

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE  
 CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA  
 Corso di Architettura degli Elaboratori  
 Compito del 09/06/2016

**Esercizio 1**

Si consideri un distributore di gelati che eroga i prodotti in base al valore dei soldi che vi sono immessi.

- Il distributore può erogare un ghiacciolo (prezzo 20c) o un cono (prezzo 30c).
- Il distributore accetta monete da 10c, 20c, 30c, 40c.
- Qualunque altra moneta inserita non viene considerata come input valido.
- Eventuali resti non sono restituiti ma sono memorizzati all'interno del distributore come credito per acquisti futuri.

In seguito all'inserimento di **ogni** moneta ed in base al totale dei soldi immessi, compresi eventuali resti precedenti, il distributore cerca di erogare un cono e/o un ghiacciolo. Se il credito è sufficiente vengono erogati entrambi, altrimenti viene data la precedenza al cono. Ad esempio, con 30c a disposizione il distributore eroga un cono, con 40c eroga un cono e memorizza 10c di resto.

Ricordarsi che **il resto non viene dato all'utente nè eliminato, ma memorizzato**. Quindi se inserisco 40c il distributore eroga un cono (30c) ed il resto di 10c è un credito per le operazioni future. La volta successiva, ad esempio, per comprare un ghiacciolo (20c) basterà inserire 10c, perchè altri 10c sono già presenti in quanto resto dell'operazione precedente.

Definire

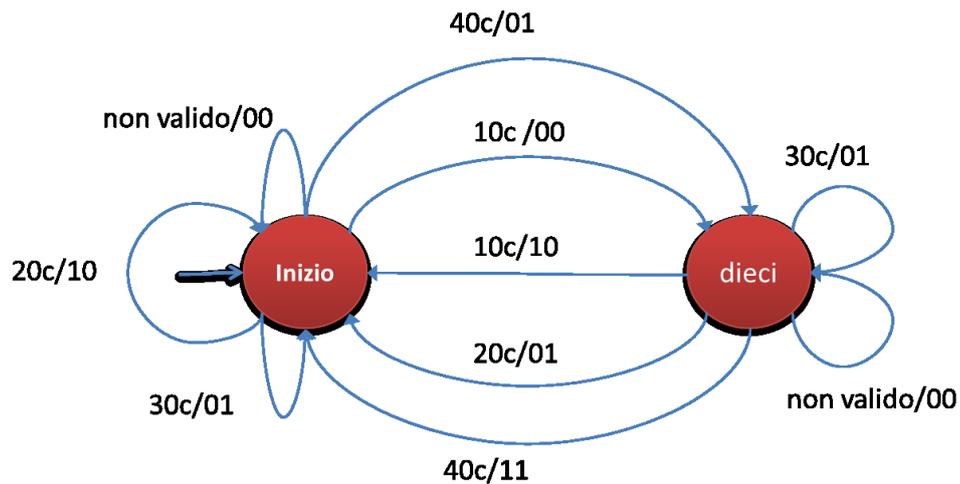
- **L'automa di Mealy** che simula il distributore e la corrispondente tabella degli stati. Considerare come input il set di monete e due output "ghiacciolo" e "cono" (1 = gelato erogato, 0 altrimenti)
- L'automa minimo, ottenuto al termine del **processo di minimizzazione che deve essere riportato nel dettaglio**
- Il numero di stati dell'automa di **Moore** equivalente, motivando la risposta

**Soluzione (Nuovo)**

|                   | Inizio    | dieci     |
|-------------------|-----------|-----------|
| <b>Non valido</b> | inizio/00 | dieci/00  |
| <b>10c</b>        | dieci /00 | inizio/10 |
| <b>20c</b>        | inizio/10 | inizio/01 |
| <b>30c</b>        | inizio/01 | dieci/01  |
| <b>40c</b>        | dieci/01  | inizio/11 |

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.



Dalla tabella delle implicazioni si verifica che l'automa è minimo.

