

**SOLUZIONI DELLA PRIMA PROVA INTERMEDIA DEL CORSO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
NUOVO ORDINAMENTO DIDATTICO**
19 Aprile 2007

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

ESERCIZIO 1 (10 punti)

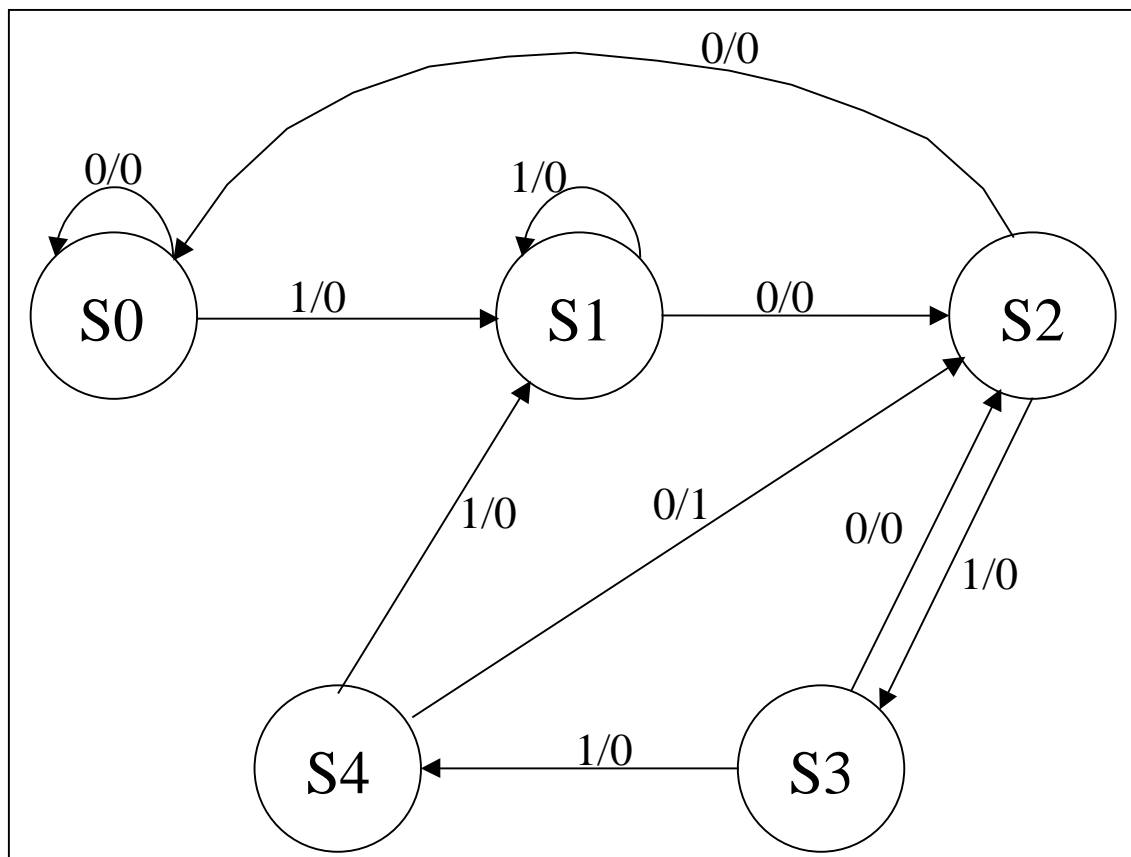
Progettare una rete sequenziale che presenti un ingresso X e un'uscita Z posta a 1 ogni volta che viene riconosciuta la sequenza 10110.

Si richiede:

- (4 punti) il diagramma degli stati, la tabella di flusso e la tabella delle transizioni;
- (3 punti) il calcolo delle forme minime delle variabili di eccitazione dei flip flop con le mappe di Karnaugh. Si usino flip flop JK. Sintetizzare anche la rete combinatoria per l'uscita Z.
- (3 punti) Spiegare come si possono sintetizzare le reti combinatorie per la transizione degli stati utilizzando un decoder opportuno ed una memoria ROM.

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 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	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	0	D	1	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	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			
CX		00	01	11	10
	00			d	d
	01			d	d
	11		1	d	d
	10			d	d

$$J_A = BCX$$

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

$$K_A = 1$$

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

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

		AB			
CX		00	01	11	10
	00	d	1	d	d
	01	d		d	d
	11	d	1	d	d
	10	d	0	d	d

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

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

$$J_C = X$$

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

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

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 (5 punti)

I trasferimenti di parole a/dalla memoria di un calcolatore sono codificati utilizzando il codice di Hamming. Si consideri la parola 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) (2 punti) codificare la parola data;
- 3) (2 punti) imporre un errore nel quinto bit della **parola inizialmente data**. 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 $c_0 \dots c_3$ sono i quattro bit costituenti il vettore di controllo, e $b_0 \dots b_7$ 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 (posizione 9). Il bit sbagliato nella stringa codificata è quindi b_4 , che può venire dunque corretto.

