

**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DEL CORSO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
NUOVO ORDINAMENTO DIDATTICO
11 Settembre 2002**

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)

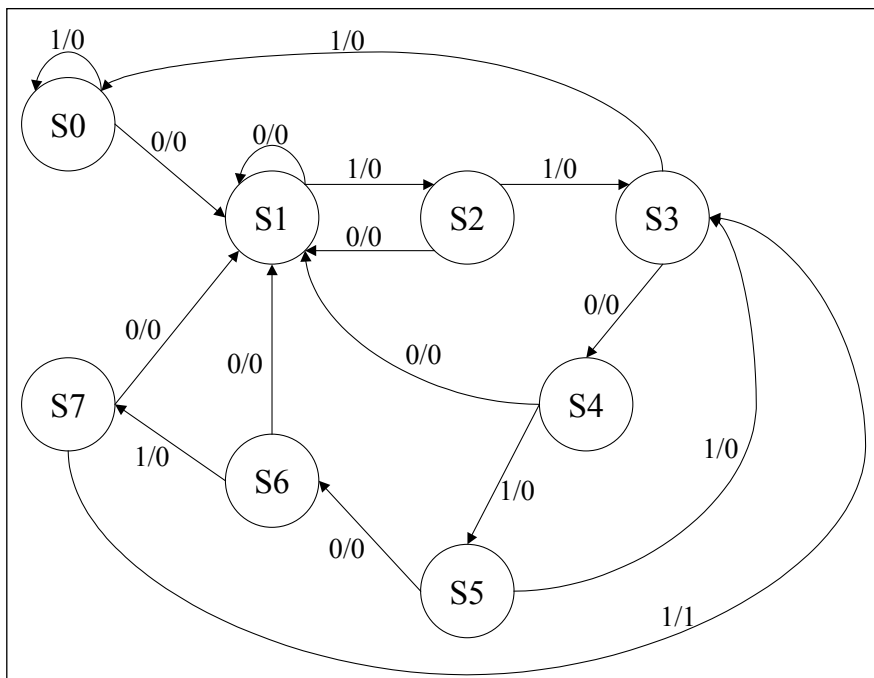
Progettare una rete sequenziale che presenti un ingresso X e un'uscita Z posta a 1 ogni volta che viene riconosciuta la sequenza di otto bit 01101011.

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	S1/0	S0/0
S1	S1/0	S2/0
S2	S1/0	S3/0
S3	S4/0	S0/0
S4	S1/0	S5/0
S5	S6/0	S3/1
S6	S1/0	S7/0
S7	S1/0	S3/1

Per codificare 6 stati occorrono tre flip flop. La codifica è la seguente:

S0 → 0 0 0; ...; S7 → 1 1 1. 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 T, 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	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	1	D	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	1	D	0	0	0	D	1	1	D	0
1	0	1	0	1	D	0	1	1	D	0	D	1	0
1	0	1	1	0	D	1	1	1	D	1	D	0	0
1	1	0	0	0	D	1	0	D	1	1	1	D	0
1	1	0	1	1	D	0	1	D	0	1	1	D	0
1	1	1	0	0	D	1	0	D	1	1	D	0	0
1	1	1	1	0	D	1	1	D	0	1	D	0	1

Ora possiamo disegnare le mappe di Karnaugh.

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

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

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

$$K_A = \bar{C} \cdot \bar{X} + CX + BC$$

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

$$J_B = CX + AC$$

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

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

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

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

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

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

Infine, per quanto riguarda l'uscita, $Z = ABCX$.

ESERCIZIO 2 (8 punti)

I trasferimenti di parole a/dalla memoria di un calcolatore sono codificate utilizzando il codice di Hamming. Si consideri la stringa di 9 bit 010010101 da codificare con il codice di Hamming (il bit meno significativo è a sinistra). **Spiegando bene ogni passo del ragionamento:**

- 1) (2 punti) calcolare la lunghezza della stringa codificata, sapendo che è stato fatto uso del minimo numero di bit di controllo per la codifica;
- 2) (3 punti) codificare la stringa con il codice di Hamming;
- 3) (3 punti) imporre un errore nel bit più significativo della stringa codificata (quello a destra), e illustrare come esso viene rilevato e corretto.

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 $N=9$, il numero minimo di bit di controllo richiesto è 4. Quindi la stringa codificata formata da $N+K=9+4=13$ bit.

- 2) Per codificare la stringa secondo Hamming:

$$c_0 = b_0 \oplus b_1 \oplus b_3 \oplus b_4 \oplus b_6 \oplus b_8 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

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

$$c_2 = b_1 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_7 \oplus b_8 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$c_3 = b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 \oplus b_8 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

- 3) Nella codifica di Hamming, la sequenza 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	b_8
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1

Dove $c_0...c_3$ sono i quattro bit costituenti il vettore di controllo, e $b_0...b_8$ i nove bit trasmessi. Imponendo un errore nel bit più significativo, ovvero nel tredicesimo, il valore di b_8 passa da 1 a 0.

