

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

11 Aprile 2006

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

ESERCIZIO 1 (8 punti)

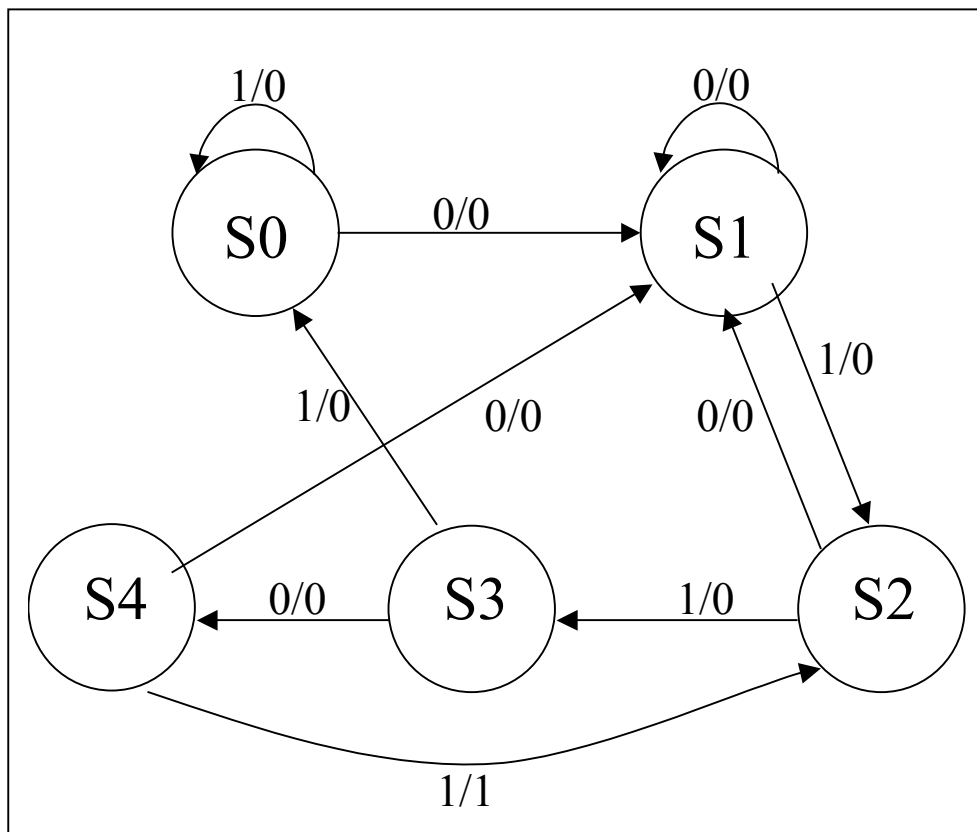
Progettare una rete sequenziale che presenti un ingresso X e un'uscita Z posta a 1 ogni volta che viene riconosciuta la sequenza 01101.

Si richiede:

- a) (5 punti) il diagramma degli stati, la tabella di flusso e la tabella delle transizioni;
- a) (3 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	S1/0	S2/0
S2	S1/0	S3/0
S3	S4/0	S0/0
S4	S1/0	S2/1

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

$S0 \rightarrow 0\ 0\ 0$; ...; $S4 \rightarrow 1\ 0\ 0$. 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	0	0	D	1	D	0	0
0	0	1	1	0	0	D	1	1	D	0	D	1	0
0	1	0	0	0	0	D	0	D	1	1	1	D	0
0	1	0	1	0	0	D	1	D	0	1	1	D	0
0	1	1	0	1	1	D	0	D	1	0	D	1	0
0	1	1	1	0	0	D	0	D	1	0	D	1	0
1	0	0	0	0	D	1	0	0	D	1	1	D	0
1	0	0	1	0	D	1	1	1	D	0	0	D	1
1	0	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	0
1	0	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	0
1	1	0	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	0
1	1	0	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	0
1	1	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D	D	0
1	1	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	0

Ora possiamo disegnare le mappe di Karnaugh

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

$$J_A = BC\bar{X}$$

		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	1
	11	1	d	d	d
	10		d	d	d

$$J_B = CX + AX$$

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

$$K_B = \bar{X} + C$$

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

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

		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

$$K_C = B + X$$

L'uscita Z si ricava facilmente dalla tabella delle transizioni: $Z = \bar{A}\bar{B} \cdot \bar{C}X$.

ESERCIZIO 2 (8 punti)

Sia data una gerarchia di memoria costituita da memoria cache e primaria. La memoria cache ha una capacità di otto parole, con linee da due parole. La memoria primaria ha una capacità di sessantaquattro parole, con blocchi di due parole e metodo di indirizzamento diretto.

