

*POLITECNICO DI MILANO - SEDE DI COMO*

**AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**  
**prof. Luigi Piroddi**

Anno Accademico 2019/20  
Appello del 6 febbraio 2020

COGNOME .....

NOME .....

MATRICOLA .....

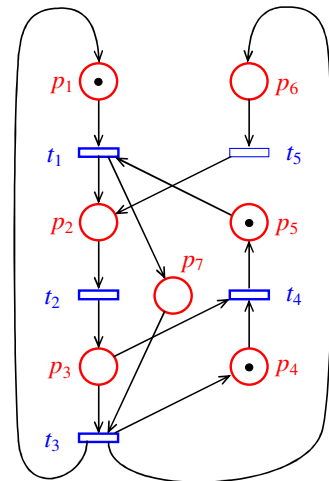
FIRMA .....

- Non riportare sulla stessa pagina risposte a domande di esercizi diversi.
- Non consegnare fogli addizionali.
- Non si possono consultare libri, appunti, dispense, ecc.
- Si raccomandano chiarezza, precisione e concisione nelle risposte.

## ESERCIZIO 1

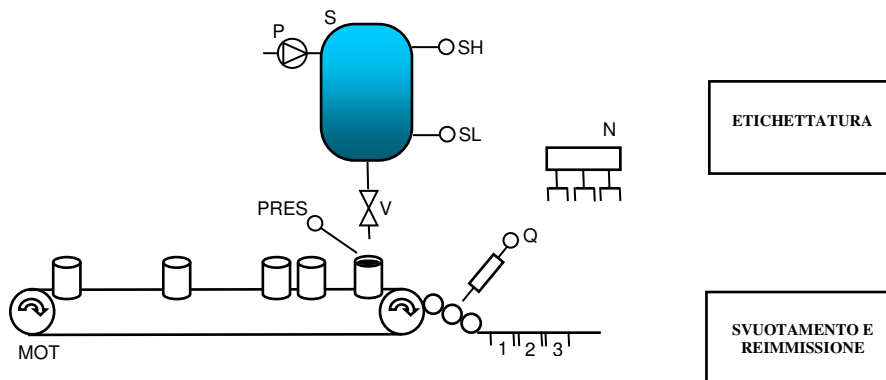
Si consideri la rete di Petri riportata in figura.

- 1.1) Scrivere la matrice di incidenza della rete.
- 1.2) Calcolare i P-invarianti della rete e dire se la loro conoscenza permette di concludere qualcosa riguardo alla limitatezza della rete.
- 1.3) Calcolare i sifoni minimi della rete.
- 1.4) Mostrare che uno dei sifoni minimi si può svuotare permanentemente e dire cosa questo implica riguardo alla vivezza della rete.
- 1.5) Scrivere un vincolo (nella forma standard) che impedisca lo svuotamento di tale sifone. Implementare il vincolo con la tecnica del controllo supervisivo basato su P-invarianti, fornendone anche la rappresentazione grafica.



## ESERCIZIO 2

Si consideri l'impianto di confezionamento di passata di pomodoro rappresentato in figura.



All'accensione della cella di confezionamento, la passata di pomodoro, proveniente dal resto dell'impianto, deve essere immessa all'interno del serbatoio S azionando la pompa P. Ogniqualevolta il livello del serbatoio S scende al di sotto del livello minimo si aziona la pompa P fino a riempire nuovamente il serbatoio S. La portata della pompa P è tale da riempire rapidamente il serbatoio.

Quando in S c'è passata di pomodoro a sufficienza e una lattina vuota è presente sul nastro nella posizione corretta (segnalata da PRES), la valvola V, normalmente chiusa, viene aperta per un tempo pari a due secondi. Si assuma che in ingresso al nastro vi siano un numero infinito di lattine da riempire.

Quando la lattina è stata riempita il nastro viene riattivato in modo da portare una nuova lattina nella posizione di riempimento. Questo movimento permette anche di portare la lattina piena nella corretta posizione per il trasferimento in altra cella. Durante lo stesso movimento una sonda permette di stimare la quantità Q di passata presente nel barattolo. Sono da scartare tutte le lattine con quantità di salsa inferiore a 0,28 l o superiore a 0,32 l.

Quando tre lattine sono pronte una navetta N, dotata di apposite pinze, le prende tutte e, se tutte le lattine presentano una quantità nella norma, le porta nella cella successiva di etichettatura altrimenti il gruppo di tre lattine viene portato in una cella di svuotamento e reimmissione. Le suddette

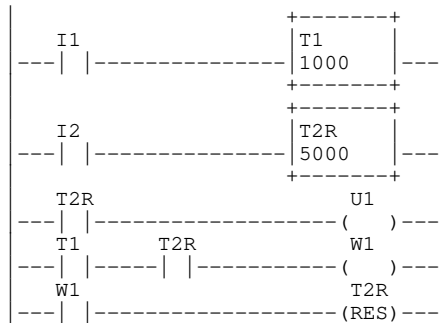
operazioni, gestite da un controllore dedicato, siano attivate mediante i comandi impulsivi TRASP\_ET e TRASP\_SVUOT. Si consideri la possibilità che, mentre avviene il trasporto delle lattine, altre vengano preparate per un successivo trasporto.

2.1) Modellizzare il sistema per il controllo dell'impianto in SFC.

---

### ESERCIZIO 3

3.1) Con riferimento al seguente programma LD



e supponendo che le variabili I1 e I2 siano entrambe uguali a 1 si rappresentino in un diagramma temporale gli andamenti delle variabili T1, T2R, U1 e W1.