Per verificare la presenza di tale errore è necessario calcolare la parità fra i bit di controllo e i relativi bit controllati:

$$e_0 = c_0 \oplus b_0 \oplus b_1 \oplus b_3 \oplus b_4 \oplus b_6 \oplus b_8 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

$$e_1 = c_1 \oplus b_0 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_5 \oplus b_6 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$e_2 = c_2 \oplus b_1 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_7 \oplus b_8 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

$$e_3 = c_3 \oplus b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 \oplus b_8 = 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$$

Poiché il vettore risultante 1101 non è nullo, vi è un errore nella stringa di 13 bit e precisamente nella posizione indicata dal vettore di errore tradotto in notazione decimale. Il bit sbagliato nella stringa codificata è quindi il tredicesimo (b_8), che può venire dunque corretto.

ESERCIZIO 3 (9 punti)

- (3 punti) Illustrare brevemente i metodi di indirizzamento della memoria cache, con particolare riguardo alla formattazione del campo indirizzi e al modo con cui si ricavano i valori TAG, cache index, offset.
- (6 punti) Si consideri la sequenza di riferimenti alla memoria indicati come indirizzi di parole (il primo indirizzo è 0): 10, 7, 20, 1, 19, 8, 11, 6, 5, 3. Ipotizzando che la cache abbia dimensione complessiva pari a 16 parole, indicare i cache hit e il contenuto finale della cache, nella seguente configurazione: cache associativa su insiemi di due blocchi con blocchi di due parole. La strategia di sostituzione usata è la LRU.

Soluzione:

- Per quanto riguarda la descrizione dei singoli metodi di indirizzamento, si vedano le dispense del corso. Qui ci limitiamo a ricordare che, nei casi di indirizzamento diretto e associativo su insiemi, il campo indirizzi viene formattato nei sottocampi TAG, cache index (indice del blocco o dell'insieme), offset (posizione della parola nel blocco). Per ottenere questi campi, si effettuano le seguenti divisioni:

$$\text{BlockFrame}(\text{TAG} + \text{cacheIndex}) = \text{Int}\left(\frac{\text{Index}}{\text{BlockDim}}\right)$$

$$\text{Offset} = \text{Mod}\left(\frac{\text{Index}}{\text{BlockDim}}\right)$$

$$\text{TAG} = \text{Int}\left(\frac{\text{BlockFrame}}{\# \text{Block}}\right)$$

$$\text{CacheIndex} = \text{Mod}\left(\frac{\text{BlockFrame}}{\# \text{Block}}\right)$$

- Applicando per ciascuna chiamata le formule al passo 1 si ricavano i seguenti valori per ciascun set:

Index	10	7	20	1	19	8	11	6	5	3
Set	1	3	2	0	1	0	1	3	2	1
Hit							X	X		

Il contenuto finale della cache è dunque:

	Set 0	Set 1	Set 2	Set 3
Blocco 0	0	10	20	6
	1	11	21	7
Blocco 1	8	2	4	
	9	3	5	

Si tenga presente che in corrispondenza dell'ultima chiamata, ovvero alla parola di indirizzo 3, è stata necessaria una sostituzione di uno dei due blocchi dell'insieme 1. Ricordando che la politica di sostituzione è la LRU, e che il primo blocco era stato recentemente usato attraverso la chiamata alla parola 11, il blocco di primaria contenente la parola 3 è stato trasferito nel secondo blocco, sovrascrivendo il precedente blocco di primaria, che conteneva la parola 19.

ESERCIZIO 4 (7 punti)

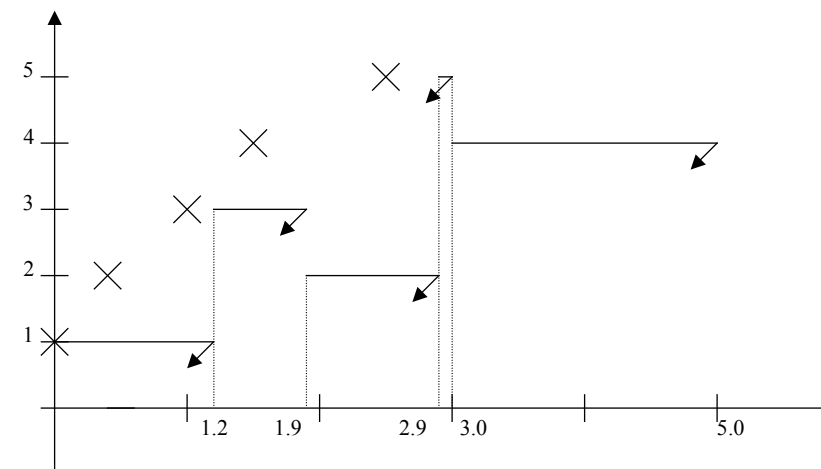
Sia data la seguente lista di processi:

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di CPU
1	0.0	1.2
2	0.4	1.0
3	1.0	0.7
4	1.5	2.0
5	2.5	0.1

- Mostrare, utilizzando il metodo grafico, la sequenza di esecuzione dei processi qualora si impieghi la politica di scheduling SJF monoprogrammata (4 punti).
- Calcolare il tempo di turnaround medio e il tempo di turnaround pesato medio (3 punti).

Soluzione.

Grafico processo-tempo con politica SJF monoprogrammata:



Processo	Arrivo	Inizio	Fine	Turnaround	WT
1	0.00	0.00	1.20	1.20	1.00
2	0.40	1.90	2.90	2.50	2.50
3	1.00	1.20	1.90	0.90	1.29
4	1.50	3.00	5.00	3.50	1.75
5	2.50	2.90	3.00	0.50	5.00
Media				1.72	2.31