

PROVA SCRITTA DEL CORSO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
NUOVO ORDINAMENTO DIDATTICO (5 CFU)
08 Febbraio 2011

NOME:

COGNOME:

MATRICOLA:

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 10111. Si richiede:

1. (4 punti) il diagramma degli stati, la tabella di flusso e la tabella delle transizioni;
2. (3 punti) il calcolo delle forme minime delle variabili di eccitazione dei flip flop con le mappe di Karnaugh. Si usino flip flop JK. Calcolare anche la rete combinatoria per l'uscita Z.
3. (2 punti) Realizzare un flip flop T a partire da un flip flop JK.

ESERCIZIO 2 (9 punti)

Implementare una funzione Assembly MIPS che calcoli il numero di occorrenze di ogni livello di grigio contenuto in una immagine (un istogramma non normalizzato). L'immagine è memorizzata in un vettore v, i cui elementi (pixel) assumono valori tra 0 e 255 (inclusi). Ogni valore rappresenta infatti il livello di grigio associato al pixel considerato (codificato su 8 bit). L'indirizzo di v viene passato in \$4, la sua dimensione in \$5. L'istogramma è rappresentato da un vettore h di 256 elementi, il cui indirizzo viene passato in \$6. Si assumano tutti i valori di h già inizializzati a 0.

Sugg.: il valore $h[K]$ dovrà contenere il numero di volte in cui K appare nel vettore v.

ESERCIZIO 3 (7 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), risultata dalla codifica di una parola di N bit secondo il codice di Hamming.

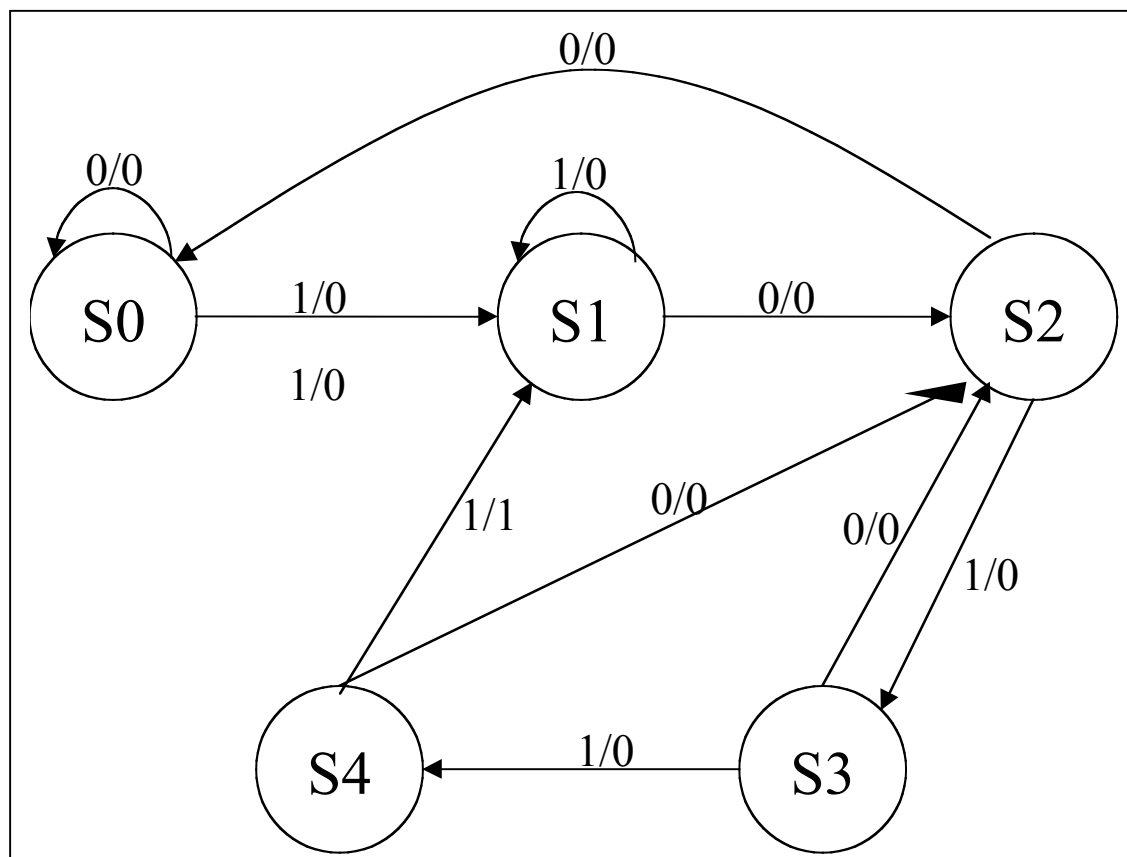
1. (1 punto) calcolare N, supponendo di aver fatto uso del numero minimo di bit di controllo necessario per una stringa di 12 bit;
2. (2 punti) scrivere la parola di N bit a partire dalla stringa data;
3. (2 punti) indicare eventuali errori nella stringa codificata, specificando quale dei bit è stato alterato.
4. (2 punti) Spiegare in maniera chiara e sintetica l'idea alla base del funzionamento del codice di Hamming mediante i diagrammi di Venn.

