

## **Compito A (Per il canale Velardi P-Z)**

**Orale: 26 febbraio aula alfa ore 10, portare la prova Circuimaker**

### **Esercizio 1**

Il pendolino Roma/Milano compie il seguente percorso: parte da Roma, arriva a Firenze passando per Arezzo, arriva a Bologna ed infine a Milano passando per Piacenza. Il treno effettua fermate alle stazioni di Roma, Firenze, Bologna e Milano. In ogni stazione c'è un semaforo ed il macchinista del treno ubbidisce alla seguente politica: se il semaforo rosso ferma il treno e appena il semaforo diviene verde parte per la stazione successiva. Nelle stazioni in cui il treno effettua fermate, il macchinista deve aprire le porte per consentire la salita e la discesa dei passeggeri, chiudendole non appena il treno si mette in movimento. Infine, nella stazione di Firenze il macchinista deve predisporre il cambio di motrice azionando un apposito comando, che sarà disattivato appena il treno riparte da tale stazione. Per semplicità si assuma che non ci siano semafori intermedi (oltre i 6 elencati sopra) e che il treno, una volta giunto a destinazione non riparta più.

Seguendo il metodo visto a lezione, si ricavi una rete sequenziale con FF di tipo JK che realizzi i compiti del macchinista sopra elencati.

**Esercizio 2** Si progetti un circuito combinatorio che riceve in ingresso due segnali di controllo, ADD e SUB, e le uscite di due registri A e B da n bit.

Se SUB=1, viene eseguita la sottrazione in complemento a due. Se ADD=1 viene eseguita la somma. Se ADD=SUB=0, non viene eseguita alcuna operazione.

Un terzo segnale di controllo, WRITE, abilita la scrittura del risultato sul registro A.

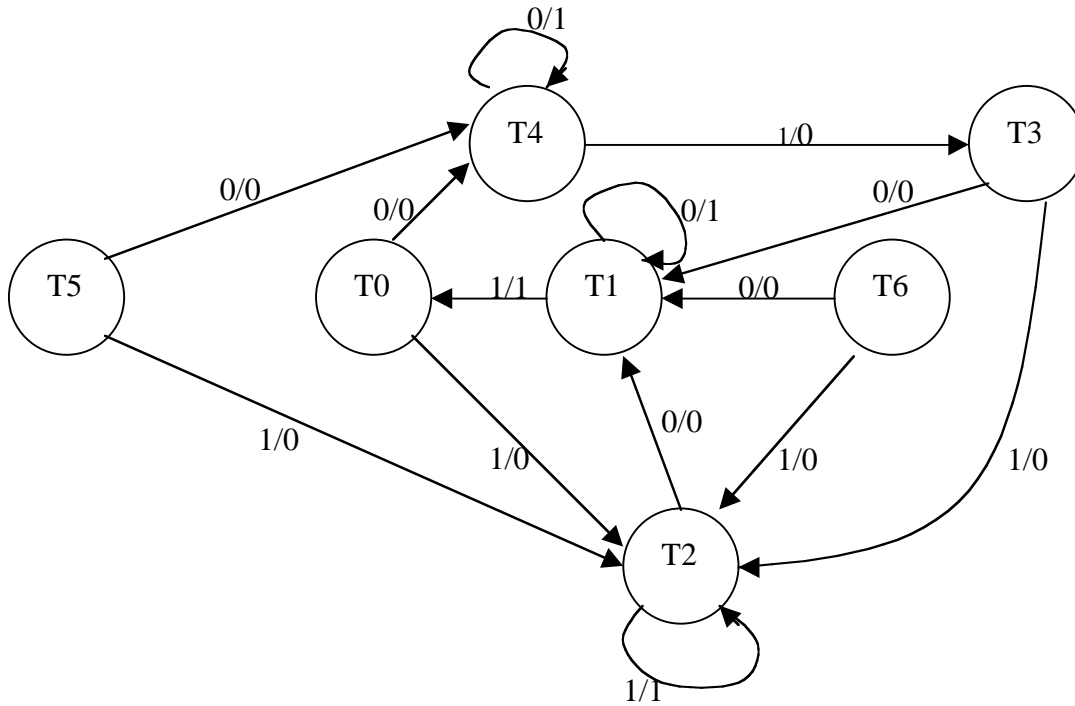
Si supponga che i segnali ADD, SUB e WRITE siano opportunamente temporizzati.

