

**SOLUZIONI DELLA PRIMA PROVA INTERMEDIA DEL CORSO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
NUOVO ORDINAMENTO DIDATTICO**

7 Aprile 2004

MOTIVARE IN MANIERA CHIARA LE SOLUZIONI PROPOSTE A CIASCUNO DEGLI ESERCIZI SVOLTI

ESERCIZIO 1 (10 punti)

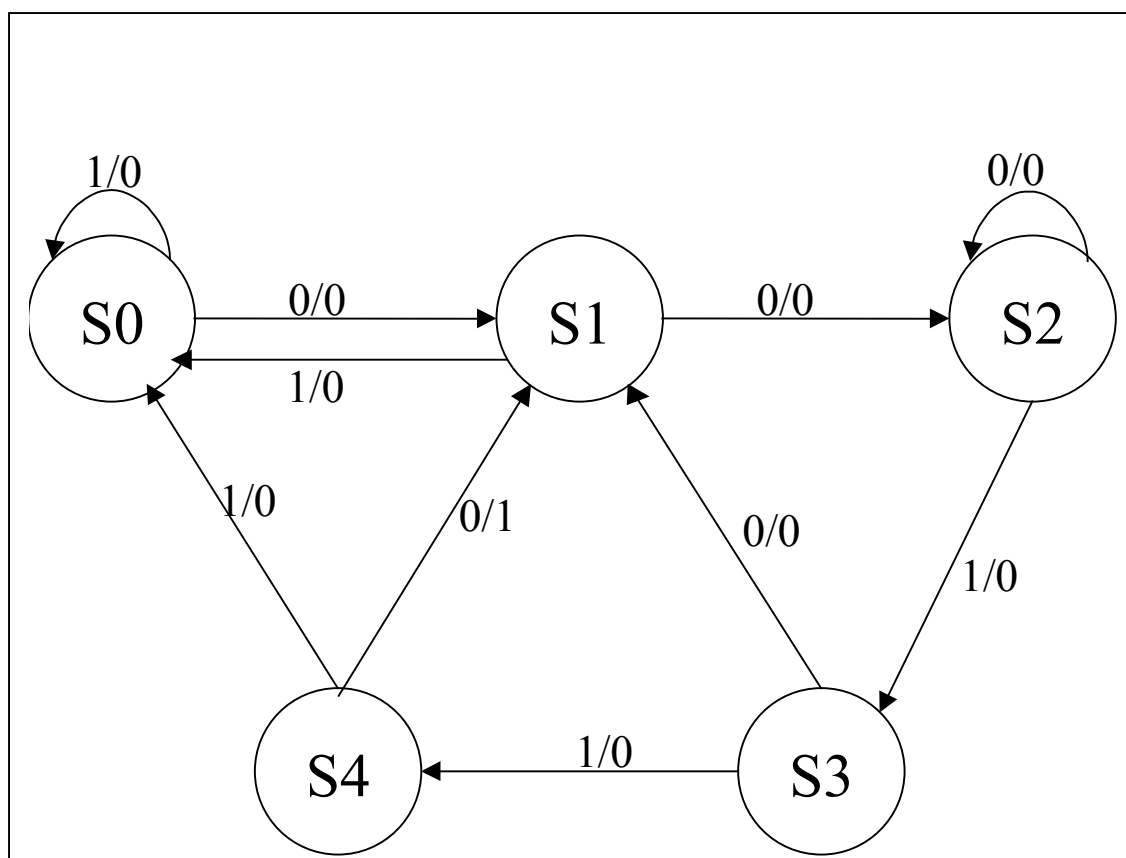
Progettare una rete sequenziale che presenti un ingresso X e un'uscita Z posta a 1 ogni volta che viene riconosciuta la sequenza 00110.

Si richiede:

- a) (6 punti) il diagramma degli stati, la tabella di flusso e la tabella delle transizioni;
- a) (4 punti) il calcolo delle forme minime delle variabili di eccitazione dei flip flop con le mappe di Karnaugh. Si usino flip flop JK. Calcolare anche la rete combinatoria per l'uscita Z.

Soluzione.