- 1) (2 punti) Indicare, specificando il significato e la funzione dei diversi campi, come viene recuperata l'informazione nella cache a partire dall'indirizzo della parola in memoria primaria.
- 2) (6 punti) Sia data la sequenza di chiamate ad altrettanti indirizzi di memoria espressi in decimale (prima parola, indirizzo 0): 14, 12, 15, 16, 13, 17, 17, 15, 16, 15. Si indichi lo stato finale della cache e l'hit ratio.

Soluzione.

- 1) I sei bit di indirizzamento sono suddivisi nei seguenti campi:
< TAG 3 bit > < Cache Index 2 bit > < Offset 1 bit >.

2)

Per ottenere numero di blocco e numero di linea bisogna effettuare le seguenti operazioni:

Blocco = Parte_intera(Indirizzo/2); Linea = Resto(Blocco/4)

Chiamate	14	12	15	16	13	17	17	15	16	15
Blocco	7	6	7	8	6	8	8	7	8	7
Linea	3	2	3	0	2	0	0	3	0	3
Hit			X		X	X	X	X	X	X

Stato finale della cache:

Blocco 0	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3
16		12	14
17		13	15

Hit ratio = 7/10.

ESERCIZIO 3 (5 punti)

Calcolare il tempo medio di accesso di una gerarchia di memoria a tre livelli (cache, primaria, disco), sapendo che la cache ha un tempo di accesso pari a 4 ns, la primaria ha un tempo di accesso pari a 40 ns, il disco ha un tempo di accesso pari a 1 ms, l'hit ratio di cache è pari a 0.97, l'hit ratio di primaria è pari a 0.99.

Soluzione.

La formula del tempo medio di una gerarchia a tre livelli è data da:

$$T = T_c + (1 - H_c) * T_p + (1 - H_p) * T_d$$

con T_c , T_p , T_d tempi di accesso a cache, primaria e disco rispettivamente. H_c e H_p sono inoltre gli hit ratio di cache e di primaria. Sostituendo i valori dati dal testo si ha:

$$T = 4 + 0.03 \cdot 40 + 0.01 \cdot 1000000 = 4 + 1.2 + 10000 = 10005.2ns$$

ESERCIZIO 4 (5 punti)

Un disco presenta le seguenti caratteristiche: 7200 giri/min, 120 settori per traccia, tempo medio di posizionamento 2 ms, 256 B per settore. Si richiede il calcolo del tempo medio di lettura di un blocco di 512 B da disco, nell'ipotesi che la testina si trovi in un punto qualsiasi del disco all'istante iniziale e che il blocco sia registrato su settori contigui della stessa traccia.

Soluzione.

E' sufficiente valutare il tempo di latenza e il tempo di posizionamento una volta sola, in quanto il blocco è registrato su 2 settori contigui.

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

$$TLAT = TROT / 2 = 0.00415 \text{ secondi}$$

$$Tlett = TROT / 120 = 0.0694 \text{ ms}$$

$$\text{Tempo di lettura di un blocco} = TLAT + TPOS + 2 * Tlett = 4.15 + 2 + 2 * 0.0694 = 6.2888 \text{ ms}$$

ESERCIZIO 5 (7 punti)

I trasferimenti di parole a/dalla memoria di un calcolatore sono codificati utilizzando il codice di Hamming. Si consideri la stringa di 12 bit 001001101110 (il bit meno significativo è a sinistra), risultata dalla codifica di una parola di N bit secondo il codice di Hamming. **Spiegando bene ogni passo del ragionamento:**

- 1) (2 punti) calcolare N, supponendo di aver fatto uso del numero minimo di bit di controllo necessario per una stringa di 12 bit;
 - 2) (1 punto) scrivere la parola di N bit a partire dalla stringa data;
 - 3) (3 punti) indicare eventuali errori nella stringa codificata, specificando quale dei bit è stato alterato.
-

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 $N + K = 12$, si evince dalla (1) che il numero minimo di bit di controllo richiesto è 4. Da cui $N = 8$.

- 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	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0

Dove $c_0 \dots c_3$ sono i quattro bit costituenti il vettore di controllo, e $b_0 \dots b_7$ gli otto bit trasmessi. La sequenza ricevuta è 10111110.

- 3) Per verificare la presenza di un errore, dobbiamo ricalcolare il vettore di controllo a partire dalla sequenza ricevuta. Si ha:

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

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

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

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

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):

$$e_0 = c_0 \oplus c'_0 = 0$$

$$e_1 = c_1 \oplus c'_1 = 1$$

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

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

Poiché il vettore risultante 1010 non è nullo, vi è un errore nella stringa di 12 bit data e precisamente nella posizione indicata dal vettore di errore tradotto in notazione decimale. Il bit sbagliato è quindi il decimo (b_5), e la parola corretta è 10111010.