

**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DEL CORSO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
NUOVO ORDINAMENTO DIDATTICO**
6 Febbraio 2003

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

Nota: Gli studenti che consegnano e totalizzano un punteggio inferiore a 16 non potranno sostenere la prossima prova scritta.

ESERCIZIO 1 (9 punti)

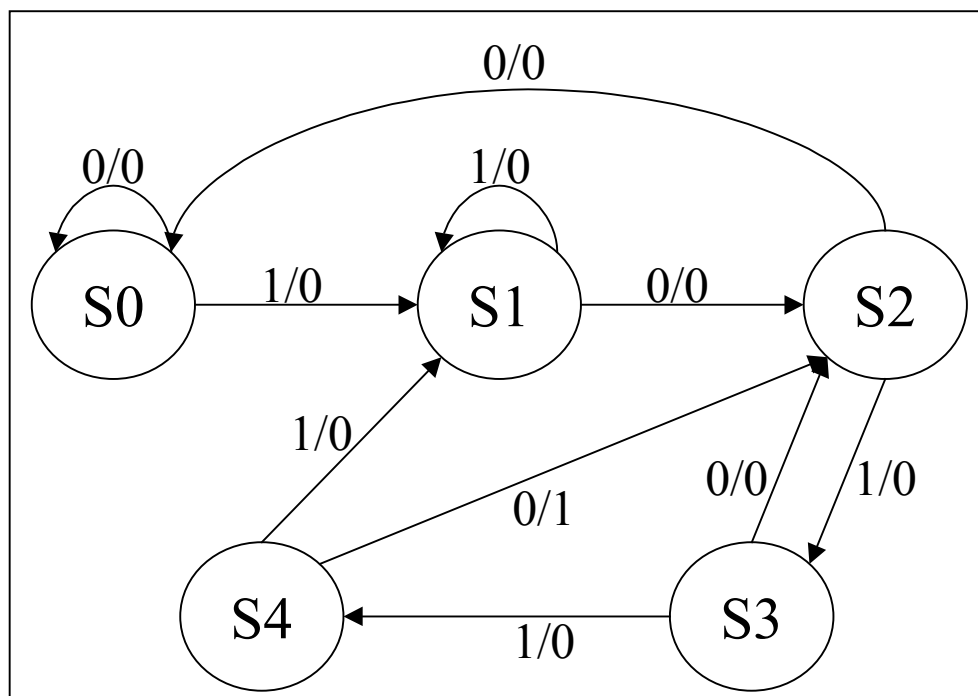
Progettare una rete sequenziale che presenti un ingresso X e un'uscita Z posta a 1 ogni volta che viene riconosciuta la sequenza di 10110.

Si richiede:

- (5 punti) il diagramma degli stati, la tabella di flusso e la tabella delle transizioni;
- (4 punti) il calcolo delle forme minime delle variabili di eccitazione dei flip flop con le mappe di Karnaugh. Si usino flip flop JK.

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	S0/0	S1/0
S1	S2/0	S1/0
S2	S0/0	S3/0
S3	S2/0	S4/0
S4	S2/1	S1/0

Per codificare 6 stati occorrono tre 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, si ricava la tabella delle transizioni.

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	0	0	D	0
0	0	0	1	0	0	D	0	0	D	1	1	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	1	D	0	0
0	1	0	0	0	0	D	0	D	1	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	1	D	0	1	1	D	0
0	1	1	1	1	1	D	0	D	1	0	D	1	0
1	0	0	0	0	D	1	1	1	D	0	0	D	1
1	0	0	1	0	D	1	0	0	D	1	1	D	0
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		1	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	1
	01		d	d	
	11		d	d	d
	10	1	d	d	d

$J_B = (A + C)\bar{X}$

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

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

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

$J_C = X$

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

$K_C = \bar{X} + B$

Infine, per quanto riguarda l'uscita, $Z = AB'C'X'$ (qui l'apice indica la negazione).

ESERCIZIO 2 (7 punti)

E' data la seguente sintassi e semantica di un set di istruzioni di una macchina a zero indirizzi:

Istruzione	Semantica
PUSH X	$M[X] \rightarrow \text{push}$
POP X	$\text{pop} \rightarrow M[X]$
ADD	$\text{pop} + \text{pop} \rightarrow \text{push}$
SUB	$\text{pop} - \text{pop} \rightarrow \text{push}$
MUL	$\text{pop} * \text{pop} \rightarrow \text{push}$

Nel caso di istruzioni con un operando esplicito (PUSH e POP), è introdotta l'ulteriore distinzione sintattica:

1. Se l'operando è preceduto dal carattere '*', allora l'indirizzamento è immediato (e.g. PUSH *X - non consentito per l'istruzione POP).
2. Se l'operando è preceduto dal carattere '&', allora l'indirizzamento è indiretto (e.g. POP &X).
3. Altrimenti l'indirizzamento segue la semantica in tabella.

Considerato il seguente stato della memoria:

Indirizzo	Contenuto
100	300
101	50
102	410
...	...
300	70
301	100
...	...
500	102

Indicare le operazioni svolte dalla seguente sequenza di istruzioni e lo stato finale della memoria:

PUSH 101
PUSH *100
PUSH 300
PUSH &301
ADD
MUL
SUB
POP &500

Soluzione.

