

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA
Corso di Architettura degli Elaboratori
Compito del 22/02/2019

Esercizio 1

Allo sportello centrale per la gestione delle richieste per il reddito di cittadinanza ci sono abitualmente degli impiegati che sono pronti a ricevere la modulistica da chi vuole fare domanda ed a gestire problematiche relative a reclami e/o errori di procedure.

Dato che l'amministrazione vuole ottimizzare il numero di impiegati a disposizione del pubblico – onde evitare un sovrannumero di impiegati rispetto al numero di persone -, i gestori dell'ufficio hanno deciso di dotarsi di uno strumento che segnala se il numero di impiegati correntemente a disposizione del pubblico è **Adeguato (A)**, **Insufficiente (I)**, o **Sovrabbondante (S)** in base all'affluenza delle persone, misurata da un sensore apposito, ad intervalli regolari, in **Alta (H)**, **Media (M)** o **Bassa (L)**.

Lo strumento funziona come segue:

- Segnala la quantità di personale come Insufficiente (I) se
 - per due rilevazioni consecutive, il sensore rileva una affluenza Alta (H)
 - per tre rilevazioni consecutive viene rilevata una affluenza Alta (H) o Media (M)
- Segnala la quantità di personale come Sovrabbondante (S) se, per due rilevazioni consecutive, il sensore rileva affluenza Bassa (L).
- in tutti gli altri casi, segnala la quantità di personale come Adeguato (A).

Si richiede di:

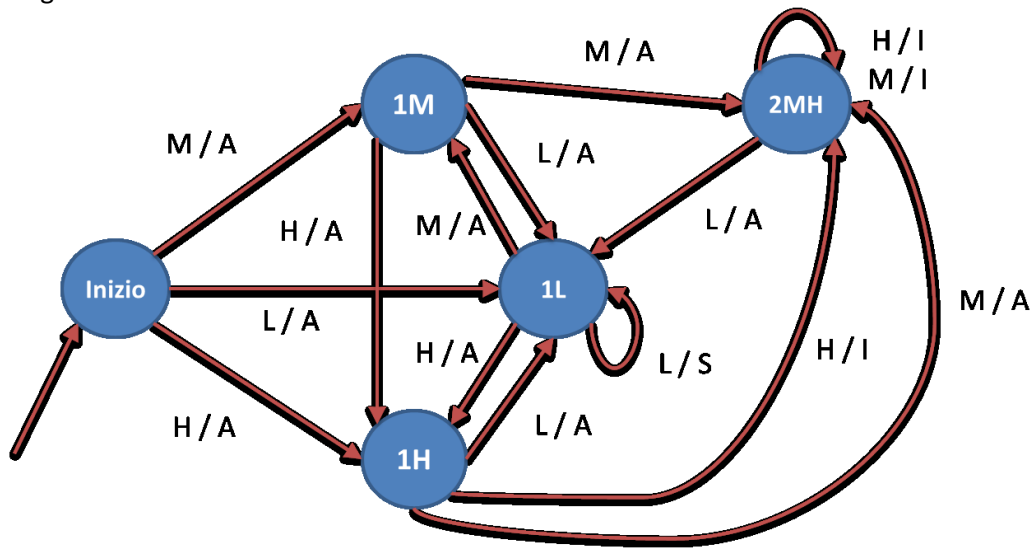
- Disegnare l'automa di **Mealy** corrispondente allo strumento, riportando la tabella delle transizioni
- Verificare che tale automa sia minimo attraverso la tabella delle implicazioni. In caso contrario riportare l'automa minimo ottenuto al termine del processo di minimizzazione.
- Riportare il numero di elementi di memoria necessari per memorizzare tutti gli stati dell'automa minimo di cui al punto precedente.

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 (Nuovo)

1. Disegniamo l'automa



2. Attraverso la **tabella delle implicazioni** si verifica che la macchina è minima.

3. Servono 3 FF per memorizzare i 5 stati dell'automa, secondo la formula $\text{numFF} = \log_2(\text{NumeroStati})$

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

Si consideri un contatore di 1, ovvero la funzione booleana $f(a;b;c;d)$ che calcola, su 2 bit $y_1; y_0$, il numero di bit di input che valgono 1, con don't care sulla combinazione di input $abcd = 1111$.

