

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE  
 CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA  
 Corso di Architettura degli Elaboratori  
 Esercitazione del 19/01/2018

**Esercizio 1**

La porta di ingresso di un istituto bancario è controllata da una macchina sequenziale di Moore. La macchina ha due segnali binari di ingresso: **R** (richiesta ingresso) e **M** (metalli rilevati); e due segnali binari di uscita, **E** e **I**, che comandano i varchi di ingresso esterni ed interni:

- **E = 1** significa varco esterno aperto,
- **I = 1** significa varco interno aperto.

Inizialmente, entrambi i varchi sono chiusi, e tali rimangono fino a quando non arrivano richieste. Non appena arriva una richiesta di ingresso, viene aperto il varco esterno. Se a questo punto vengono rilevati metalli, si permane nello stesso stato; altrimenti viene chiuso il varco esterno ed aperto (contemporaneamente) quello interno.

Una volta che il varco interno è aperto, esso deve rimanere tale per due secondi. Da questo momento, la macchina chiude il varco interno e riprende il funzionamento iniziale, servendo immediatamente richieste di ingresso se ve ne sono, altrimenti chiude entrambi i varchi.

Il ciclo di clock è di un secondo.

- 1) Disegnare il diagramma Stati/Transizioni dell'automa, riportando la tabella degli stati.
- 2) Verificare che la macchina sia minima usando il metodo della tabella delle implicazioni, e disegnare eventualmente il diagramma dell'automa minimo, riportando la tabella degli stati.
- 3) Convertire l'automa di cui al punto 2) nell'automa equivalente di Mealy.

**Soluzione (Parziale da 19/9/2016)**

Gli input del sistema sono costituiti dai segnali di richiesta di ingresso e rilevazione di metalli:

| R | M |  |
|---|---|--|
| 0 | 0 | <b>Nessuna Richiesta di ingresso, Metalli non rilevati</b> |
| 0 | 1 | <b>Nessuna Richiesta di ingresso, Metalli rilevati</b>     |
| 1 | 0 | <b>Richiesta di ingresso, Metalli non rilevati</b>         |
| 1 | 1 | <b>Richiesta di ingresso, Metalli rilevati</b>             |

Gli output del sistema sono costituiti dalle condizioni dei varchi di ingresso interno ed esterno:

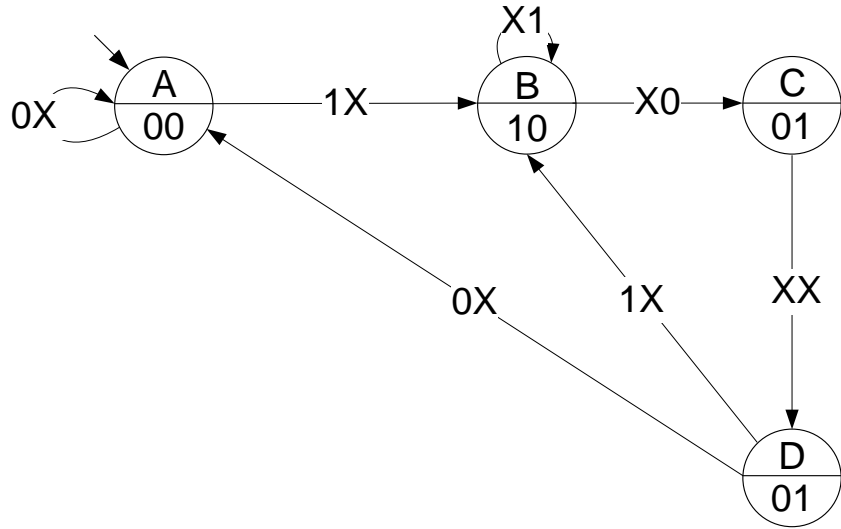
| E | I |  |
|---|---|--|
| 0 | 0 | <b>Varchi Chiusi</b>                                     |
| 0 | 1 | <b>Varco Esterno chiuso, Varco Interno aperto</b>        |
| 1 | 0 | <b>Varco Esterno aperto, Varco Interno chiuso</b>        |
| 1 | 1 | <b>Varco Esterno aperto, Varco Interno aperto (STATO</b> |

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.

NON POSSIBILE)

L'automa di Moore è il seguente



2. La tabella degli stati corrispondente è la seguente:

Tabella degli stati:

| STATO | INPUT |    |    |    | OUTPUT |
|-------|-------|----|----|----|--------|
|       | 00    | 01 | 10 | 11 |        |
| A     | A     | A  | B  | B  | 00     |
| B     | C     | B  | C  | B  | 11     |
| C     | D     | D  | D  | D  | 01     |
| D     | A     | A  | B  | B  | 01     |

3. Attraverso la **tabella delle implicazioni** si verifica che la macchina è **MINIMA**:

|   |   |   |         |
|---|---|---|---------|
| B | X |   |         |
| C | X | X |         |
| D | X | X | AD - BD |
|   | A | B | C       |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| B | X |   |   |
| C | X | X |   |
| D | X | X | X |
|   | A | B | C |