Il diagramma degli stati è il seguente:



La tabella di flusso è data da:

Stato presente	Stato successivo/Uscita	
	X=0	X=1
S0	S1/0	S0/0
S1	S2/0	S0/0
S2	S2/0	S3/0
S3	S1/0	S4/0
S4	S1/1	S0/0

Per codificare 5 stati occorrono tre flip flop. La codifica è la seguente:

S0 → 0 0 0; ...; S4 → 1 0 0. Nel seguito indicheremo ciascun bit della codifica con le lettere A, B, C. L'apice indicherà il bit nell'istante successivo a quello considerato.

A partire dalla tabella di eccitazione del flip flop JK:

Q	Q'	J	K
0	0	0	D
0	1	1	D
1	0	D	1
1	1	D	0

A	B	C	X	A'	Ja	Ka	B'	Jb	Kb	C'	Jc	Kc	Z
0	0	0	0	0	0	D	0	0	D	1	1	D	0
0	0	0	1	0	0	D	0	0	D	0	0	D	0
0	0	1	0	0	0	D	1	1	D	0	D	1	0
0	0	1	1	0	0	D	0	0	D	0	D	1	0
0	1	0	0	0	0	D	1	D	0	0	0	D	0
0	1	0	1	0	0	D	1	D	0	1	1	D	0
0	1	1	0	0	0	D	0	D	1	1	D	0	0
0	1	1	1	1	1	D	0	D	1	0	D	1	0
1	0	0	0	0	D	1	0	0	D	1	1	D	1
1	0	0	1	0	D	1	0	0	D	0	0	D	0
1	0	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
1	0	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
1	1	0	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
1	1	0	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
1	1	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
1	1	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Ora possiamo disegnare le mappe di Karnaugh

		AB			
		00	01	11	10
CX	00			d	d
	01			d	d
	11		1	d	d
	10			d	d

$$J_A = BCX$$

		AB			
		00	01	11	10
CX	00	d	d	d	1
	01	d	d	d	1
	11	d	d	d	d
	10	d	d	d	d

$$K_A = 1$$

		AB			
		00	01	11	10
CX	00		d	d	
	01		d	d	
	11		d	d	d
	10	1	d	d	d

$$J_B = C\bar{X}$$

		AB			
		00	01	11	10
CX	00	d		d	d
	01	d		d	d
	11	d	1	d	d
	10	d	1	d	d

$$K_B = C$$

		AB			
		00	01	11	10
CX	00	1		d	1
	01		1	d	
	11	d	d	d	d
	10	d	d	d	d

$$J_C = \bar{B} \cdot \bar{X} + BX$$

		AB			
		00	01	11	10
CX	00	d	d	d	d
	01	d	d	d	d
	11	1	1	d	d
	10	1		d	d

$$K_C = \bar{B} + X$$

Infine, per quanto riguarda l'uscita Z:

$$Z = A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{X}$$

Volendo utilizzare anche i don't care:

		AB			
CX		00	01	11	10
	00			d	1
	01			d	
	11			d	d
	10			d	d

$$Z = A\overline{X}$$

ESERCIZIO 2 (7 punti)

I trasferimenti di parole a/dalla memoria di un calcolatore sono codificate utilizzando il codice di Hamming. Si consideri la stringa di 8 bit 01101011 (il bit meno significativo è a sinistra). **Spiegando bene ogni passo del ragionamento:**

- 1) (1 punto) calcolare il minimo numero di bit di controllo necessari per la codifica della parola;
- 2) (3 punti) codificare la stringa data;
- 3) (3 punti) imporre un errore nel quinto bit della stringa data e spiegare come l'errore viene rivelato e corretto per mezzo della codifica di Hamming.

Soluzione.

- 1) Deve venire rispettata la condizione:

$$2^K \geq N + K + 1 \quad (1),$$

dove K è il numero di bit di controllo inseriti. Essendo N=8, il numero minimo di bit di controllo richiesto è 4.