Si richiede di:

- scrivere la tabella di verità;
- trovare le equazioni minime in forma canonica **SoP** per ciascuna delle uscite $y_1; y_0$;
- la formula di y_0 può essere scritta utilizzando meno porte logiche (anche perdendo la sua espressione come forma SoP "pura")? Se sì, come? Se no, perchè?

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 (Nuovo)

Punto 1. Scriviamo la tabella della verità corrispondente per l'uscita f :

n	$b1$	$b0$	$h1$	$h0$	$y1$	$y0$
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1
2	0	0	1	0	0	1
3	0	0	1	1	1	0
4	0	1	0	0	0	1
5	0	1	0	1	1	0
6	0	1	1	0	1	0
7	0	1	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0	1
9	1	0	0	1	1	0
10	1	0	1	0	1	0
11	1	0	1	1	1	1
12	1	1	0	0	1	0
13	1	1	0	1	1	1
14	1	1	1	0	1	1
15	1	1	1	1	X	X

Punto 2.SOP

Mediante la mappa di Karnaugh seguente:

$y1$		cd			
		00	01	11	10
ab	00	0	0	1	0
	01	0	1	1	1
	11	1	1	X	1
	10	0	1	1	1

otteniamo la forma SoP minima per la funzione F :

$$y1 = ab + cd + bd + bc + ac + ad$$

Mediante la mappa di Karnaugh seguente:

$y0$		cd			
		00	01	11	10
ab	00		1		1
	01	1		1	
	11		1	X	1
	10	1		1	

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.

otteniamo la forma SoP minima per la funzione F:

$$y_0 = bcd + acd + abd + abc + a'b'c'd + a'b'cd' + a'bc'd' + ab'c'd'$$

Punto 3

Volendo y_0 può essere scritta con meno porte logiche, anche se perde la forma di SoP, a partire dalla forma ottenuta con Karnaugh nel modo seguente:

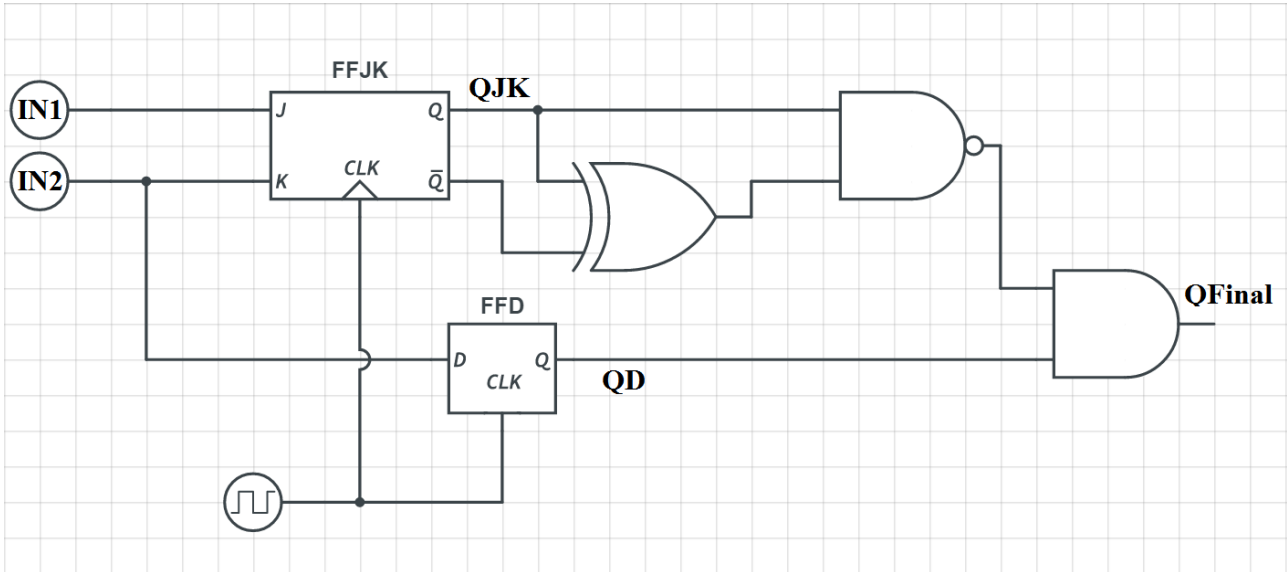
$$\begin{aligned} y_0 &= bcd + acd + abd + abc + a'b'(c'd + cd') + c'd'(a'b + ab') = \\ &= bcd + acd + abd + abc + a'b'(c \text{ XOR } d) + c'd'(a \text{ XOR } b) \end{aligned}$$

Si noti come questa non sia l'unica soluzione, una forma ancora più ridotta in termini di porte logiche utilizzate può essere ottenuta manipolando on algebra di boole a partire dalla forma di somma di mintermini.

