

PROVA SCRITTA DEL MODULO DI
CALCOLATORI ELETTRONICI
CORSI DI LAUREA IN
INGEGNERIA ELETTRICA, ELETTRONICA ED INFORMATICA
INGEGNERIA BIOMEDICA
3 luglio 2018

NOME:

COGNOME:

MATRICOLA:

ESERCIZIO 1 (8 punti)

Si progetti una rete sequenziale in grado di riconoscere le sequenze 1010 e 1011. La rete è dotata di un unico ingresso X e un'unica uscita Z posta 1 esclusivamente in corrispondenza di una delle due stringhe. Si implementi la rete utilizzando flip flop di tipo D e si indichi chiaramente la rete di transizione dell'uscita.

ESERCIZIO 2 (7 punti)

E' data una gerarchia di memorie cache-primaria. La memoria primaria è di 512 KB mentre la cache è di 64 KB. E' possibile indirizzare il singolo byte, e la memoria primaria è suddivisa in blocchi di 32 B.

1. (2 punti) Indicare, sapendo che l'indirizzo della prima parola è pari a 0, l'indirizzo della prima e dell'ultima parola del blocco di memoria primaria con block frame pari a 16.
2. (2 punti) Indicare, specificando l'ampiezza e la funzione dei diversi campi, come vengono interpretati gli indirizzi di memoria primaria secondo il metodo di indirizzamento associativo, set-associativo a otto vie, e diretto.
3. (3 punti) Ipotizzando la cache piena, indicare in quale linea di cache viene allocato il blocco indicato nel punto 1 con i metodi di indirizzamento esaminati nel punto 2. Si indichi e descriva, dove necessario, almeno un algoritmo di rimpiazzamento.

ESERCIZIO 3 (4 punti)

E' dato un disco con le seguenti caratteristiche: velocità di rotazione 6000 rpm, 128 settori per traccia, dimensione di ciascun settore 32 B, tempo di posizionamento da una traccia a quella adiacente 1 ms. Si calcoli la dimensione in B di ciascuna traccia e si indichi il tempo di lettura di un blocco di 5 KB, registrato in modalità contigua e con la testina posta all'istante iniziale in corrispondenza del primo settore utile.

ESERCIZIO 4 (10 punti)

Si scriva una funzione Assembly MIPS che dati in ingresso il vettore `bin`, la sua dimensione `N` e un valore `dec`, rispettivamente passati in \$4, \$5 e \$6. Il codice può implementare il codice C a lato, dove la funzione `div` riceve in ingresso due valori interi (`dec`, 2), rispettivamente in \$4 e \$5, e scrive in \$7 il quoziente della divisione `dec/2`. Inoltre, la funzione `mod` riceve in ingresso i valori interi `dec` e 2, rispettivamente in \$4 e \$5 e restituisce il resto della divisione `dec/2` in \$8.

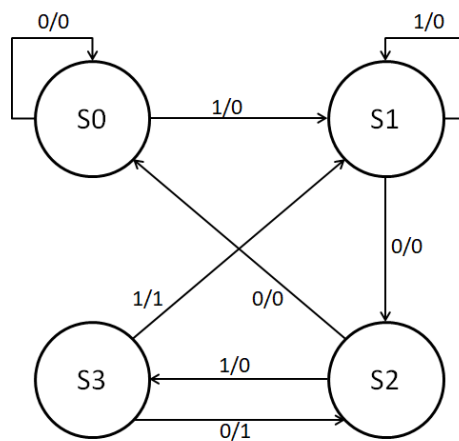
```
void conversione(int bin[], int N, int dec)
{
    int i;
    for(i=0; i<N; i++){
        r=mod(dec, 2)
        bin[i]=r;
        dec=div(dec, 2);
    }
}
```

ESERCIZIO 5 (4 punti)

Si consideri un bus con frequenza 100 MHz, pari a quella del clock di sistema. La capacità del bus dati e bus indirizzi è di 32 bit. Il trasferimento attraverso il bus richiede quattro cicli di clock. La memoria presenta un tempo di ciclo pari a 50 ns.

1. (2 punti) Spiegare chiaramente il protocollo di lettura sincrono di una parola dalla memoria, precisando il numero minimo di segnali coinvolti nel processo.
2. (2 punti) Calcolare il tempo di lettura di una parola da 64 bit, considerando una memoria indirizzata con 32 bit ed il protocollo testè descritto.

Soluzione dell'esercizio 1.



Utilizzando FF-D:

A	B	X	A'	D _A	B'	D _B	Z
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1	1	1

Semplificando le espressioni delle reti logiche per la transizione dello stato:

AB \ X	00	01	11	10
0		1	1	
1				1

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

AB \ X	00	01	11	10
0				
1	1	1	1	1

$$D_B = X$$

L'espressione dell'uscita è invece data da:

$$Z = AB$$

Soluzione dell'esercizio 2.