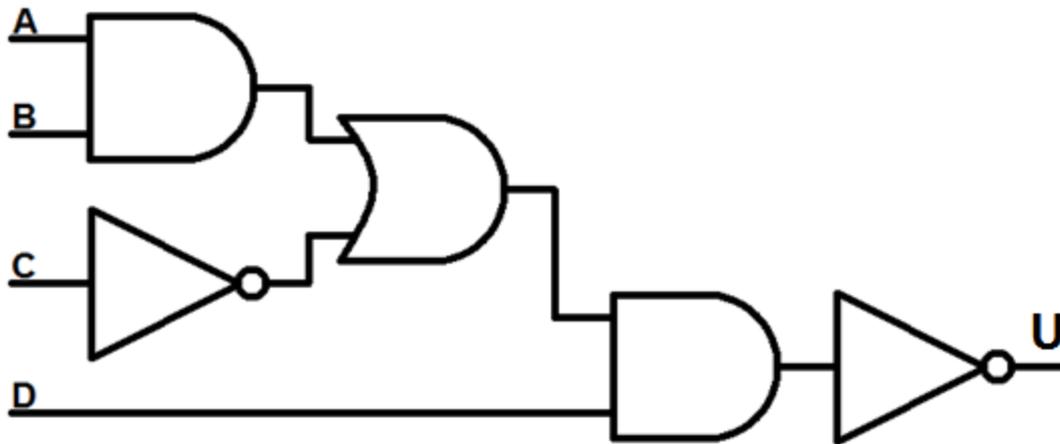
Inoltre, il numero di stato dell'automa di Moore equivalente è 7, in quanto

- Lo stato "Inizio" viene replicato 4 volte (output 00, 01, 10, 11)
- Lo stato "dieci" viene replicato 3 volte (output 00, 01, 10)

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 2



Dato il circuito in figura, con 4 ingressi ABCD ed un uscita U,

- Riportare la tabella di verità e la funzione logica espressa dal circuito sopra rappresentato.
- Riportare la forma SoP minima per tale circuito. Utilizzare il metodo di sintetizzazione preferito (riportare comunque tutti i passaggi)
- E' possibile rappresentare il circuito dato in input utilizzando solo porte NOR? Motivare dettagliatamente la risposta.

### Soluzione (Nuovo)

| A | B | C | D | U |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

$$U = ((AB+C')D)'$$

|          |             |
|----------|-------------|
| <b>U</b> | <b>C, D</b> |
|----------|-------------|

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

|      |    | 00 | 01 | 11 | 10 |
|------|----|----|----|----|----|
| A, B | 00 | 1  | 0  | 1  | 1  |
|      | 01 | 1  | 0  | 1  | 1  |
|      | 11 | 1  | 0  | 0  | 1  |
|      | 10 | 1  | 0  | 1  | 1  |

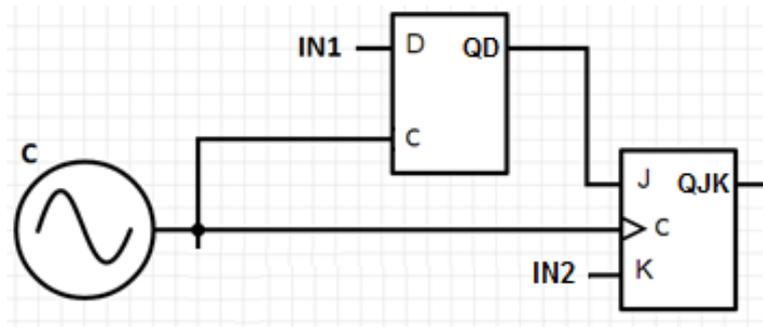
$$\text{SoP} = D' + A'C + B'C$$

Il circuito può essere rappresentato con porte NOR in quanto la NOR (assieme alla NAND ed al 2:1 MUX) è una porta logica universale e pertanto può replicare il comportamento di tutte le porte logiche di base.