# Compito B (Per il canale Velardi P-Z)

Orale: 26 febbraio aula alfa ore 10, portare la prova Circuimaker

## Esercizio 1

Sia dato il seguente automa con stato iniziale T0:

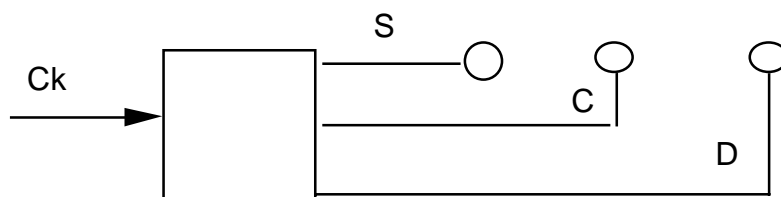


Lo si minimizzi e si dia, tramite diagrammi temporali, l'output e le transizioni di stato ottenuti in corrispondenza della stringa di input 110001001001 (N.B.: si consideri l'automata realizzato mediante un circuito ideale, cioè senza ritardi).

## Esercizio 2

Un amico vi chiede di realizzare un antifurto fittizio. Il dispositivo consiste di tre luci (*led*) allineate, controllate da un dispositivo a tre uscite: S(inistra) C(entro) e D(estra). Il dispositivo (vedi figura) ha come unico ingresso un segnale di clock. Ogni uscita, se=1, ha l'effetto di accendere la corrispondente luce. In ogni istante è accesa una sola luce, che si "sposta" da sinistra a destra, "spaventando" così i ladri che credono di essere seguiti nella loro attività. Progettare il circuito in questione (occhio elettronico), partendo dall'automata a stati finiti.

Progettare inoltre (senza ricavare l'automata, ma fornendo esauriente descrizione oltre allo schema circuitale) il circuito che genera il segnale di clock, in modo tale che la velocità di spostamento delle luci sia programmabile. **Suggerimento:** Il segnale di clock in ingresso all' "occhio elettronico" sarà ricavato dall'uscita  $i$ -esima di un contatore ad  $m$  uscite. Il circuito riceve in ingresso un valore  $i$  compreso fra 1 ed  $m$ , e, a seconda del valore  $i$  ricevuto, un apposito dispositivo (quale??) provvede a collegare all' input dell' "occhio elettronico" il segnale generato dall'uscita  $Q_i$  del contatore.



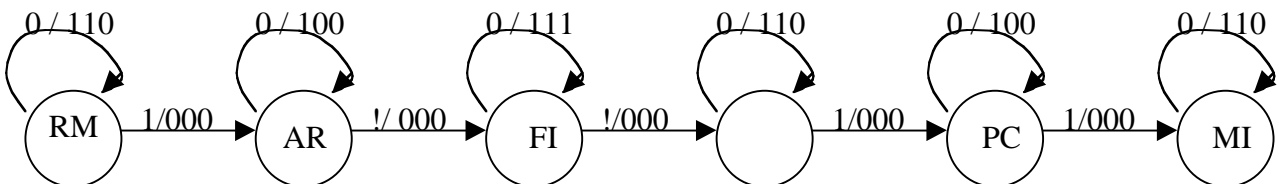
# Soluzioni compito A

## Es. 1

Bisogna modellare il problema con un automa a stati finiti, per esempio di Mealy. Gli stati corrispondono alle stazioni, l'input (X) è il segnale dato dal semaforo nelle varie stazioni e gli output codificano la fermata del treno, l'apertura porte e il cambio locomotore (rispettivamente F, A, C). X = 1 vuol dire semaforo verde, F = 1 vuol dire treno fermo, A = 1 vuol dire porte aperte e C = 1 vuol dire meccanismo per il cambio di motrice attivato.