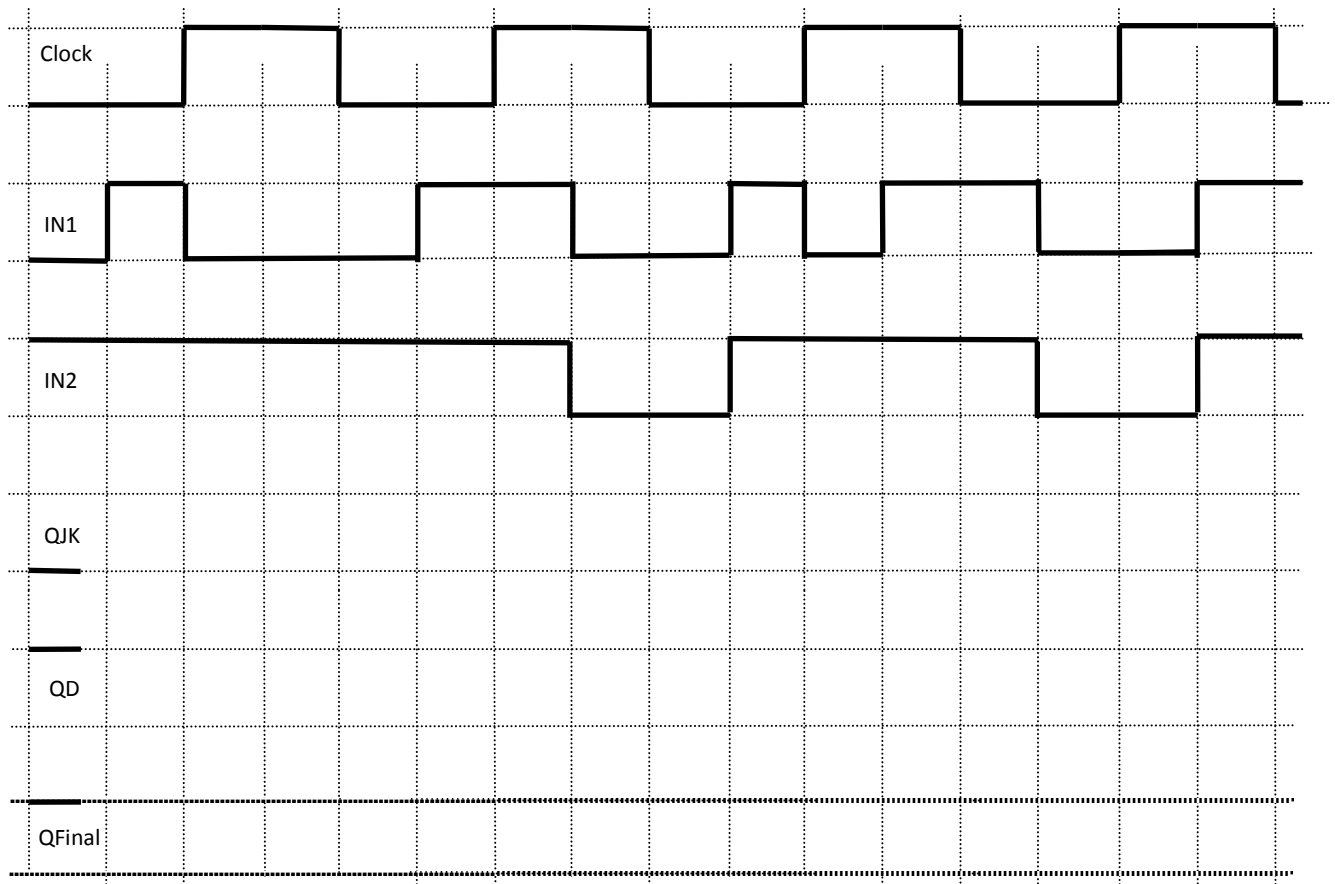
Si ricorda che:

- 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



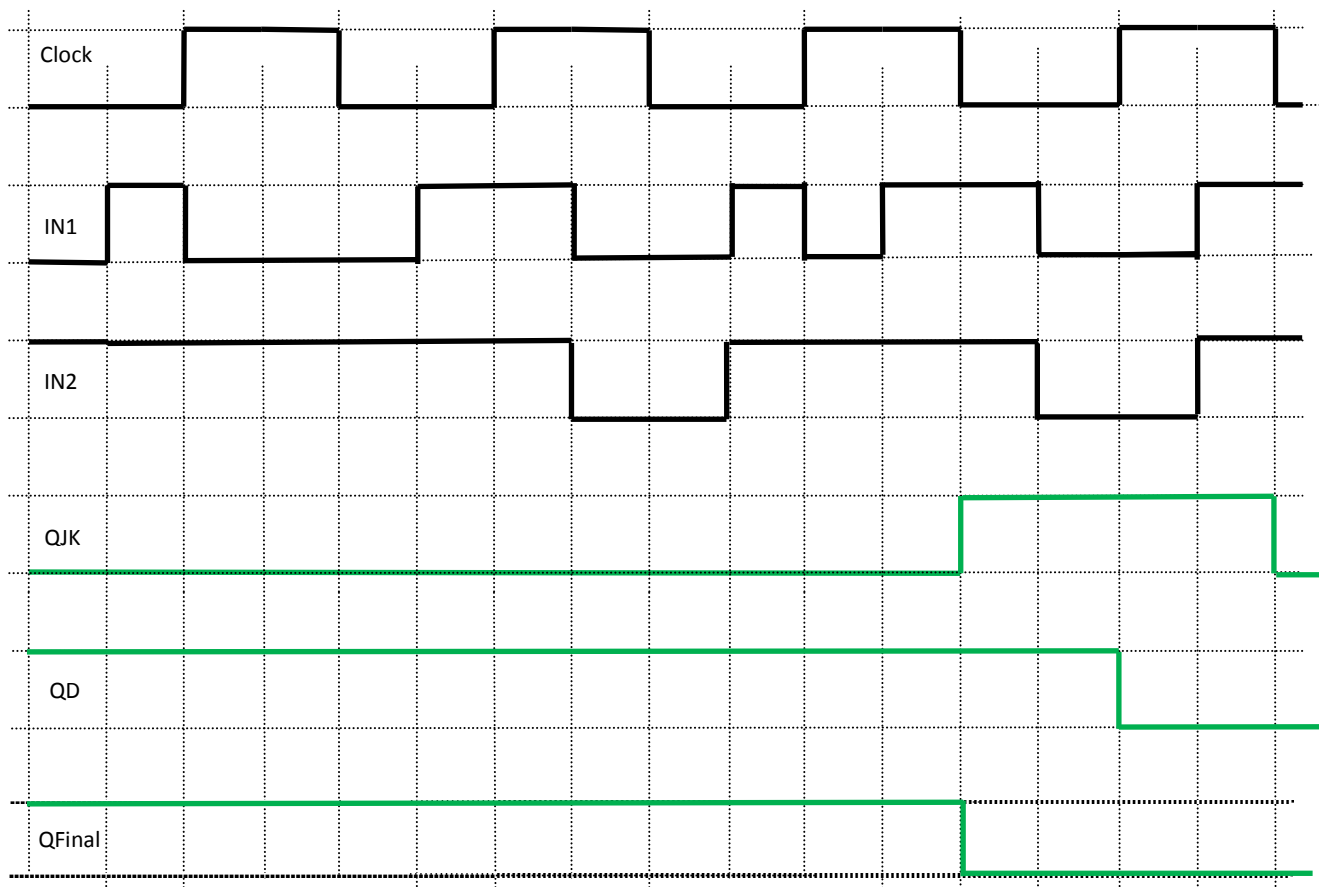
Si simuli il comportamento del sistema in figura, composto da un Flip Flop D, un Flip Flop JK e porte AND, NAND, XOR. L'andamento del segnale del clock e di quelli di ingresso, IN1 e IN2, sono riportati di sotto. Completare la figura specificando l'andamento delle uscite QD e QJK dei due elementi di memoria e dell'uscita QFinal della porta AND. Considerare il bistabile D come sensibile al fronte di salita, ed il JK come sensibile al fronte di discesa, assumendo un ritardo di propagazione del segnale nullo tra i vari elementi di memoria. Si supponga inoltre che lo stato iniziale di QD sia 1, mentre quello di QJK sia 0.



