteniu el mapa de Karnaugh per a l'eixida S0. Realitzeu la simplificació del mapa tant per zeros com per uns.

	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	1	5	1	1
11	3	7	15	11
10	2	6	14	10

Simplificació de S0 per uns.

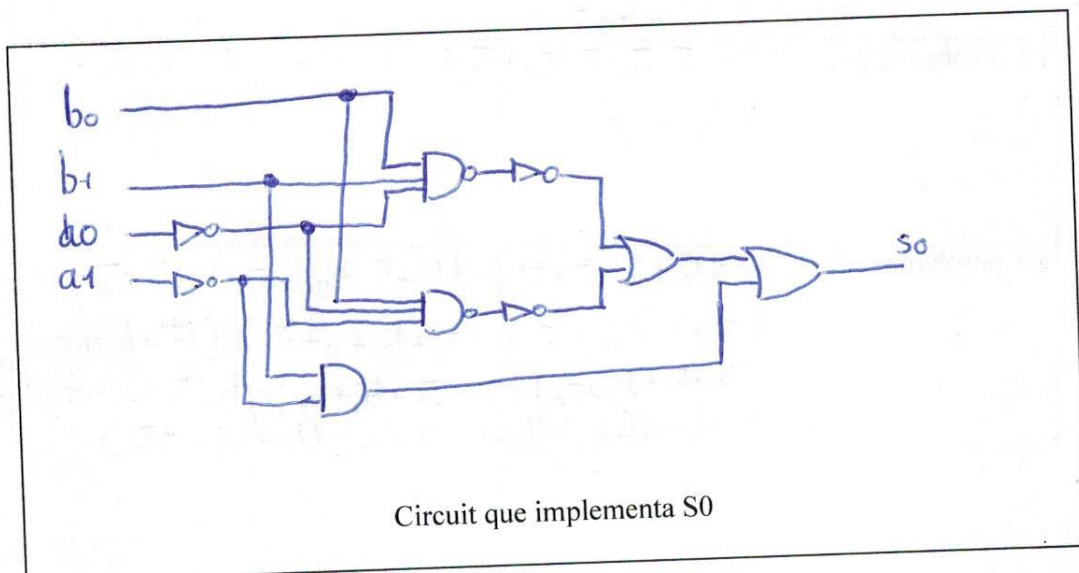
$$S0 = b_1 \cdot \bar{a}_1 + b_0 \cdot \bar{a}_1 \cdot \bar{a}_0 + b_1 \cdot b_0 \cdot \bar{a}_0$$

	00	01	11	10
00	0	4	12	8
01	1	5	13	9
11	3	7	15	11
10	2	6	14	10

Simplificació de S0 per zeros.

$$S0 = \bar{b}_1 \cdot \bar{b}_0 + \bar{b}_1 \cdot a_0 + b_1 \cdot a_1 + a_1 \cdot a_0 + \bar{b}_0 \cdot a_1$$

Pregunta 5. Per a l'eixida S0: A partir de les dues simplificacions anteriors, dibuixeu i posteriorment implementeu el circuit amb menor cost (que utilitze el menor nombre de portes, o portes amb menor nombre d'entrades). Per a la implementació del circuit es pot utilitzar qualsevol porta disponible en l'entrenador. **VERIFIQUEU**, valoració per valoració, que el circuit compleix la taula de veritat.



Pregunta 6. Obteniu el mapa de Karnaugh per a l'eixida S1. Realitzeu una simplificació de el mapa tant per zeros com per uns.

b_1b_0 a_1a_0	00	01	11	10
00	0 1	4	12	8
01	1	5 1	13	9
11	3	7	15 1	11
10	2	6	14	10 1

Simplificació de S1 per uns.