La sequenza immette nella locazione di memoria 102 il valore 36950. Infatti:

PUSH 101 → immette nello stack il valore 50

PUSH *100 → immette nello stack il valore 100 (ind. Immediato)

PUSH 300 → immette nello stack il valore 70

PUSH &301 → immette nello stack il valore 300 (contenuto della locazione 100)

ADD, MUL, SUB → realizzano le operazioni di somma, prodotto e sottrazione sugli elementi dello stack

POP &500 → immette il risultato (36950) nella locazione 102.

ESERCIZIO 3 (9 punti)

L'ampiezza della linea dati del bus di un calcolatore è pari a 32 bit. La frequenza del clock della CPU è di 15 MHz. Tutte le istruzioni vengono eseguite alla velocità di un ciclo di clock, tranne le istruzioni di "LOAD" e "STORE" che hanno una durata pari a due cicli di clock. L'indirizzamento delle periferiche è realizzato mediante la tecnica del "memory-mapped I/O".

1. (2 punti) Descrivere brevemente la tecnica "memory-mapped I/O", quali sono i vantaggi e quali gli svantaggi.
2. (3 punti) Elencare le quattro istruzioni di CPU necessarie ad effettuare il trasferimento dati da una periferica alla memoria nel caso in cui i trasferimenti periferica-calcolatore vengano gestiti mediante I/O da programma.
3. (4 punti) Calcolare di quanto aumenta la velocità di trasferimento se, in luogo dell'I/O da programma, i trasferimenti vengono gestiti con DMA "block transfer".

Soluzione:

1. Vedi dispense del corso.
2. LOAD e STORE vengono usate sia per leggere che per scrivere da/su periferiche, essendo queste mappate in memoria. Le istruzioni necessarie sono dunque:
 - a) LOAD dalla periferica a registro CPU (2 cicli clock)
 - b) STORE da registro CPU a memoria (2 cicli clock)
 - c) Generazione indirizzo successivo (1 ciclo clock)
 - d) Conteggio dati da trasferire (1 ciclo clock)
3. Bisogna innanzi tutto calcolare la velocità di trasferimento nel caso I/O da programma.

$$V(I/O \text{ prg}) = 4 \text{ (byte/parola)} * 1/6 \text{ (parole/ciclo)} * 15 * 10^6 \text{ (cicli/sec)} = 10^7 \text{ (byte/sec)}$$

Ora calcoliamo la stessa velocità per il DMA block transfer:

$$V(I/O \text{ bt}) = 4 \text{ (byte/parola)} * 1 \text{ (parole/ciclo)} * 15 * 10^6 \text{ (cicli/sec)} = 8 * 10^7 \text{ (byte/sec)}$$

La velocità di trasferimento con DMA block transfer è dunque 8 volte superiore a quella con I/O da programma.

ESERCIZIO 4 (8 punti)

Sia dato un disco con le seguenti caratteristiche: 7200 giri/min, 100 tracce, 48 settori per traccia, 512 byte per settore, tempo di spostamento dalla prima all'ultima traccia 40 msec.

Calcolare il tempo di lettura di un file da 12 Kbyte nelle seguenti condizioni:

- 1) (4 punti) il file è registrato su settori contigui ma la testina di lettura si trova in un punto qualsiasi del disco;
- 2) (4 punti) il file è registrato su tracce diverse (distanza media 3 tracce) ma la testina si trova sul primo settore del file.

Soluzione.

Trotazione = $60/7200$ sec = 8.33 msec

Tlatenza = $\frac{1}{2} * \text{Trotazione}$ = 4.17 msec

Tlettsett = Trotazione/48 = 0.17 msec

Il file è registrato su $12 * 2^{10} / 2^9 = 24$ settori.

- 1) Nel primo caso, bisogna tenere conto della posizione della testina. In questo caso il tempo di posizionamento potrebbe essere calcolato facendo la media tra caso peggiore e caso migliore: ovvero che il sistema debba compiere 99 spostamenti, e che non ne debba compiere neanche uno. Scriveremo allora:

$\text{Tposizioneamento} = 40 \text{ msec} / 2 = 20 \text{ msec}$

$\text{Tlettura} = \text{Tlatenza} + \text{Tposizioneamento} + 24 * \text{Tlettsett} = 4.17 + 20 + 24 * 0.17$
 $= 28.25 \text{ msec}$

- 2) Nel secondo caso, invece il tempo medio di posizionamento è dato da:

$\text{Tposizioneamento} = 40 \text{ ms} / 99 * 3 = 1.21 \text{ msec}$

$\text{Tlettura} = \text{Tlettsett} + 23 * (\text{Tlatenza} + \text{Tposizioneamento} + \text{Tlettsett}) =$
 $= 24 * \text{Tlettsett} + 23 (\text{Tlatenza} + \text{Tposizioneamento}) = 4.08 + 23 * 5.38$
 $= 127.82 \text{ msec}$