---

### ESERCIZIO 4

4.1) Discutere brevemente i principali difetti della modellizzazione di sistemi ad eventi discreti con automi.

4.2) Descrivere brevemente i principali componenti di un PLC.

## ESERCIZIO 1

$$1.1) C = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$1.2) PI1 = [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1]^T,$$

$$PI2 = [0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0]^T,$$

$$PI3 = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]^T.$$

La rete è coperta da P-invarianti positivi, quindi è conservativa e limitata.

1.3) I supporti dei P-invarianti trovati sono sia sifoni che trappole.

In aggiunta la rete ammette anche il sifone  $S = \{p_1, p_2, p_3, p_6\}$ .

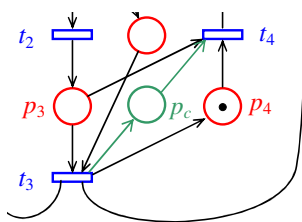
1.4)  $S$  si può svuotare permanentemente. Perché questo accada occorre far scattare  $t_4$  almeno una volta, dato che  $t_4 \in S \bullet \setminus \bullet S$ . Ad esempio, la sequenza di scatti  $t_1, t_2, t_4$  svuota  $S$  e blocca la rete. La rete ha una marcatura morta e, pertanto, non è viva.

$$1.5) m_1 + m_2 + m_3 + m_6 \geq 1 \rightarrow -m_1 - m_2 - m_3 - m_6 \leq -1$$

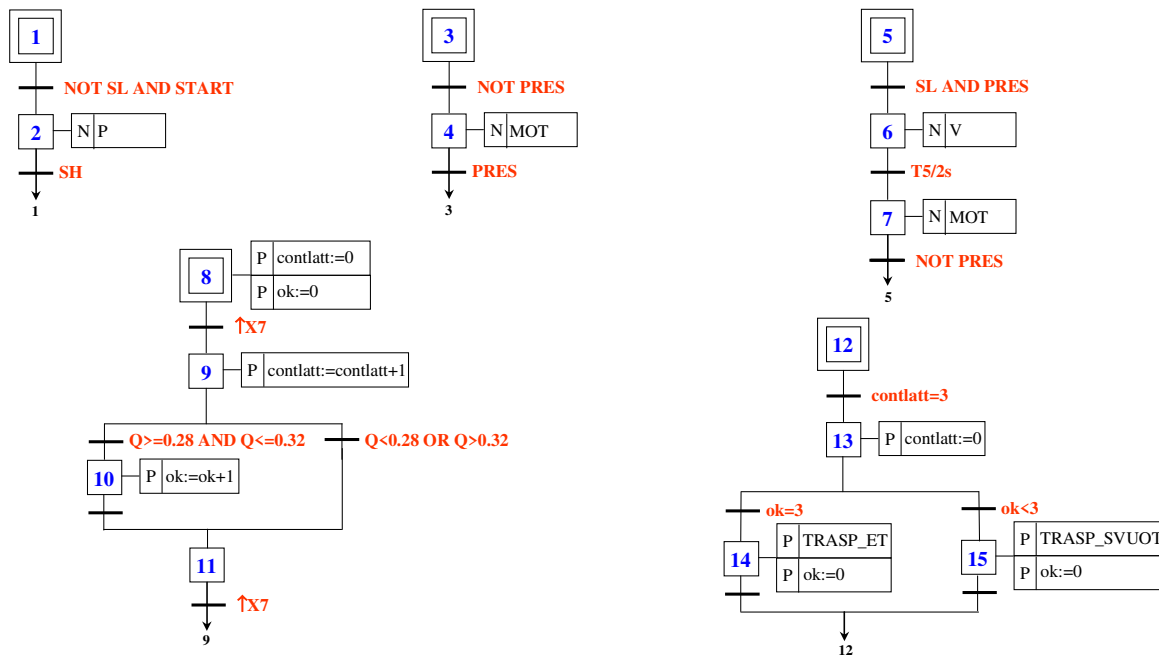
$$L = -[1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0], b = -1$$

$$C_C = -LC = [0 \ 0 \ 1 \ -1 \ 0]$$

$$m_{c0} = -1 + (m_{10} + m_{20} + m_{30} + m_{60}) = 0$$

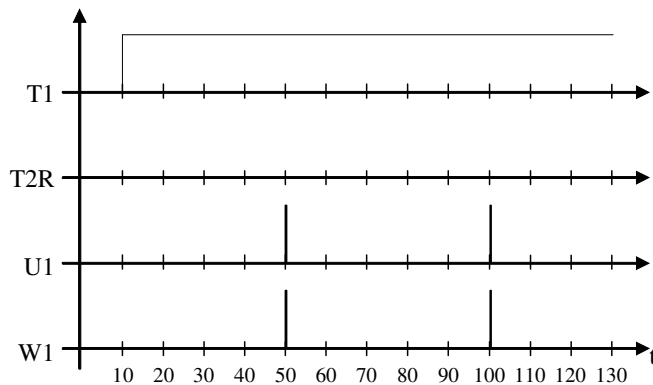


## ESERCIZIO 2



## ESERCIZIO 3

3.1)



## ESERCIZIO 4

4.1) I principali difetti della modellizzazione di sistemi ad eventi discreti con automi sono:

- basso potere rappresentativo (parallelismo, condivisione di risorse, ecc.)
- assenza modularità
- dimensioni notevoli anche in casi semplici
- stato del sistema globale (localizzato in un nodo), interpretazione (uso dei dispositivi, sequenze di operazioni) distribuita.

4.2) ...