ESERCIZIO 3 (10 punti)

- (a) (6 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 associativo su insiemi a due vie 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, 45, 61. Si indichi il contenuto della cache, ovvero quali byte occupano i relativi blocchi di cache, dopo l'ultima chiamata, nel caso si adoperino algoritmi di rimpiazzamento FIFO ed LRU.
- (b) (2 punti) Si consideri una gerarchia di memoria a tre livelli costituita da: cache, primaria e disco. Se l'hit ratio della cache è pari a 0.95, l'hit ratio della primaria è pari a 0.99, i tempi di accesso a cache, primaria e disco valgono rispettivamente 4 ns, 40 ns e 5 ms, esprimere il tempo medio di accesso alla gerarchia in nanosecondi.
- (c) (2 punti) Durante il test delle chiamate ad un processo si sono ottenuti i seguenti valori di performance per una gerarchia di memorie a tre livelli: $H_c = 0.9$, $H_p = 0.75$, $H_d = 0.99$. Il processo era completamente memorizzato nel disco. H_c , H_p , H_d sono gli hit ratio di cache, primaria e disco. Spiegare, motivando chiaramente la risposta, se i valori ottenuti sono compatibili con quanto ci si attende da una gerarchia di memoria.

Soluzione.

- (a) <TAG 4 bit><Index 1 bit><Offset 2 bit>

FIFO

Set 0		Set 1	
Blocco 0	Blocco 1	Blocco 0	Blocco 1
24	0	44	60
25	1	45	61
26	2	46	62
27	3	47	63

LRU

Set 0		Set 1	
Blocco 0	Blocco 1	Blocco 0	Blocco 1
24	0	60	44
25	1	61	45
26	2	62	46
27	3	63	47

- (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)

1) (6 punti) Un disco presenta le seguenti caratteristiche: 7200 giri/min, 100 settori per traccia, tempo di posizionamento da una traccia a quelle adiacente 1 ms, 101 tracce per superficie, 32 B per settore.

Calcolare il tempo medio di lettura di un blocco di 1 KB da disco, nell'ipotesi che il primo settore utile si trovi nella prima traccia, che la testina si trovi nell'ultima traccia all'istante iniziale, e che i settori del blocco siano situati, a due a due, in tracce diverse distanti mediamente quattro tracce.

2) (2 punti) Riducendo la velocità di rotazione del 10% indicare quali parametri risultano alterati e di quanto si riduce, o si incrementa, il tempo di lettura del file alla domanda precedente.

Soluzione.

1)

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

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

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

$$Tsp = 1 \text{ ms}$$

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

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

considerando i settori non contigui

In questo caso occorre considerare che per leggere i primi 2 settori (residenti sulla prima traccia) la testina dovrà attraversare 100 tracce. Visto che i settori restanti sono a due a due sulla stessa traccia, occorrerà inoltre dimezzare il tempo di posizionamento medio.

Tempo di lettura del blocco da 1KB:

$$= 100 * Tsp + 2 * Tlett + 2 * TLAT + 30 * (TLAT + Tpos/2 + Tlett) = \\ 100 * 1 + 2 * 0.083 + 2 * 4.15 + 30 * (4.15 + 2 + 0.083) = 295.46 \text{ ms}$$

considerando i settori contigui

Tempo di lettura del blocco da 1KB:

$$= 100 * Tsp + 2 * Tlett + TLAT + 30 * (TLAT/2 + Tpos/2 + Tlett) = \\ 100 * 1 + 2 * 0.083 + 4.15 + 30 * (4.15/2 + 2 + 0.083) = 229.06 \text{ ms}$$

2)

Riducendo la velocità di rotazione del 10% si ottiene

$$\text{Velocità} = 7200 * (1 - 0.1) = 6480 \text{ rpm}$$

$$TROT' = 60 / 6480 = 0.00926 \text{ secondi}$$

Conseguentemente cambiano il tempo di latenza e quello di lettura:

$$TLAT' = TROT' / 2 = 0.00463 \text{ secondi}$$

$$Tlett' = TROT' / 100 = 0.0925 \text{ ms}$$

considerando i settori non contigui

Tempo di lettura del blocco da 1KB:

$$= 100 * Tsp + 2 * Tlett' + 2 * TLAT' + 30 * (TLAT' + Tpos/2 + Tlett') = \\ 100 * 1 + 2 * 0.093 + 2 * 4.63 + 30 * (4.63 + 2 + 0.093) = 311.14 \text{ ms}$$

considerando i settori contigui

Tempo di lettura del blocco da 1KB:

$$= 100 * Tsp + 2 * Tlett' + TLAT' + 30 * (TLAT'/2 + Tpos/2 + Tlett') = \\ 100 * 1 + 2 * 0.093 + 4.63 + 30 * (4.63/2 + 2 + 0.093) = 237.06 \text{ ms}$$