

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DEL CORSO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
 NUOVO E VECCHIO ORDINAMENTO DIDATTICO
 29 Marzo 2001

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

ESERCIZIO 1 (NO: 8 punti – VO: 7 punti)

Progettare una rete sequenziale che presenti un ingresso X e una uscita Y posta ad 1 ogni volta che viene riconosciuta la sequenza 0100. Si richiede:

- (NO: 5 punti – VO: 3 punti) il diagramma degli stati, la tabella di flusso e la tabella delle transizioni con il vincolo di impiegare non più di quattro stati, usando FF-D;
- (NO: 3 punti – VO: 2 punti) il calcolo delle forme minime per le variabili di eccitazione dei flip flop e per l'uscita impiegando le mappe di Karnaugh.
- (solo VO: 2 punti) Volendo riconoscere la sequenza 1011 (complementare della precedente) senza rifare daccapo il progetto, dire quale modifica va fatta, dal punto di vista logico o circuitale, spiegando esaurientemente il motivo.

Soluzione.

Rispettando il vincolo di progetto, è possibile realizzare un riconoscitore della sequenza indicata. Riportiamo il diagramma degli stati, e la tabella di flusso:

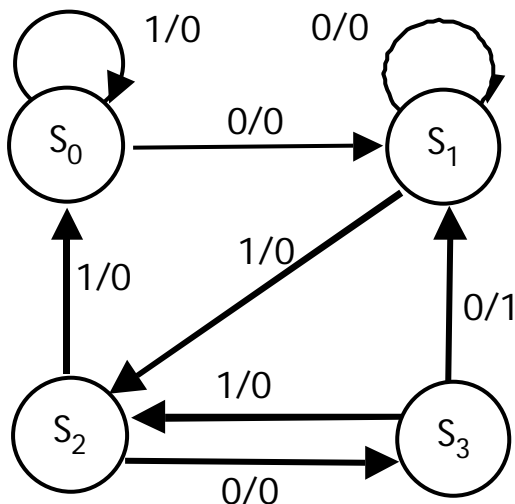


Tabella di flusso

Stato iniziale	Stato finale/uscita	
	x = 0	x = 1
S ₀	S ₁ /0	S ₀ /0
S ₁	S ₁ /0	S ₂ /0
S ₂	S ₃ /0	S ₀ /0
S ₃	S ₁ /1	S ₂ /0

Sono dunque sufficienti due FF-D. La tabella delle transizioni è:

Stato presente	Stato futuro		Uscita	
	X=0	X=1	X=0	X=1
0 0	0 1	0 0	0	0
0 1	0 1	1 0	0	0
1 0	1 1	0 0	0	0
1 1	0 1	1 0	1	0

Indicando le uscite dei due FF-D con A e B, scriviamo le mappe di Karnaugh relative ai valori futuri A' e B' e all'uscita Y:

AB

X	00	01	11	10
0				1
1		1	1	

$A' = XB + \bar{X}A\bar{B}$

AB

X	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1				

$B' = \bar{X}$

AB

X	00	01	11	10
0			1	
1				

$Y = \bar{X}AB$

c) Dal punto di vista logico basta negare la variabile di ingresso X, senza alterare la rete sequenziale. Dal punto di vista circuitale ciò corrisponde alla sostituzione delle connessioni ad X con le negare e viceversa. Infatti l'automa risulta invariato, perché la *struttura della sequenza* è la stessa. Vengono invertiti i valori etichettanti gli archi relativi all'ingresso X; in termini di tabella di flusso, le colonne vengono permutate; in termini di mappe di Karnaugh, vengono permutate le righe.

ESERCIZIO 2 (NO: 9 punti - VO: 8 punti)

Si consideri un calcolatore dotato di un sistema di memorizzazione su disco avente le seguenti caratteristiche:

- 100 tracce per superficie;
- capacità di una traccia = 16 Kbyte;
- velocità di rotazione = 7200 giri/minuto;
- tempo impiegato dalla testina per spostarsi dalla traccia più interna a quella più esterna (o viceversa): 120 ms.

Il sistema operativo utilizza una memoria paginata, con dimensione delle pagine pari a 4 Kbyte, e memorizza su disco le pagine di uno stesso file in maniera tale che la distanza media fra due pagine successive sia pari a 12 tracce.

- a) (NO: 6 punti – VO: 4 punti) Calcolare le dimensioni di un programma il cui tempo di caricamento è di 300 ms.
- b) (NO: 3 punti – VO: 2 punti) Calcolare il tempo di caricamento del programma al punto a) nel caso la distanza media fra due pagine successive sia pari a 1 traccia.
- c) (solo VO: 2 punti) Indicare e spiegare la modalità tipica di trasferimento dati attraverso il bus dal disco alla memoria.

Nota bene:

Si ipotizzi che ciascuna pagina sia contenuta in un'unica traccia e non sia frammentata su più tracce e che la testina si trovi inizialmente in un punto qualsiasi del disco.

Soluzione.

a) Poiché la testina impiega 120 ms per spostarsi di 99 tracce, $(120/99)$ ms è il tempo di posizionamento da una traccia a quella contigua. Due pagine di uno stesso file distano 12 tracce, quindi il tempo medio di posizionamento è dato da $(120/99) \cdot 12 = 14.54$ ms. Una rotazione, ovvero la lettura di una traccia, richiede $60/7200$ s = 8.33 ms, quindi $T = 4.17$ ms.

Infine, una pagina occupa $\frac{1}{4}$ di traccia. Dunque viene letta in $T_R = (1/4) \cdot 8.33$ ms = 2.08 ms.