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 (Modificato da 2017-02-10)



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 4

Siano dati i due numeri A e B, espressi in formato esadecimale, con modulo e segno su 3 bit,

$$A_{16,MS(3)} = 051$$

$$B_{16,MS(3)} = F9A$$

determinare:

- 1) la loro decodifica decimale.
- 2) i corrispondenti numeri binari in forma polarizzata su 10 bit
- 3) la loro decodifica in base 6, complemento alla base (complemento a 6), su 3 bit
- 4) la loro decodifica in base 5, complemento alla base -1 (complemento a 4), su 4 bit.

$A_{16,MS(3)}$	$A_{10,NAT}$	$A_{2,POL(10)}$	$A_{6,C6(3)}$	$A_{5,C4(4)}$
051	81	1001010000	213	0311

$B_{16,MS(3)}$	$B_{10,NAT}$	$B_{2,POL(10)}$	$B_{6,C6(3)}$	$B_{5,C4(4)}$
F9A	-154	0101100101	N . R .	3340

NAT: codifica naturale, C6: complemento a sei, C4: complemento a quattro,
MS: modulo e segno, POL: forma polarizzata.

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 (nuovo)

1)

$$A = 051_{16,MS(3)} = +(5 * 16 + 1)_{10} = 81_{10}$$

$$B = F9A_{16,MS(3)} = -(9 * 16 + 10)_{10} = -154_{10}$$

2)

Si calcola il BIAS -> 10 bit-> $BIAS = 2^{10-1} - 1 = 2^9 - 1 = 511$

$$A = 81_{10} + 511_{10} = (592)_{10} = (512 + 64 + 16)_{10} = (1001010000)_{2,POL(10)}$$

$$B = (-154 + 511)_{10} = +357_{10} = (256 + 64 + 32 + 4 + 1)_{10} = (0101100101)_{2,POL(10)}$$

3)

Il complemento alla base del numero N di base b, su n bit è uguale a $b^n - |N|$

Si calcola il numero da decimale alla base 6

$$A_{10,NAT} = 81_{10} = (2 * 6^2 + 1 * 6^1 + 3 * 6^0)_{10} = (213)_{6,C6(3)}$$

$B = -154$ non è rappresentabile in complemento a 6 su 3 bit

4)

Il complemento alla base -1 del numero N di base b, su n bit è uguale a $(b^n - 1) - |N|$

Si calcola il numero da decimale alla base 5

$$A_{10,NAT} = 81_{10} = (3 * 5^2 + 1 * 5^1 + 1 * 5^0)_{10} = (0311)_{5,C4(3)}$$

$$B_{5,C4(3)} \Rightarrow \text{Complemento a 4, base 5 su 4 bit } (b^n - 1) - |B| = (5^4 - 1) - 154 = 624 - 154 = 470$$

$$B_{6,C6(3)} = (3 * 5^3 + 3 * 5^2 + 4 * 5^1 + 0 * 5^0)_{10} = (3340)_{5,C4(4)}$$

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 considerino due processori, M_1 e M_2 , dello stesso set di istruzioni, composto dalle quattro diverse classi di istruzioni A, B, C e D:

Implementazione	Frequenza in MHz	CPI per la classe			
		A	B	C	D
M1	1500	3	4	2	1
M2	1500	6	4	3	7

- Si consideri una porzione di codice contenente 5 milioni di istruzioni di classe A. Quanto tempo è necessario per la sua esecuzione su ciascuna delle due macchine?
- Se il numero di istruzioni di un dato programma è suddiviso in parti uguali fra le classi A, B, C e D, quale delle due macchine è più veloce, e di quanto?
- Si determinino le prestazioni di picco, in numero di istruzioni al secondo (MIPS), delle due macchine.