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

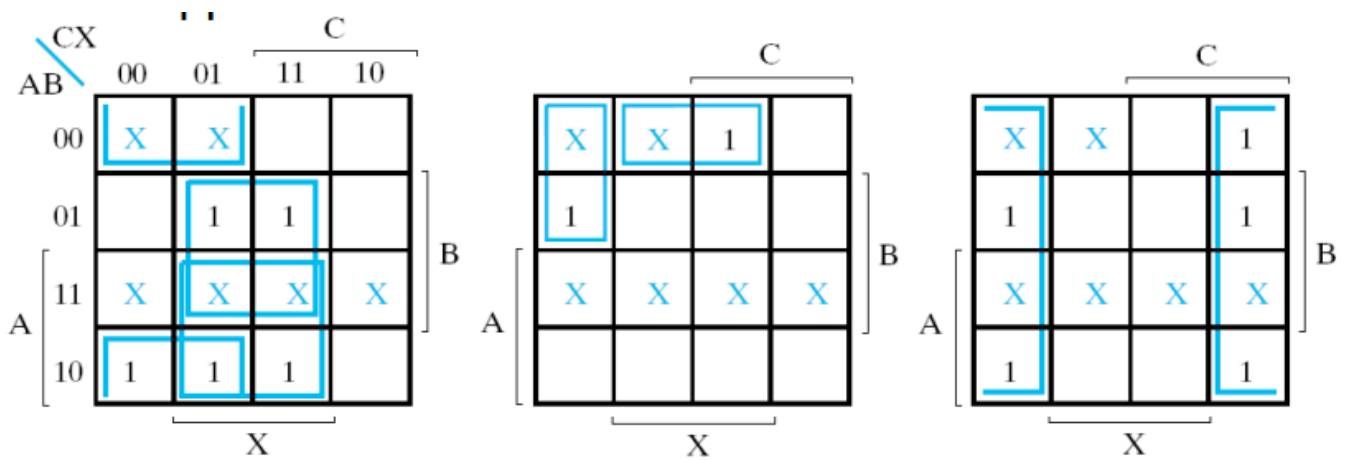
Progettare un circuito sequenziale che opera secondo la tabella di stato seguente, ricavando le forme **SoP** e **PoS** minime per ciascuna delle uscite utilizzando le **mappe di Karnaugh**.

| Present State |   |   | Input | Next State |   |   |
|---------------|---|---|-------|------------|---|---|
| A             | B | C | X     | A          | B | C |
| 0             | 0 | 1 | 0     | 0          | 0 | 1 |
| 0             | 0 | 1 | 1     | 0          | 1 | 0 |
| 0             | 1 | 0 | 0     | 0          | 1 | 1 |
| 0             | 1 | 0 | 1     | 1          | 0 | 0 |
| 0             | 1 | 1 | 0     | 0          | 0 | 1 |
| 0             | 1 | 1 | 1     | 1          | 0 | 0 |
| 1             | 0 | 0 | 0     | 1          | 0 | 1 |
| 1             | 0 | 0 | 1     | 1          | 0 | 0 |
| 1             | 0 | 1 | 0     | 0          | 0 | 1 |
| 1             | 0 | 1 | 1     | 1          | 0 | 0 |

Notare che:

- il circuito è composto da 4 ingressi (A, B, C, X) e 3 uscite diverse tra loro (NSA, NSB, NSC)
- ci sono 6 possibili combinazioni non utilizzate per gli ingressi (0000, 0001, 1100, 1101, 1110, 1111) che possono essere trattate come don't care (X)

### Soluzione (Da 19/9/2016)



Riassumendo, le SoP minime sono:

- $NSA = AX + BX + B'C'$
- $NSB = A'C'X' + A'B'X$
- $NSC = X'$

Per quanto riguarda le PoS, complementariamente si ottiene

- $NSA = (A + B)(A + X)(C' + X)$
- $NSB = A'(B' + X')(C' + X)$
- $NSC = X'$

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.

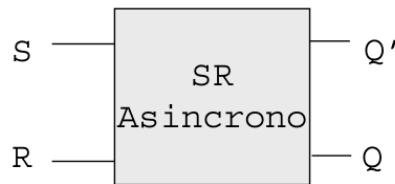
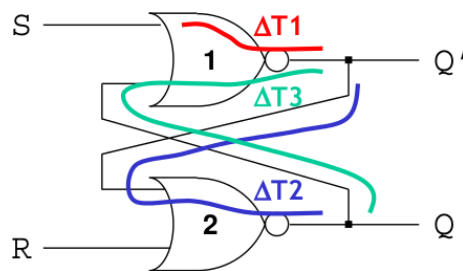
### Esercizio 3

Si consideri un latch SR asincrono.