- 2) Nella codifica di Hamming, la sequenza in ingresso presenta la seguente struttura:

c ₀	c ₁	b ₀	c ₂	b ₁	b ₂	b ₃	c ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇
		0		1	1	0		1	0	1	1

Dove c₀...c₃ sono i quattro bit costituenti il vettore di controllo, e b₀...b₇ gli otto bit trasmessi. Tali bit si ottengono con le seguenti operazioni

$$c_0 = b_0 \oplus b_1 \oplus b_3 \oplus b_4 \oplus b_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

$$c_1 = b_0 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_5 \oplus b_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$c_2 = b_1 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_7 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$c_3 = b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 1$$

La stringa codificata è 100111011011.

- 3) Nell'ipotesi di un errore sul quinto bit della stringa iniziale, la stringa ricevuta risulta: 100111010011. Per rivelare questo errore, bisogna ricalcolare i bit di controllo:

$$c'_0 = b_0 \oplus b_1 \oplus b_3 \oplus b_4 \oplus b_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$c'_1 = b_0 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_5 \oplus b_6 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$c'_2 = b_1 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_7 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$c'_3 = b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

Il passo successivo è calcolare il vettore di errore dato dalla differenza dei vettori di controllo c e c' (ricordiamo che somma e differenza tra bit producono lo stesso risultato):

$$e_0 = c_0 \oplus c'_0 = 1$$

$$e_1 = c_1 \oplus c'_1 = 0$$

$$e_2 = c_2 \oplus c'_2 = 0$$

$$e_3 = c_3 \oplus c'_3 = 1$$

Poiché il vettore risultante 1001 non è nullo, vi è un errore nella stringa di 12 bit e precisamente nella posizione indicata dal vettore di errore tradotto in notazione decimale. Il bit sbagliato nella stringa codificata è quindi il sesto (b₄), che può venire dunque corretto.

ESERCIZIO 3 (8 punti)

- (a) (5 punti) Si consideri una memoria primaria costituita da 128 parole e una memoria cache costituita da 16 parole. Il metodo di indirizzamento della cache sia quello diretto con blocchi di 4 parole. Si considerino le seguenti chiamate ad altrettante parole (indirizzi espressi in decimale): 52, 24, 1, 44, 25, 37, 47, 4, 3, 61. Si indichi il contenuto della cache, ovvero quali byte occupano i relativi blocchi di cache, dopo l'ultima chiamata.
- (b) (3 punti) Si consideri una gerarchia di memoria a tre livelli costituita da: cache, primaria e disco. Se l'hit ratio di cache è pari a 0.95, l'hit ratio di primaria è pari a 0.99, i tempi di accesso a cache, primaria e disco valgono rispettivamente, 4 nsec, 40 nsec e 5 msec, esprimere il tempo medio di accesso alla gerarchia in nanosecondi.

Soluzione.

(a)

Blocco 0	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3
0	4	24	60
1	5	25	61
2	6	26	62
3	7	27	63

(b) Con tutti i dati a nostra disposizione è sufficiente valutare la formula:

$$\bar{T} = H_C T_C + (H_P - H_C)(T_P + T_C) + (1 - H_P)(T_D + T_P + T_C)$$

Quindi:

$$\bar{T} = 0.95 \cdot 4 + 0.04 \cdot 44 + 0.01 \cdot 5000000 = 50006.04 ns$$

ESERCIZIO 4 (8 punti)

Un disco presenta le seguenti caratteristiche: 7200 giri/min, 100 settori per traccia, tempo di posizionamento medio 4 ms, 32 B per settore.

Calcolare il tempo medio di lettura di un blocco di 1 KB da disco, nell'ipotesi che la testina si trovi sul primo settore all'istante iniziale e che i settori del blocco siano situati ciascuno in tracce diverse.

Soluzione.

$$TROT = 60 / 7200 = 0.0083 \text{ secondi}$$

$$TLAT = TROT / 2 = 0.00415 \text{ secondi (tempo di latenza)}$$

$$Tlett = TROT / 100 = 0.0833 \text{ ms (tempo di lettura di un settore)}$$

$$Tpos = 4 \text{ ms.}$$

Numero di settori richiesti per il blocco da 1 KB: $1024B/32B = 32$.

Tempo di lettura del blocco da 1KB:

$$= Tlett + 31 * (TLAT + TPOS + Tlett) = 0.0833 + 31 * (4.15 + 4.00 + 0.0833) = 255.32 \text{ msec}$$