1. Indirizzo della prima parola: $\text{Block Frame} * \text{DimBlocco} = 16 * 32 = 512$. Indirizzo dell'ultima = Indirizzo della prima + $\text{DimBlocco} - 1 = 512 + 32 - 1 = 543$.

2. Memoria indirizzabile 2^{19} B \rightarrow 19 bit di indirizzamento, di cui 5 per l'offset (i blocchi sono di 2^5 B). Nel caso del metodo associativo, si ha:

< Block Frame (TAG) 14 bit > < Offset 5 bit >

La cache è invece formata da 2^{16} B, da cui

< TAG 3 bit > < C.I. 11 bit > < Offset 5 bit >

Infine, nel caso del metodo set-associativo a otto vie:

< TAG 6 bit > < C.I. 8 bit > < Offset 5 bit >.

3. Metodo associativo: a meno che in una delle linee della cache non sia presente un blocco con medesimo TAG, il blocco dovrà essere allocato nel blocco soddisfacente ad esempio l'algoritmo di rimpiazzamento FIFO, per il quale il primo blocco da rimpiazzare è il primo ad essere stato allocato in cache.

Metodo diretto: è necessario calcolare il resto della divisione $16/2^{11}$. Tale operazione da evidentemente 16. Quindi il blocco 16 di primaria viene allocato, sostituendo il blocco precedente, se con TAG diverso, nella linea 16 di cache.

Metodo set-associativo: è necessario calcolare il resto della divisione $16/2^8$. Anche in questo caso il valore ottenuto è 16, che però corrisponde all'indirizzo dell'insieme. Il blocco 16 sostituirà, a meno di hit, uno degli otto blocchi allocati in altrettante linee, ad esempio con strategia FIFO.

Soluzione dell'esercizio 3.

Dai dati forniti dal problema si ricava che ciascuna traccia occupa $2^7 * 2^5$ B = 2^{12} B = 4 KB.

L'altro parametro rilevante del disco è dato dall'inversione della velocità di rotazione da cui $T_R = 10$ ms.

Per quanto riguarda la lettura del blocco di 5 KB, sarà sufficiente osservare che esso occupa 1.25 tracce. Considerato che la testina è posta in corrispondenza del primo blocco utile, dobbiamo effettuare una prima rotazione intera per leggere 4K, un posizionamento per spostarci nella traccia adiacente e poiché il blocco è stato registrato in modalità contigua, effettuare subito $\frac{1}{4}$ di rotazione. Otteniamo quindi:

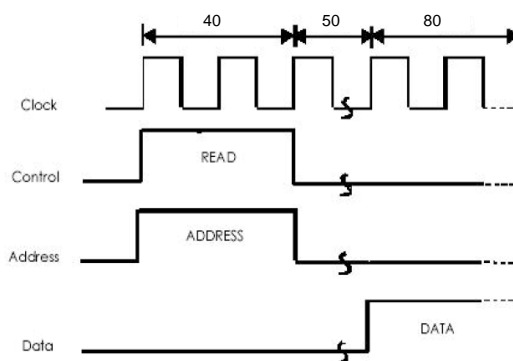
$$T_{\text{lett}} = 10 + 1 + 2.5 = 13.5 \text{ ms.}$$

Soluzione dell'esercizio 4

```
conversione:  addi $29, $29, -32      # salvataggio del contesto
              sw $7, 0($29)
              sw $8, 4($29)
              sw $9, 8($29)
              sw $10, 12($29)
              sw $11, 16($29)
              sw $12, 20($29)
              sw $13, 24($29)
              sw $31, 28($29)
              move $11, $4             # copia bin
              move $12, $5             # copia N
              move $13, $6             # copia dec
              move $9, $0              # i = 0
for:          beq $9, $12, exit         # se i==N, exit
              addi $5, $0, 2           # $5 ← 2
              move $4, $6              # $4 ← dec
              jal mod
              muli $10, $9, 4          # $10 ← i*4
              add $10, $10, $11        # $10 ← &bin[i]
              sw $7, 0($10)            # bin[i] = r
              jal div
              move $6, $8              # $6 ← dec
              addi $9, $9, 1           # i++
              j for
exit:         move $4, $11              # $4 ← &bin[]
              move $5, $12             # $5 ← N
              move $6, $13             # $6 ← dec
              lw $7, 0($29)
              lw $8, 4($29)
              lw $9, 8($29)
              lw $10, 12($29)
              lw $11, 16($29)
              lw $12, 20($29)
              lw $13, 24($29)
              lw $31, 28($29)
              addi $29, $29, 32        # ripristino del contesto
              jr $31                  # ritorno al chiamante
```

Soluzione dell'esercizio 5

Il protocollo prevede attivazione del segnale di READ e contestualmente rilascio dell'indirizzo della parola da cercare (40 ns); tempo di ciclo della memoria (50 ns); trasferimento dati dalla memoria alla CPU (80 ns poiché la dimensione è doppia rispetto alla linea dati del bus):



Il tempo complessivo di traferimento è dato dunque da $40+50+80=170$ nsec.