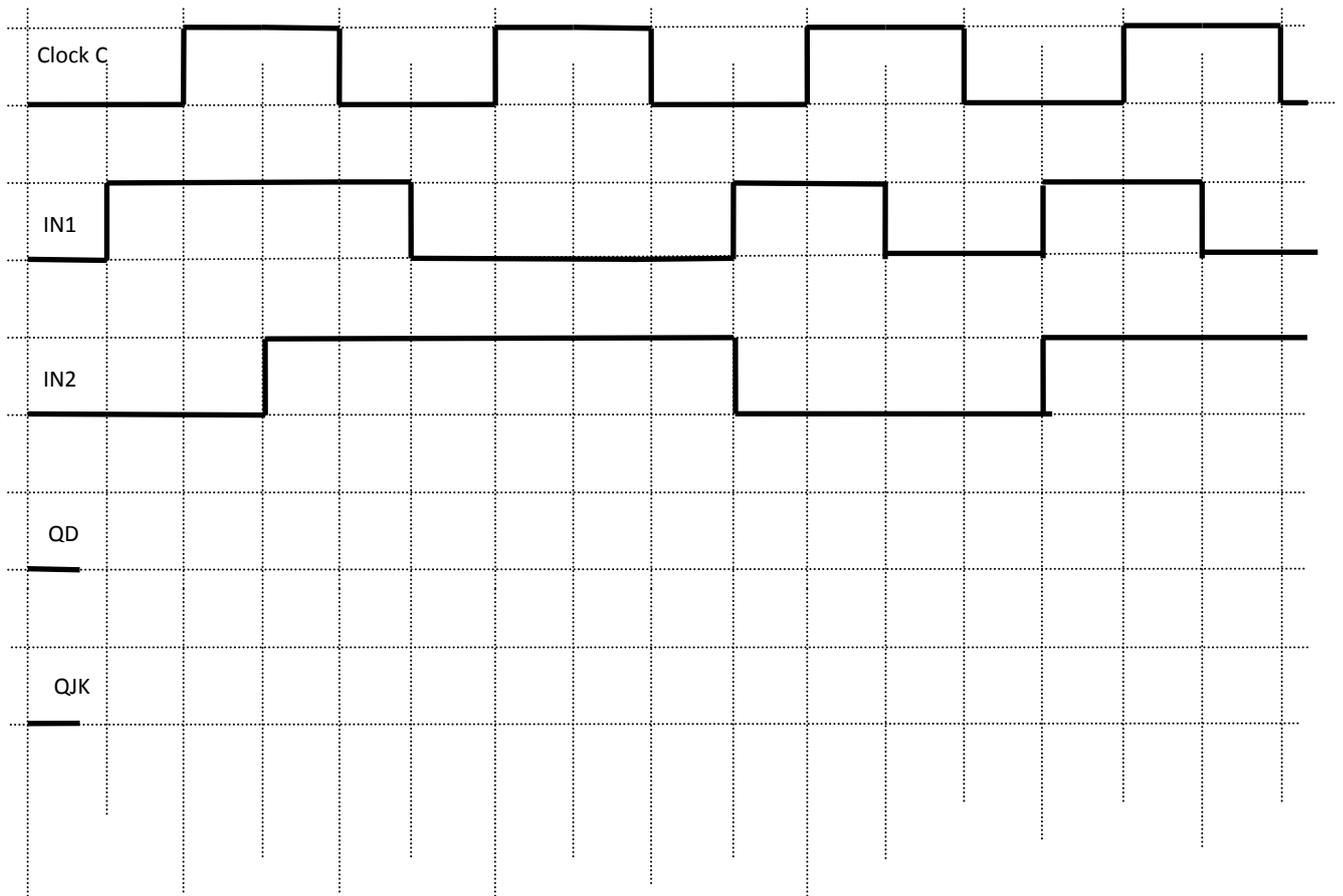
Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 3