Indicando con x la dimensione del programma in Kbyte, e ricordandosi che ogni pagina richiede 4 Kbyte, l'espressione $(x/4)$ rappresenta il numero totale di pagine di cui è composto il file. Si ha allora:

$$300 \text{ ms} = (x/4) \cdot (T_P + T_L + T_R) = 5.1975x \text{ ms}$$

quindi $x = 57$ Kbyte circa.

b) Il tempo di posizionamento si riduce a $(120/99)=1.21$ ms. Il tempo di caricamento è allora dato da:

$$(57/4) * (1.21 + 4.17 + 2.08) = 106.305 \text{ ms.}$$

c) La modalità tipica di trasferimento dati per un dispositivo di memoria secondaria è la *DMA block transfer*. In esso una parola di lunghezza arbitraria è trasferita mediante una sequenza continua di blocchi mentre il DMA controller è il "master" del bus di sistema. Ciò consente la trasmissione alla massima velocità possibile. Questa modalità è usata per i dispositivi di memoria secondaria perché per essi la trasmissione dei dati non può essere interrotta o rallentata pena la perdita dei dati stessi. La modalità descritta impedisce però alla CPU l'impiego del bus durante il trasferimento, quindi periodi di inattività anche lunghi, causando un rallentamento del programma in esecuzione finché l'operazione non è terminata.

ESERCIZIO 3 (NO: 8 punti – VO: 7 punti)

Un calcolatore ha un sistema di memoria virtuale a tre livelli costituita da: cache, memoria primaria e disco. Sapendo che:

- il tempo medio di accesso al sistema di memoria è 0.5 ms;
- la lettura di una parola che si trova già memorizzata nella cache richiede 20 ns;
- la lettura di una parola dalla memoria primaria e il suo trasferimento in cache richiedono complessivamente 60 ns;
- la lettura di una parola dal disco e il suo trasferimento in memoria primaria richiedono complessivamente 12 ms;
- la probabilità che una parola si trovi in memoria primaria quando non è presente nella cache è pari a 0.6;

calcolare la probabilità che una parola si trovi in cache.

Soluzione:

Si devono considerare tre possibili situazioni:

Posizione della parola richiesta	Probabilità	Tempo di accesso totale
In cache	P	20 ns
Non in cache ma in primaria	$(1 - P) * 0.6$	$60\text{ns} + 20 \text{ ns} = 80 \text{ ns}$
Non in cache né in primaria	$(1 - P) * (1 - 0.6) = (1 - P) * 0.4$	$12 \text{ ms} + 60 \text{ ns} + 20 \text{ ns}$

Infatti la probabilità 0.6 corrisponde a una probabilità *condizionale*, non all'hit ratio di primaria che è definito come *la probabilità di trovare la parola in primaria* (senza ulteriori condizioni).

Il calcolo riferito, per esempio, alla seconda riga, ovvero il termine $(1-P)*0.6$, costituisce la *probabilità (congiunta)* di avere la parola in primaria e di non averla in cache, ed è il "peso" corretto da attribuire al tempo di accesso totale quando una parola non in cache viene rilevata in primaria, nel calcolo del tempo medio di accesso alla gerarchia.

Pertanto il tempo medio di accesso alla gerarchia di memoria è dato da:

$$500000 = P*20 + (1-P)*0.6* 80 + (1-P)*0.4* 12000080$$

$$P = 0.8958.$$

ESERCIZIO 4 (NO: 8 punti – VO: 6 punti)

La memoria di un calcolatore è gestita con una tecnica di 'paginazione su richiesta'. Si consideri la seguente richiesta di pagine: 1, 3, 2, 4, 5, 3, 1, 3, 3, 2, 4, 1. Mostrare il "page trace", calcolare il numero di "page faults" e l' "hit ratio" per una memoria di dimensione pari a quattro pagine, nei seguenti due casi:

(a) (NO: 4 punti – VO: 3 punti) strategia di rimpiazzamento delle pagine FIFO.

(b) (NO: 4 punti – VO: 3 punti) strategia di rimpiazzamento delle pagine LRU.

Soluzione.

Il "page trace" nel caso di strategia di rimpiazzamento delle pagine FIFO (x = hit)

Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Richieste	1	3	2	4	5	3	1	3	3	2	4	1
Pagine	1	3	2	4	5	5	1	3	3	2	4	4
		1	3	2	4	4	5	1	1	3	2	2
			1	3	2	2	4	5	5	1	3	3
				1	3	3	2	4	4	5	1	1
Hit						x			x			x

Page faults: 9 - Hit ratio = $3/12 = 1/4$

"Page trace" nel caso di strategia di rimpiazzamento delle pagine LRU (x = hit)

Tempo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Richieste	1	3	2	4	5	3	1	3	3	2	4	1
Pagine	1	3	2	4	5	3	1	3	3	2	4	1
		1	3	2	4	5	3	1	1	3	2	4
			1	3	2	4	5	5	5	1	3	2
				1	3	2	4	4	4	5	1	3
Hit						x		x	x			x

Page faults: 8 - Hit ratio = $4/12 = 1/3$

ESERCIZIO 5 (solo VO: 5 punti)

Spiegare in modo chiaro e sintetico la classificazione "strutturale" delle architetture parallele a seconda che si faccia riferimento:

- 1) (3 punti) all'organizzazione della memoria;
- 2) (2 punti) alla rete di interconnessione.

Soluzione.

Vedere le dispense del corso (modulo sesto, pp.25-33).