

PROVA SCRITTA DEL CORSO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
NUOVO ORDINAMENTO DIDATTICO (7 CFU)
25 Gennaio 2011

NOME:

COGNOME:

MATRICOLA:

ESERCIZIO 1 (9 punti)

Progettare una rete sequenziale che ricevendo in ingresso una sequenza di bit X , produca un'uscita Z posta a 1 solo in corrispondenza della sequenza 0101 oppure 1110.

1. (5 punti) disegnare il grafo degli stati, la tabella di flusso, e la tabella delle transizioni con l'utilizzo di flip flop T;
2. (4 punti) minimizzare le funzioni di transizione dello stato attraverso le mappe di Karnaugh. Indicare anche l'espressione algebrica dell'uscita Z .

ESERCIZIO 2 (8 punti)

Implementare in Assembly MIPS una funzione che, dati l'indirizzo iniziale di un vettore v (in \$4) e la sua dimensione N (in \$5), immetta nel vettore w (ind. Iniziale in \$6) i valori di v strettamente positivi e immetta tutti gli altri nel vettore u (ind. Iniziale in \$7). Anche w e u hanno dimensione massima pari a $N > 0$.

ESERCIZIO 3 (8 punti)

Considerato un campo di 28 bit, sia dato il seguente formato: rappresentazione in virgola mobile con mantissa frazionaria e normalizzata in segno e valore (1.M) ed esponente a 8 bit in eccesso 128 (bit di segno a zero per i numeri positivi).

1. (1 punto) Quanti sono i valori rappresentabili?
2. (2 punti) Calcolare il minimo e il massimo valore rappresentabile in valore assoluto, escluso lo zero.
3. (3 punti) Sommare i numeri $(211.5)_{10}$ e $(120.75)_{10}$, esprimendoli in virgola mobile secondo la rappresentazione data, con l'algoritmo dei calcolatori, ed indicando i vari passi dell'algoritmo.
4. (2 punti) Proporre un modo per ampliare l'intervallo dei valori rappresentabili a parità di campo disponibile, e discutere vantaggi e svantaggi della soluzione indicata.

ESERCIZIO 4 (4 punti)

Sia data una gerarchia di memoria costituita da una memoria primaria di 256Mbyte e una memoria cache di 128Kbyte. La memoria è suddivisa in blocchi di 32 parole.

1. (1 punto) Effettuare la suddivisione dei campi di un indirizzo di parola per il metodo diretto.
2. (3 punti) Si supponga che un programma richiami la sequenza di parole dall'indirizzo 0 all'indirizzo 159, e dall'indirizzo 131072 all'indirizzo 131231 (in decimale) per due volte in questo ordine. Calcolare l'hit ratio di assumendo che la cache sia inizialmente vuota.

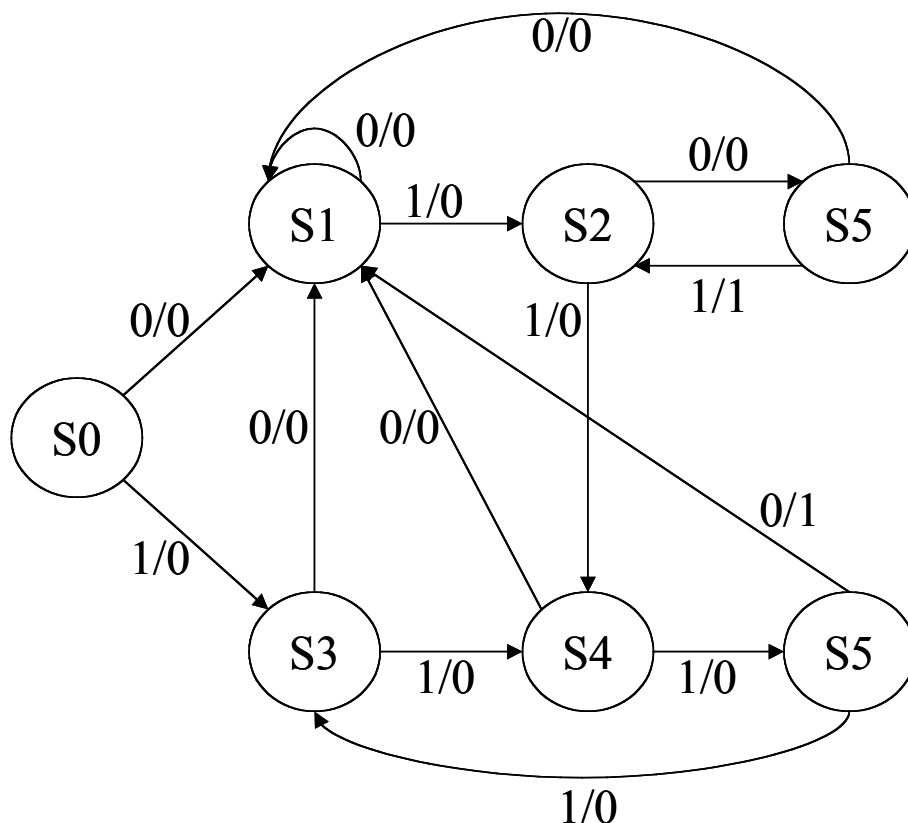
ESERCIZIO 5 (4 punti)