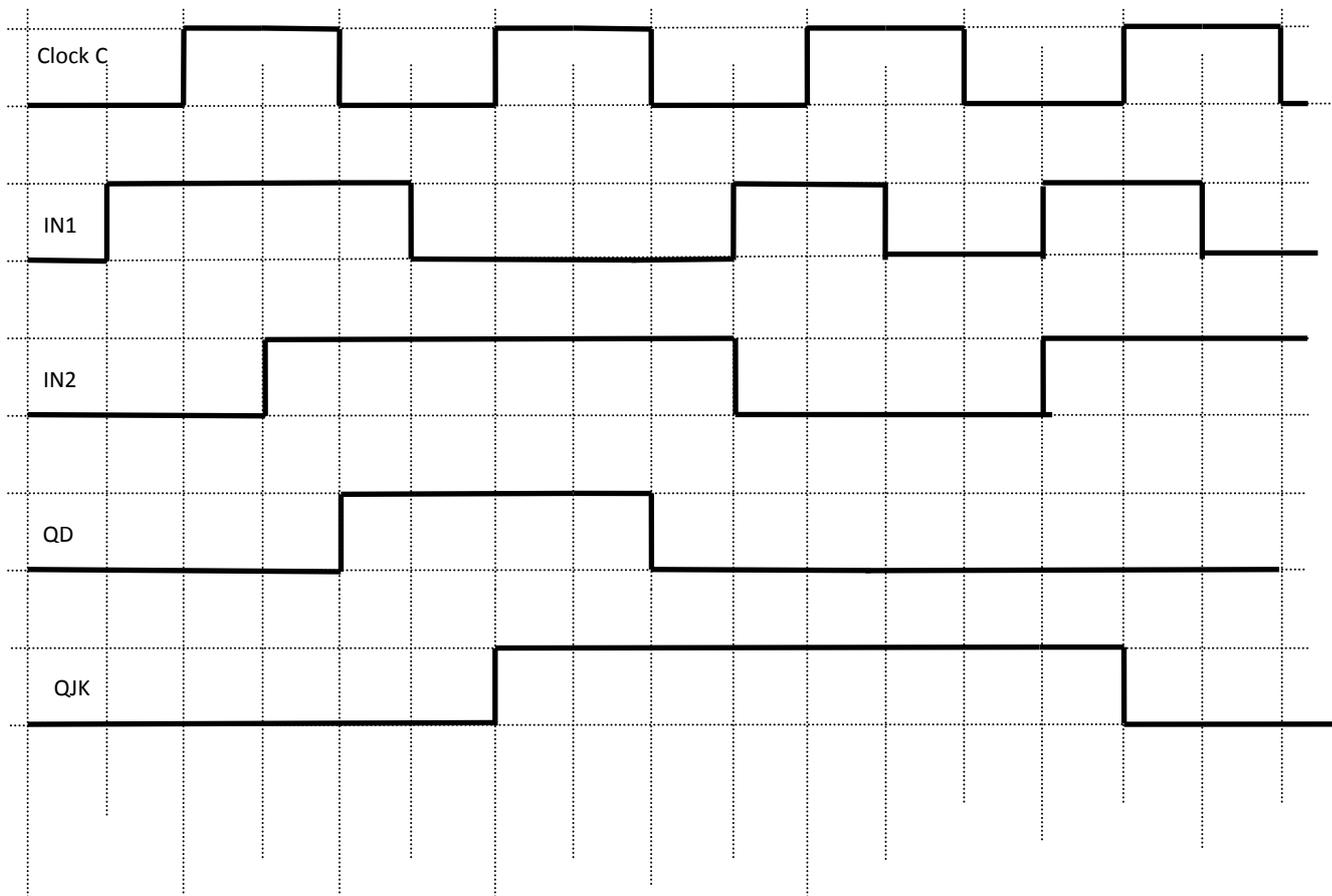
Si simuli il comportamento del sistema in figura composto da un D-FlipFlop e da un bistabile JK, considerando che il segnale di clock abbia un periodo di 20 (10 alto e 10 basso). L'andamento del segnale del clock e di quelli di ingresso, IN1 e IN2, sono riportati di sotto. Completare la figura specificando l'andamento delle uscite QD e QJK dei due elementi di memoria (**supponendo che lo stato iniziale di QD e QJK sia 0**). Considerare il bistabile **QD** come **sensibile al fronte di discesa**, **QJK** come **sensibile al fronte di salita** ed assumere un ritardo di propagazione del segnale nullo tra i vari elementi di memoria.



Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

**Soluzione (Lievemente modificato da PI 27-2-2015)**



Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 4

Dati i seguenti numeri codificati in modulo e segno su tre cifre, in base 16:

$$A_{16,MS(3)} = 0FA$$

$$B_{16,MS(3)} = F9C$$

Determinare:

- a) Il loro valore in decimale
- b) La loro codifica in base 2, forma polarizzata, su 10 bit
- c) La loro codifica in base 2, complemento a 2, su 10 bit
- d) La loro codifica in base 2, modulo e segno, su 10 bit

|   | A = 0FA    | B = F9C    |
|---|------------|------------|
| a) Decimale                             | 250        | -156       |
| b) Base 2, forma polarizzata, su 10 bit | 1011111001 | 0101100011 |
| c) Base 2, complemento a 2, su 10 bit   | 0011111010 | 1101100001 |
| d) base 2, modulo e segno, su 10 bit    | 0011111010 | 1010011100 |

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

**Soluzione**

**a) Valore in decimale**

$$A. = 0FA = +FA = +(15 \cdot 16^1 + 10 \cdot 16^0) = 240 + 10 = 250$$

$$B. = F9C = -9C = -(9 \cdot 16^1 + 12 \cdot 16^0) = 144 + 12 = -156$$

**b) Base 2 forma polarizzata su 10 bit**

$$BIAS = 2^{10-1} - 1 = 2^9 - 1 = 511$$

$$A. A + BIAS = 250 + 511 = 761$$

| N   | N mod 2 |
|-----|---------|
| 761 | 1       |
| 380 | 0       |
| 190 | 0       |
| 95  | 1       |
| 47  | 1       |
| 23  | 1       |
| 11  | 1       |
| 5   | 1       |
| 2   | 0       |
| 1   | 1       |
| 0   |         |

$$A = 250_{10} = (1011111001)_{2,POL(10)}$$

$$B. B + BIAS = -156 + 511 = 355$$

| N   | N mod 2 |
|-----|---------|
| 355 | 1       |
| 177 | 1       |
| 88  | 0       |
| 44  | 0       |
| 22  | 0       |
| 11  | 1       |
| 5   | 1       |
| 2   | 0       |
| 1   | 1       |
| 0   |         |

$$B = -156_{10} = (0101100011)_{2,POL(10)}$$

**c) Base 2 complemento a 2 su 10 bit**

| N   | N mod 2 |
|-----|---------|
| 250 | 0       |
| 125 | 1       |
| 62  | 0       |
| 31  | 1       |
| 15  | 1       |
| 7   | 1       |
| 3   | 1       |
| 1   | 1       |
| 0   |         |

$$A = 250_{10} = (0011111010)_{2,C2(10)}$$

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

| N   | N mod 2 |
|-----|---------|
| 156 | 0       |
| 78  | 0       |
| 39  | 1       |
| 19  | 1       |
| 9   | 1       |
| 4   | 0       |
| 2   | 0       |
| 1   | 1       |
| 0   |         |

$$B = -156_{10} = -(0010011100) = 1101100001_{2,C2(10)}$$

(Dato che è negativo si fa l'operazione di complemento. Uno dei modi per farla è complementare tutti i bit e aggiungere 1)

**d) Base 2 modulo e segno su 10 bit**

A : positivo, stessa codifica del complemento a due

B : codifica binaria di +156 è 0010011100 (vedi punto precedente). Si cambia solamente il bit più significativo, che diventa un 1

$$B = 1010011100_{2,MS(10)}$$

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 5

Si consideri una macchina M che opera alla frequenza di clock di  $F = 2500 \text{ Mhz}$ , capace di eseguire il seguente set di istruzioni.