NOTA: molti fra coloro che hanno svolto questo esercizio hanno dimenticato di modellare la fermata del treno. Molti hanno poi modellato l'output in modi diversi nel caso in cui il semaforo è verde. Se il semaforo è verde, il treno parte, e dunque, F=A=C=0 !!! (ovviamente, non mi riferisco a chi ha assegnato, ad es, il valore 1 alla variabile F nel caso di treno in movimento: la codifica degli eventi è libera, purchè corrispondano a ciò che si intende modellare)

L'automata è il seguente:



Si verifica che l'automata è già minimo. Codifichiamo gli stati con le uscite di 3 FF JK associando a RM la tripla Q2Q1Q0 = 000, ad AR 001, a FI 010, a BO 011, a PC 100 e a MI 101. La tabella degli stati futuri è:

| X | Q2  | Q1 | Q0 | F   | A | C | J2  | K2 | J1 | K1 | J0 | K0    | Q2 | Q1 | Q0 |
|---|-----|----|----|-----|---|---|-----|----|----|----|----|-------|----|----|----|
|   | (t) |    |    | (t) |   |   | (t) |    |    |    |    | (t+1) |    |    |    |
| 0 | 0   | 0  | 0  | 1   | 1 | 0 | 0   | -  | 0  | -  | 0  | -     | 0  | 0  | 0  |
| 0 | 0   | 0  | 1  | 1   | 0 | 0 | 0   | -  | 0  | -  | -  | 0     | 0  | 0  | 1  |
| 0 | 0   | 1  | 0  | 1   | 1 | 1 | 0   | -  | -  | 0  | 0  | -     | 0  | 1  | 0  |
| 0 | 0   | 1  | 1  | 1   | 1 | 0 | 0   | -  | -  | 0  | -  | 0     | 0  | 1  | 1  |
| 0 | 1   | 0  | 0  | 1   | 0 | 0 | -   | 0  | 0  | -  | 0  | -     | 1  | 0  | 0  |
| 0 | 1   | 0  | 1  | 1   | 1 | 0 | -   | 0  | 0  | -  | -  | 0     | 1  | 0  | 1  |
| 0 | 1   | 1  | 0  | -   | - | - | -   | -  | -  | -  | -  | -     | -  | -  | -  |
| 0 | 1   | 1  | 1  | -   | - | - | -   | -  | -  | -  | -  | -     | -  | -  | -  |
| 1 | 0   | 0  | 0  | 0   | 0 | 0 | 0   | -  | 0  | -  | 1  | -     | 0  | 0  | 1  |
| 1 | 0   | 0  | 1  | 0   | 0 | 0 | 0   | -  | 1  | -  | -  | 1     | 0  | 1  | 0  |
| 1 | 0   | 1  | 0  | 0   | 0 | 0 | 0   | -  | -  | 0  | 1  | -     | 0  | 1  | 1  |
| 1 | 0   | 1  | 1  | 0   | 0 | 0 | 1   | -  | -  | 1  | -  | 1     | 1  | 0  | 0  |
| 1 | 1   | 0  | 0  | 0   | 0 | 0 | -   | 0  | 0  | -  | 1  | -     | 1  | 0  | 1  |
| 1 | 1   | 0  | 1  | 1   | 1 | 0 | -   | 0  | 0  | -  | -  | 0     | 1  | 0  | 1  |
| 1 | 1   | 1  | 0  | -   | - | - | -   | -  | -  | -  | -  | -     | -  | -  | -  |
| 1 | 1   | 1  | 1  | -   | - | - | -   | -  | -  | -  | -  | -     | -  | -  | -  |