I trasferimenti di parole a/dalla memoria di un calcolatore sono codificate utilizzando il codice di Hamming. Si consideri la stringa di 12 bit 101001101110 (il bit meno significativo è a sinistra), risultato della codifica di una parola di N bit secondo il codice di Hamming.

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

ESERCIZIO 1
Soluzione

Grafo degli stati:



ERRATA CORRIGE. Il nodo S5 in basso deve essere chiamato S6. L'arco che parte da S6 in corrispondenza di X=1 deve ritornare a S6.

Tabella di flusso:

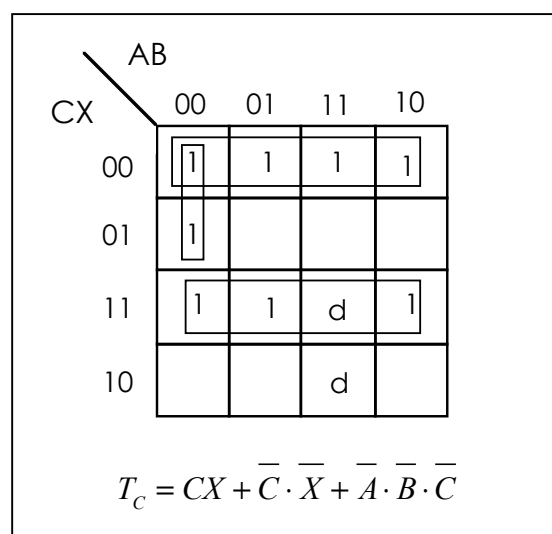
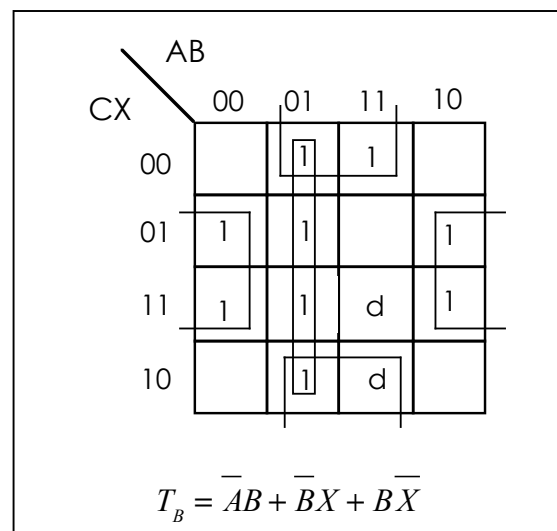
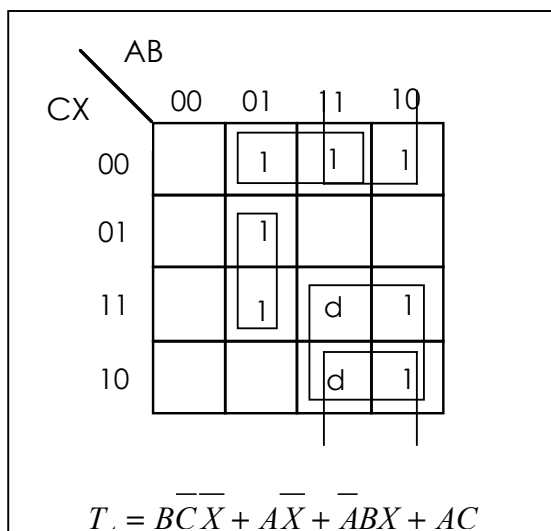
Stato presente (ABC)	Stato futuro/Uscita	
	X=0	X=1
S0 (000)	S1/0	S3/0
S1 (001)	S1/0	S2/0
S2 (010)	S5/0	S4/0
S3 (011)	S1/0	S4/0
S4 (100)	S1/0	S6/0
S5 (101)	S1/0	S2/1
S6 (110)	S1/1	S6/0