| Tipo op | Frequenza media | CPI |
|---------|-----------------|-----|
| LW      | 0,1             | 4   |
| SW      | 0.1             | 6   |
| R-Type  | 0.5             | 2   |
| Branch  | 0.2             | 2   |
| Jump    | 0.1             | 1   |

Si considerino inoltre due ottimizzazioni della macchina M:

- $M_A$ , in cui si è aumentata la frequenza di clock a 3000 Mhz, mentre il CPI medio delle istruzioni è invariato;
- $M_B$ , in cui la frequenza di clock rimane invariata, ma l'implementazione delle istruzioni di tipo LW e SW sono ottimizzate e richiedono la metà dei cicli di clock rispetto a M.

Si chiede:

- Qual è il throughput della macchina M (non ottimizzata), misurato in MIPS?
- Quale delle due ottimizzazioni è più veloce in media?
- Qual è lo speedup che si ottiene con ciascuna ottimizzazione, rispetto alla macchina M non ottimizzata?

### Soluzione

| tipo istruzione | Frequenza media | CPI M | CPI MA | CPI MB |
|-----------------|-----------------|-------|--------|--------|
| LW              | 0,1             | 4     | 4      | 2      |
| SW              | 0,1             | 6     | 6      | 3      |
| R-Type          | 0,5             | 2     | 2      | 2      |
| Branch          | 0,2             | 2     | 2      | 2      |
| Jump            | 0,1             | 1     | 1      | 1      |
|                 | 1               |       |        |        |

|             | M    | MA   | MB   |
|-------------|------|------|------|
| Freq. (MHz) | 2500 | 3000 | 2500 |
| CPI Medio   | 2,5  | 2,5  | 2    |
| MIPS        | 1000 | 1200 | 1250 |

|                          |   |     |      |
|--------------------------|---|-----|------|
| Quanto MX + veloce di M? | 1 | 1,2 | 1,25 |
|--------------------------|---|-----|------|

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

### Esercizio 6

- a) Data la seguente stringa binaria codificata nel formato IEEE754 singola precisione, calcolare il suo valore in decimale:

A=

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

- b) Dato il seguente numero decimale, scrivere la sua codifica in formato IEEE754 in singola precisione:

$$B = -43,625$$

*Soluzione*

$$A = 0 \ 10001001 \ 0101 \ 1101 \ 0100 \ 1000 \ 0000 \ 000$$

$$EXP = (10001001)_{2,POE} = 2^0 + 2^3 + 2^7 - 127 = 1 + 8 + 128 - 127 = 10$$

$$A = (1,0101110101001 \cdot 2^{10})_2 = (10101110101,001)_2$$

Parte intera:

$$10101110101_2 = 2^0 + 2^2 + 2^4 + 2^5 + 2^6 + 2^8 + 2^{10} = 1 + 4 + 16 + 32 + 64 + 256 + 1024 = 1397$$

Parte decimale:

$$(0,001)_2 = 2^{-3} = \frac{1}{2^3} = 0,125$$

**A = 1397,125**

**B = - 43,625**

Segno: 1

- Parte intera

| N  | N mod 2 |
|----|---------|
| 43 | 1       |
| 21 | 1       |
| 10 | 0       |
| 5  | 1       |
| 2  | 0       |
| 1  | 1       |
| 0  |         |

$$(43)_{10} = (101011)_2$$

- Parte decimale

Si ricorda che:

- 1) soluzioni E procedimenti devono essere scritti A PENNA (eventuali scritte a lapis non verranno considerate);
- 2) soluzioni E procedimenti devono essere scritti SOLO sui fogli forniti (non sono accettati fogli aggiuntivi);
- 3) è necessario riportare nome, cognome e matricola SU OGNI FOGLIO;
- 4) NON si può usare la calcolatrice;
- 5) Un risultato esatto ma senza procedimento di calcolo sarà considerato non completamente corretto.