Ricaviamo le EB minime per F, A, C, Ji e Ki usando le mappe di Karnaugh e ottenendo

$$F = \overline{X} + Q2 Q0 \quad A = Q2 Q0 + \overline{X} (Q1 + \overline{Q2} \overline{Q0}) \quad C = \overline{X} Q1 \overline{Q0}$$

$$J_2 = X Q_1 Q_0 \quad K_2 = 0 \quad J_1 = X \overline{Q_2} Q_0 \quad K_1 = X Q_0$$

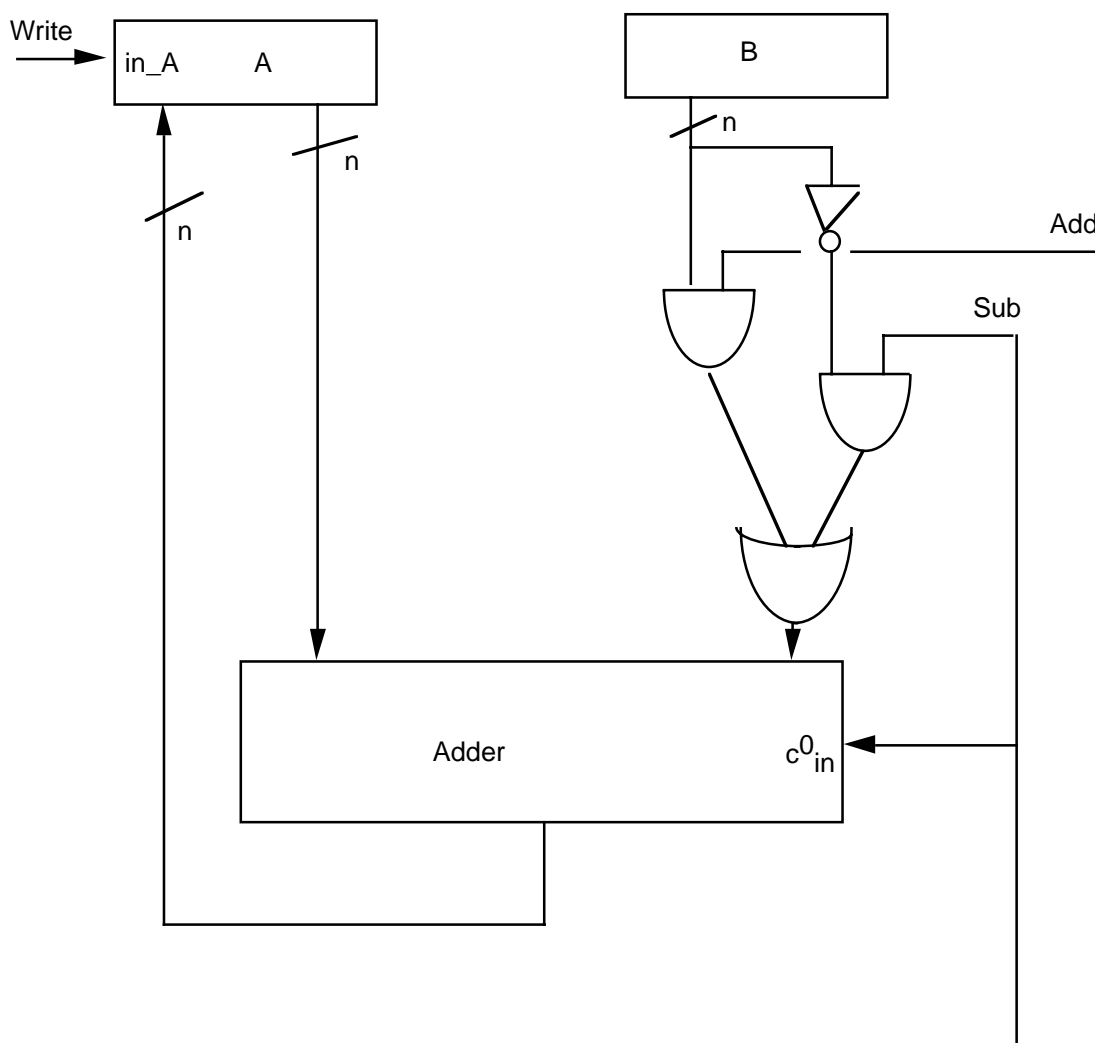
$$J_0 = X \quad K_0 = X \overline{Q_2}$$

da cui è semplice disegnare la rete.