Si ricorda che:

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

Soluzione (2015.09.14)

a)

$$Cicli_{M1} = 3 \times 5 \times 10^6 = 15 \cdot 10^6$$

$$T_{M1} = \frac{Cicli_{M1}}{F_{M1}} = \frac{15 \cdot 10^6}{1500 \cdot 10^6} = \frac{1}{100} \text{ sec} = 0,01 \text{ sec}$$

$$Cicli_{M2} = 6 \cdot 5 \times 10^6 = 30 \cdot 10^6$$

$$T_{M2} = \frac{Cicli_{M2}}{F_{M2}} = \frac{30 \cdot 10^6}{1500 \cdot 10^6} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ sec}$$

b)

$$CPI_{M1}^{medio} = \frac{3 + 4 + 2 + 1}{4} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$MIPS_{M1} = \frac{F_{M1}}{CPI_{M1}^{medio}} = \frac{1500}{2,5} \cdot 10^6 = 600 \text{ MIPS}$$

$$CPI_{M2}^{medio} = \frac{6+4+3+7}{4} = \frac{20}{4} = 5,0$$

$$MIPS_{M2} = \frac{F_{M2}}{CPI_{M2}^{medio}} = \frac{1500}{5} \cdot 10^6 = 300 \text{ MIPS}$$

La macchina M1 è più veloce di $600/300 = 2,0$ volte rispetto alla macchina M2.

c)

$$MIPS_{M1}^{peak} = \frac{f^{M1}}{\min(CPI^{M1})} = \frac{1500 * 10^6}{1} = 1500 \text{ MIPS}$$

$$MIPS_{M2}^{peak} = \frac{f^{M2}}{\min(CPI^{M2})} = \frac{1500 * 10^6}{3} = 500 \text{ MIPS}$$

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

Riportare:

- a) la codifica in formato IEEE754 in singola precisione dei numeri decimali X ed Y

$$X = 133,625$$
$$Y = -27,9375$$

- b) la loro somma eseguita in codifica IEEE754 a singola precisione

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 (2015.09.14)

Soluzione

a)

$X = 133,625$

Segno (1 bit): $S = 0$ (numero positivo)

Parte intera: $133_{10} = (10000101)_2$

Parte decimale: $(0,625)_{10} = (0,101)_2$

N	N mod 2
133	1
66	0
33	1
16	0
8	0
4	0
2	0
1	1
0	

N	2*N	Trunc(2*N)
0,625	1,25	1
0,25	0,5	0
0,5	1	1
0		

X_2 : 10000101,101

X_2 normalizzato: $1,0000101101 \cdot 2^7$

Mantissa: 0000101101

Esponente (8 bit):

$$EXP = E + BIAS \rightarrow 7_{10} + (2^{8-1} - 1) = 7 + 127 = 134 = 10000110_{2,P}$$

$X =$

0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

$Y = -27,9375$

Segno (1 bit): $S = 1$ (numero negativo)

Parte intera: $27_{10} = (11011)_2$

Parte decimale: $(0,4125)_{10} = (0,1101)_2$

N	N mod 2
27	1
13	1
6	0
3	1
1	1
0	

N	2*N	Trunc(2*N)
0,9375	1,875	1
0,875	1,75	1
0,75	1,5	1
0,5	1	1
0		

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.

$Y_2: -11011,1111$

Y_2 normalizzato: $-1,10111111 \cdot 2^4$

Mantissa: 10111111

Esponente (8 bit):

$$EXP = E + BIAS \rightarrow 4_{10} + (2^{8-1} - 1) = 4 + 127 = 131 = 1000011_{2,P}$$

Y=

1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

b)

$X_2 = 10000101,101 \cdot 2^7$

$Y_2 = -1,10111111 \cdot 2^4 = -0,001101111111 \cdot 2^7$

N.B. Y è negativo. In questi casi si sottrae il valore più piccolo (in valore assoluto) da quello più grande.

$ Z = X - Y $	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	-
	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	=
	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	

$Z = 0,11010011011 \cdot 2^7 = 1,1010011011 * 2^6$

Segno positivo: $S = 0$ (numero positivo)

Mantissa: $F = 1010011011$

Esponente: $EXP = E + BIAS = 6 + 127 = 133 = 10000101$

$Z_{IEEE754} = 0 \ 10000101 \ 1010011011000000000000$

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.