ESERCIZIO 4 (8 punti)

1. Si consideri il caso di un Bus di I/O sul quale devono essere collegate 8 periferiche esterne.
2. (4 punti) Si ipotizzi che sulla parte di controllo del Bus si abbiano solo 2 segnali di controllo liberi da poter utilizzare per gestire l'arbitraggio delle 8 periferiche da collegare. Descrivere la tecnica di arbitraggio utilizzabile in una tale situazione, disegnando un possibile schema di collegamento delle periferiche e spiegando chiaramente le implicazioni del suo utilizzo sulla gestione delle richieste di I/O delle periferiche.
3. (3 punti) Nelle ipotesi di cui al punto precedente, sarebbe utilizzabile la tecnica di arbitraggio centralizzato con richieste indipendenti per ciascuna periferica? In caso di risposta negativa, cosa sarebbe necessario modificare per renderla utilizzabile?

ESERCIZIO 1
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	S2/0	S1/1

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	0
1	0	0	1	0	D	1	0	0	D	1	1	D	1
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
CX	00			d	d
	01			d	d
	11		1	d	d
	10			d	d
$J_A = BCX$					

AB		CX			
		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

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

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

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

		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	d

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

Infine, per quanto riguarda l'uscita Z:

$$Z = A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} \cdot X$$

Volendo utilizzare anche i don't care:

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

$$Z = AX$$

Per realizzare un flip flop T da un JK, è sufficiente connettere fra loro gli ingressi J e K, come si può vedere confrontando la tabella delle transizioni del JK con quella del T:

	J	K	Q	Q'	T	Q	Q'
{	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	1	0	1	1
	0	1	0	0	1	0	1
	0	1	1	0	1	1	0
	1	0	0	1			
	1	0	1	1			
{	1	1	0	1			
	1	1	1	0			

ESERCIZIO 2

Soluzione

&v[0] -> \$4, N->\$5, &w[0] ->\$6

histogram:

```
        addi $29,$29, -16
        sw $4, 0($29)
        sw $8, 4($29)
        sw $9, 8($29)
        sw $10, 12($29)
        move $8,$0          #i=0
for:    beq $8,$5, exit
        lw $9, 0($4)        #carico elemento di v
        add $9,$9,$6        #sommo &w[0] a elemento di v: e' l'indirizzo di h[K]
        lw $10, 0($9)       #carico elemento h[k] in $10
        addi $10,$10,1      #incremento il conteggio di 1
        sw $10, 0($9)       #salva h[k] aggiornato in memoria
        addi $8,$8,1
        addi $4,$4,4
        j for
exit:   lw $4, 0($29)
        lw $8, 4($29)
        lw $9, 8($29)
        lw $10, 12($29)
        addi $29,$29, 16
        jr $31
```

ESERCIZIO 3

Soluzione

1. Deve essere 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):

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

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

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

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

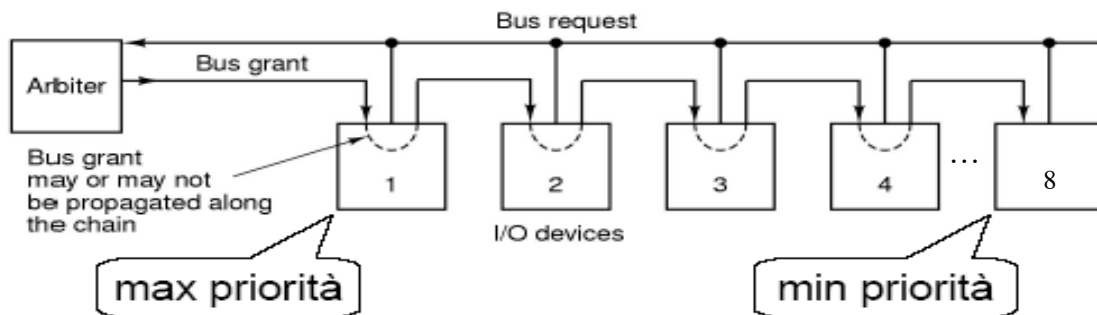
Poiché il vettore risultante 1011 non è nullo, vi è un errore nella stringa di 12 bit data e precisamente nella posizione indicata dal vettore di errore tradotto in notazione decimale. Il bit sbagliato è quindi l'undicesimo (b_6), e la parola corretta è 10111100.

4. Si vedano i lucidi del corso.

ESERCIZIO 4

Soluzione

1. Con soli 2 segnali liberi è possibile solo utilizzare la tecnica "daisy chain" che ha solo 2 segnali (request e grant). Ovviamente questa tecnica implica una gestione rigida delle priorità, che sono definite una volta per tutte.



2. Non è ovviamente possibile. Bisognerebbe avere almeno $8 \times 2 = 16$ segnali di controllo liberi.