**Es. 2** La rappresentazione dei numeri in complemento a b (dove b rappresenta la base, che nel caso in esame è 2) è illustrata nel par. 1.3.3 del Bovet, ed è stata illustrata più volte durante le esercitazioni.

Nel paragrafo in questione si mostra come la rappresentazione in complemento all'intervallo (a due, nel caso dell'esercizio) consenta di sostituire una sottrazione con un'operazione di cambiamento di segno seguita da una addizione. Infatti,  $A - B = A + (-B) = A + \overline{B} + 1$

Lo schema è mostrato in Figura. Si noti che il segnale Sub, collegato con il segnale di input del carry del primo modulo del sommatore, ha l'effetto di sommare 1, come richiesto nella espressione della differenza in complemento a due.



# Soluzioni Compito B

## Es. 1

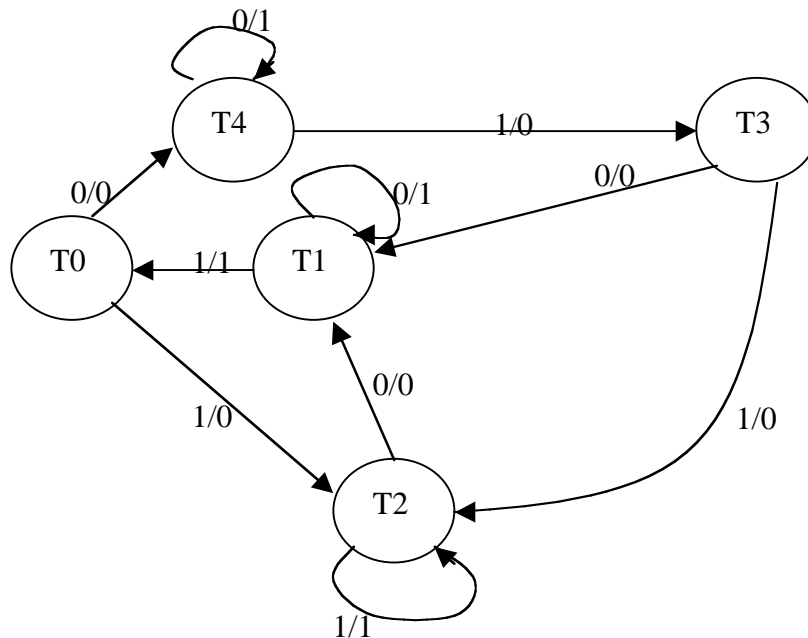
In forma tabellare, l'automa è

| Stato | Input = 0 | Input = 1 |
|-------|-----------|-----------|
| T0    | T4 / 0    | T2 / 0    |
| T1    | T1 / 1    | T0 / 1    |
| T2    | T1 / 0    | T2 / 1    |
| T3    | T1 / 0    | T2 / 0    |
| T4    | T4 / 1    | T3 / 0    |
| T5    | T4 / 0    | T2 / 0    |
| T6    | T1 / 0    | T2 / 0    |