Tabella di eccitazione FF-T:

Q	Q'	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabella delle transizioni:

A	B	C	X	A'	TA	B'	TB	C'	TC	Z
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	D	D	D	D	D	D	0
1	1	1	1	D	D	D	D	D	D	0



Infine, per quanto riguarda l'uscita: $Z = \overline{A}\overline{B}CX + \overline{A}\overline{B}\overline{C} \cdot \overline{X}$

ESERCIZIO 2

Soluzione

$\$9 \leftarrow v[i]; \$10 \leftarrow (v[i]>0)$

```
funzione:  addi $29, $29, -8
           sw  $5, 0($29)
           sw  $6, 4($29)
           sw  $7, 8($29)
           sw  $9, 12($29)
           sw  $10, 16($29)
```

```
for:       beq $5, $0, exit
           subi $5, $5, 1
           lw  $9, 0($4)
           slt $10, $0, $9
           beq $10, $0, else
           sw  $9, 0($6)
           addi $6, $6, 4
           j  for
```

```
else:      sw  $9, 0($7)
           addi $7, $7, 4
           j  for
```

```
exit:      lw  $5, 0($29)
           lw  $6, 4($29)
           lw  $7, 8($29)
           lw  $9, 12($29)
           lw  $10, 16($29)
           addi $29, $29, -8
           jr  $31
```

ESERCIZIO 3

Soluzione

1. Naturalmente sono 2^{28} .
2. Minimo: 2^{-128} Max: $2^{127}(2-2^{-19}) \rightarrow$ va escluso il bit di segno dal conteggio!
3. $(211.5)_{10} = 11010011.1 = 1.10100111 * 2^7$
 $(120.75)_{10} = 1111000.11 = 1.11100011 * 2^6$

I due numeri si possono rappresentare nel seguente modo:

Segno	Esponente	Mantissa
0	10000111	10100111000000000000
0	10000110	11100011000000000000

Poiché il primo ha esponente maggiore del secondo ($7 > 6$) di quest'ultimo si fa scorrere la mantissa a destra di una posizione.

I due numeri da sommare sono:

$$\begin{array}{r} 1.101001110 + \\ 0.111100011 = \\ \hline 10.100110001 \quad (*2^7) \end{array}$$

E' necessario normalizzare il risultato

Segno	Esponente	Mantissa
0	10001000	01001100010000000000

4. Si può incrementare i bit dell'esponente a scapito della mantissa. In questo modo siamo in grado di ampliare l'intervallo di valori rappresentabile, ma riduciamo la precisione, con legge esponenziale all'allontanarsi dallo zero, con la quale rappresentiamo i numeri.

ESERCIZIO 4

Soluzione

1. < TAG 9 bit > < Index 12 bit > < Offset 5 bit >
2. Le prime 160 parole sono contenute nei primi 5 blocchi della primaria. Per sapere a quali index appartengono le altre chiamate è sufficiente calcolare l'index del primo byte e dell'ultimo byte, essendo le parole chiamate sequenzialmente.
Dalle operazioni $\text{Int}(131072/32) = 4096$ e $\text{Mod}(131072/32) = 0$ veniamo a sapere che 131072 è la prima parola del blocco 4096 di primaria, che dev'essere allocato nel blocco di cache dato da $\text{Mod}(4096/4096) = 0$ secondo il metodo diretto.
Dalle operazioni $\text{Int}(131231/32) = 4100$ e $\text{Mod}(131231/32) = 31$, veniamo a sapere che 131231 è l'ultima parola del blocco 4100 di primaria, che dev'essere allocato nel blocco di cache dato da $\text{Mod}(4100/4096) = 4$ secondo il metodo diretto.
Si tratta allora di altre 160 chiamate di parole su indirizzi contigui che sovrascrivono le precedenti.

Il calcolo dell'hit ratio è presto fatto.

Numero totale di chiamate: $160 * 2 * 2$.

Metodo diretto:

Numero di miss = $5 * 2 * 2 = 100$.

Miss ratio = $(5 * 2 * 2) / (160 * 2 * 2) = 0.03125$.

Hit ratio = $1 - \text{Miss Ratio} = 0.96875$.

ESERCIZIO 5

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
1	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):

$$e_0 = c_0 \oplus c'_0 = 1$$

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

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

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

Poiché il vettore risultante 1011 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 l'undicesimo (b_6), e la parola corretta è 10111100.