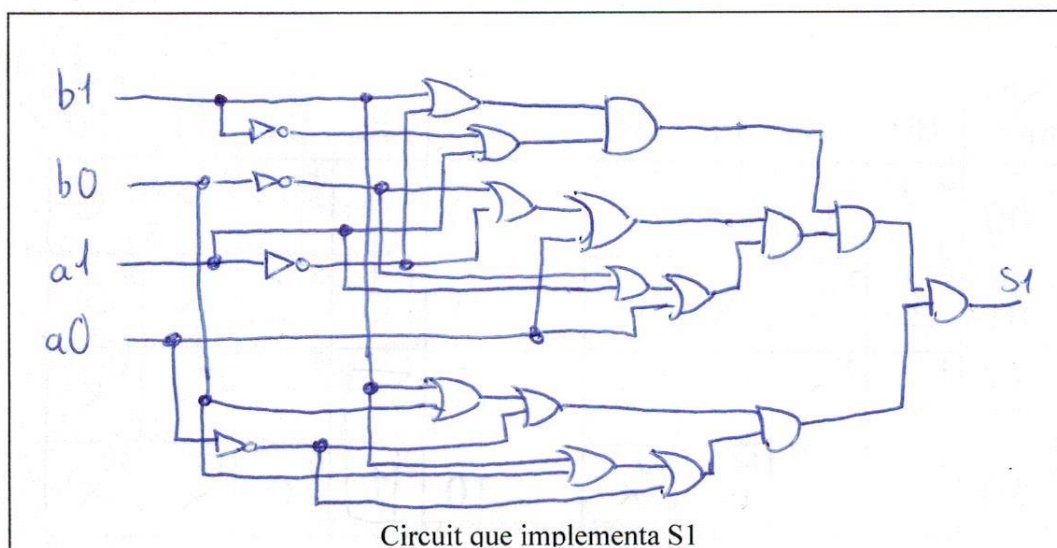
$$S1 = \bar{b}_1\bar{b}_0\bar{a}_1\bar{a}_0 + \bar{b}_1b_0\bar{a}_1a_0 + b_1b_0a_1a_0 + b_1\bar{b}_0a_1a_0$$

b_1b_0 a_1a_0	00	01	11	10
00	0	4 0	12 0	8 0
01	1 0	5	13 0	9 0
11	3 0	7 0	15	11 0
10	2 0	6 0	14 0	10

Simplificació de S1 per zeros.

$$S1 = (b_1 + \bar{a}_1)(\bar{b}_1 + a_1)(\bar{b}_0 + \bar{a}_1 + a_0)(\bar{b}_0 + a_1 + a_0)(\bar{b}_1 + b_0 + \bar{a}_0)(b_1 + b_0 + \bar{a}_0)$$

Pregunta 7. Per a la sortida S1: A partir de les dues simplificacions anteriors, dibuixeu i posteriorment implementeu el circuit amb menor cost (que utilitze el menor nombre de portes, o portes amb menor nombre d'entrades). Per a la implementació del circuit es pot utilitzar qualsevol porta disponible en l'entrenador. **VERIFIQUEU**, valoració per valoració, que el circuit compleix la taula de veritat.



CIRCUIT 2. CIRCUIT COMPLEMENTADOR

Es vol dissenyar un circuit que calcule el complement a 9 (Ca9) d'un nombre X representat en BCD, definint-se el $Ca9(X) = 9 - X$, sent $0 \leq X \leq 9$. El resultat, que també cal representar en BCD, es connectarà al descodificador de BCD a 7 segments del panell per a poder visualitzar-lo al *display* de 7 segments.

Pregunta 8. Escriu la taula de veritat associada al circuit que calcula el complement a 9 (Ca9) d'un nombre X representat en BCD.

d	c	b	a	D	C	B	A
0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	x	x	x	x
1	0	1	1	x	x	x	x
1	1	0	0	x	x	x	x
1	1	0	1	x	x	x	x
1	1	1	0	x	x	x	x
1	1	1	1	x	x	x	x

Pregunta 9. Obteniu el mapa de Karnaugh per a totes les eixides del circuit. En aquest exercici es deixa a criteri de l'alumnat la simplificació per zeros o per uns.

DC BA	00	01	11	10
00	0 1	4 0	12 x	8 0
01	1 1	5 0	13 x	9 0
11	3 0	7 0	15 x	11 x
10	2 0	6 0	14 x	10 x

Simplificació de D.

D = $\bar{d} \bar{c} \bar{b}$

DC BA	00	01	11	10
00	0 0	4 1	12 x	8 0
01	1 0	5 1	13 x	9 0
11	3 1	7 0	15 x	11 x
10	2 1	6 0	14 x	10 x

Simplificació de C.

C = $\bar{d} \bar{c} \bar{b} + \bar{d} \bar{c} b = \bar{d} (\bar{c} \bar{b} + \bar{c} b)$

DC BA	00	01	11	10
00	0 0	4 0	12 x	8 0
01	1 0	5 0	13 x	9 0
11	3 1	7 1	15 x	11 x
10	2 1	6 1	14 x	10 x

Simplificació de B.

B=..... \bar{b}

DC BA	00	01	11	10
00	0 1	4 1	12 x	8 1
01	1 0	5 0	13 x	9 0
11	3 0	7 0	15 x	11 x
10	2 1	6 1	14 x	10 x

Simplificació de A.

A=..... \bar{a}

Pregunta 10. Dibuixeu i posteriorment implementeu el circuit utilitzant les portes necessàries. **VERIFIQUEU**, valoració per valoració, que el circuit compleix la taula de veritat.