- 1) Disegnare il circuito logico corrispondente, e la tabella delle transizioni.
- 2) Elencare eventuali configurazioni di input non ammissibili, spiegando dettagliatamente le motivazioni che le rendono tali.
- 3) Ci sono delle porte logiche simili ai tipi SR che considerano come ammissibili tali combinazioni di input? Se si, quale categoria di porte logiche sono, e come trattano tali configurazioni non ammissibili nelle porte SR?

### Soluzione (Parziale da 19/9/2016)

1) Circuito e tabella delle transizioni



| S | R | Q* |
|---|---|----|
| 0 | 0 | Q  |
| 0 | 1 | 0  |
| 1 | 0 | 1  |
| 1 | 1 | -  |

2) Se  $S=R=1$ , gli elementi SR, che fanno fare Set o Reset, non riescono ad identificare chi tra S o R cambia per primo, quindi il bistabile non sa decidere se viene fatto un set o un reset. Il bistabile asincrono ritorna quindi in modo imprevedibile allo stato  $Q=0, Q'=1$  oppure allo stato  $Q=1, Q'=0$ .

Questa condizione è chiamata *race condition* (corsa critica) o transizione non deterministica

3) Gli elementi JK. In corrispondenza dell'input 11, viene negato l'output.

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

Date le seguenti sequenze di bit:

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| B | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

dire quanto valgono se interpretate come numeri espressi in

- complemento a 2
- modulo e segno
- binario puro
- complemento a 1
- forma polarizzata

### SOLUZIONE

#### Complemento a 2:

$$A = -(01001100) = -(2^2 + 2^3 + 2^6) = -(4 + 8 + 64) = -76$$

$$B = 2^0 + 2^2 + 2^3 + 2^5 + 2^6 = 1 + 4 + 8 + 32 + 64 = 109$$

#### Modulo e segno:

$$A = -(0110100) = -(2^2 + 2^4 + 2^5) = -(4 + 16 + 32) = -52$$

$$B = 2^0 + 2^2 + 2^3 + 2^5 + 2^6 = 1 + 4 + 8 + 32 + 64 = 109$$

#### Binario puro:

$$A = 2^2 + 2^4 + 2^5 + 2^7 = 4 + 16 + 32 + 128 = 180$$

$$B = 2^0 + 2^2 + 2^3 + 2^5 + 2^6 = 1 + 4 + 8 + 32 + 64 = 109$$

#### Complemento a 1:

$$A = -(01001011) = -(2^0 + 2^1 + 2^3 + 2^6) = -(1 + 2 + 8 + 64) = -75$$

$$B = 2^0 + 2^2 + 2^3 + 2^5 + 2^6 = 1 + 4 + 8 + 32 + 64 = 109$$

#### Forma polarizzata:

$$BIAS = 2^7 - 1 = 127$$

$$A = 180 - 127 = 53$$

$$B = 109 - 127 = -18$$

|                          | A          | B          |
|--------------------------|------------|------------|
| <b>complemento a 2</b>   | <b>-76</b> | <b>109</b> |
| <b>modulo e segno</b>    | <b>-52</b> | <b>109</b> |
| <b>binario puro</b>      | <b>180</b> | <b>109</b> |
| <b>complemento a 1</b>   | <b>-75</b> | <b>109</b> |
| <b>forma polarizzata</b> | <b>53</b>  | <b>-18</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.

### 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              | 1800             | 5                 | 2 | 3 | 2 |
| M2              | 1600             | 6                 | 3 | 4 | 3 |

- Si consideri una porzione di codice contenente 4 milioni di istruzioni di classe C. 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?

SOLUZIONE

a)

$$Cicli_{M1} = 4 \cdot 3 \cdot 10^6 = 12 \cdot 10^6$$

$$T_{M1} = \frac{Cicli_{M1}}{F_{M1}} = \frac{12 \cdot 10^6}{1800 \cdot 10^6} = \frac{2 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^8} = \frac{2}{300} sec = \frac{2000}{300} ms = \frac{20}{3} ms = 6, \bar{6} ms \cong 7ms \cong 0,007 sec$$

$$Cicli_{M2} = 4 \cdot 4 \cdot 10^6 = 16 \cdot 10^6$$

$$T_{M2} = \frac{Cicli_{M2}}{F_{M2}} = \frac{16 \cdot 10^6}{1600 \cdot 10^6} = \frac{10^6}{10^8} = 10^{-2} sec = 10 ms$$

b)

$$CPI_{M1}^{medio} = \frac{5 + 2 + 3 + 2}{4} = \frac{12}{4} = 3$$

$$MIPS_{M1} = \frac{F_{M1}}{CPI_{M1}^{medio}} = \frac{1800}{3} \cdot 10^6 = 600 MIPS$$

$$CPI_{M2}^{medio} = \frac{6 + 3 + 4 + 3}{4} = \frac{16}{4} = 4$$

$$MIPS_{M2} = \frac{F_{M2}}{CPI_{M2}^{medio}} = \frac{1600}{4} \cdot 10^6 = 400 MIPS$$

La macchina M1 è più veloce di  $600/400 = 1,5$  volte rispetto alla macchina M2.

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.