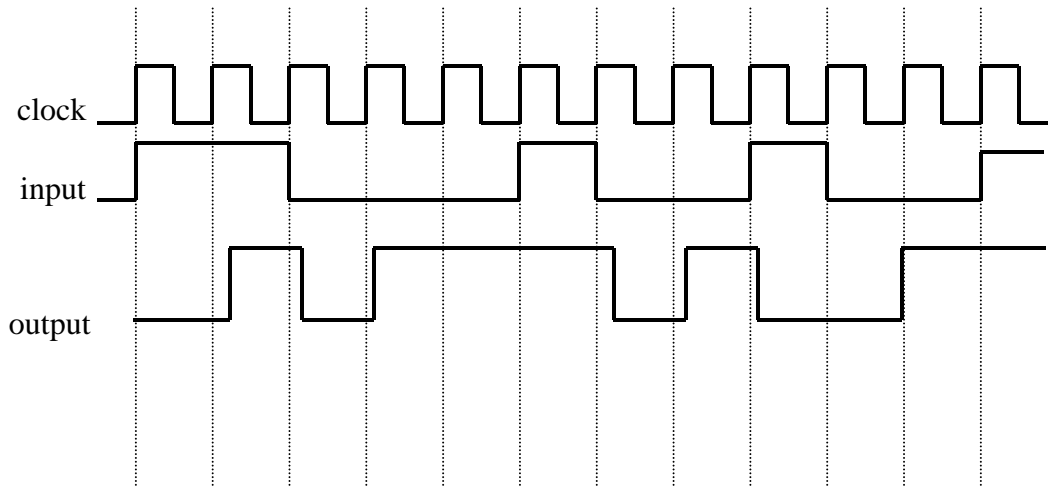
da cui si può vedere che, con stato iniziale T0, T5 e T6 sono irraggiungibili (e quindi possono essere eliminati). Tuttavia, limitandosi ad utilizzare l'algoritmo di minimizzazione, si può ugualmente verificare che le sole classi di equivalenza sono  $S0 = \{T0, T5\}$  e  $S3 = \{T6, T3\}$ , dunque, T5 e T6 risultano in ogni caso ridondanti.

Ponendo quindi:  $S1 = \{T1\}$ ,  $S2 = \{T2\}$ ,  $S4 = \{T4\}$

si ottiene l'automa minimo :



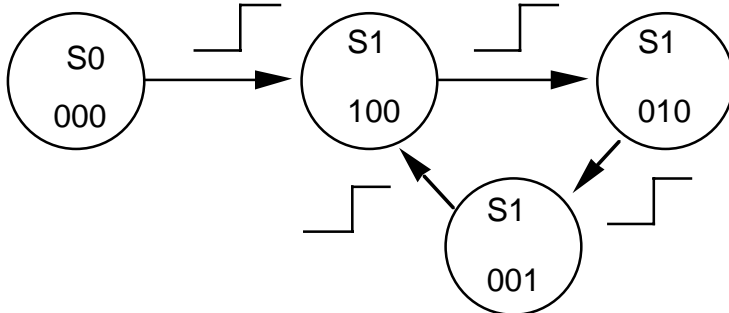
Supponiamo di avere un clock con transizioni regolari; il diagramma temporale per gli stati e l'output è il seguente:



la sequenza di uscita è dunque **010111010011**

### Es. 2

Il funzionamento dell'occhio elettronico può essere modellato mediante un automa di Moore che cicla fra tre stati le cui **3 uscite** saranno rispettivamente le triple (SCD): 100 - 010 - 001



Si può supporre che da qualsiasi stato diverso dai tre sopra elencati (ad esempio, lo stato in cui le tre uscite sono 000) il sistema sia forzato a transitare in un qualsiasi stato del ciclo, ad esempio, 100. Poiché l'automa ha tre stati (quattro se si considera lo stato in cui le uscite sono 000), sono sufficienti **due** FF. Nota: l'automa deve avere 3 o 4 stati, ciclare solo fra 3 stati, deve avere **3 uscite** e nessun ingresso, poiché le transizioni sono attivate solo dal fronte clock!!!!

Per quanto riguarda la frequenza del segnale di clock, si osservi che l'uscita  $Q_i$  di un contatore sincrono che riceve in ingresso un segnale di clock di frequenza  $f$ , effettua transizioni regolari con frequenza pari a  $f/2^i$  (provate a tracciare il diagramma temporale di un contatore a  $m$  uscite!!). Dunque è sufficiente mettere le  $m$  uscite di un contatore in ingresso ad un multiplexer, la cui uscita è connessa all'input di clock dell'occhio elettronico. I  $\log_2 m$  segnali di controllo del multiplexer consentiranno di regolare la frequenza di variazione del segnale di clock dell'occhio elettronico.