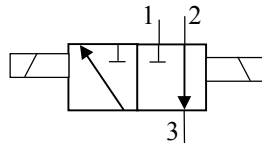


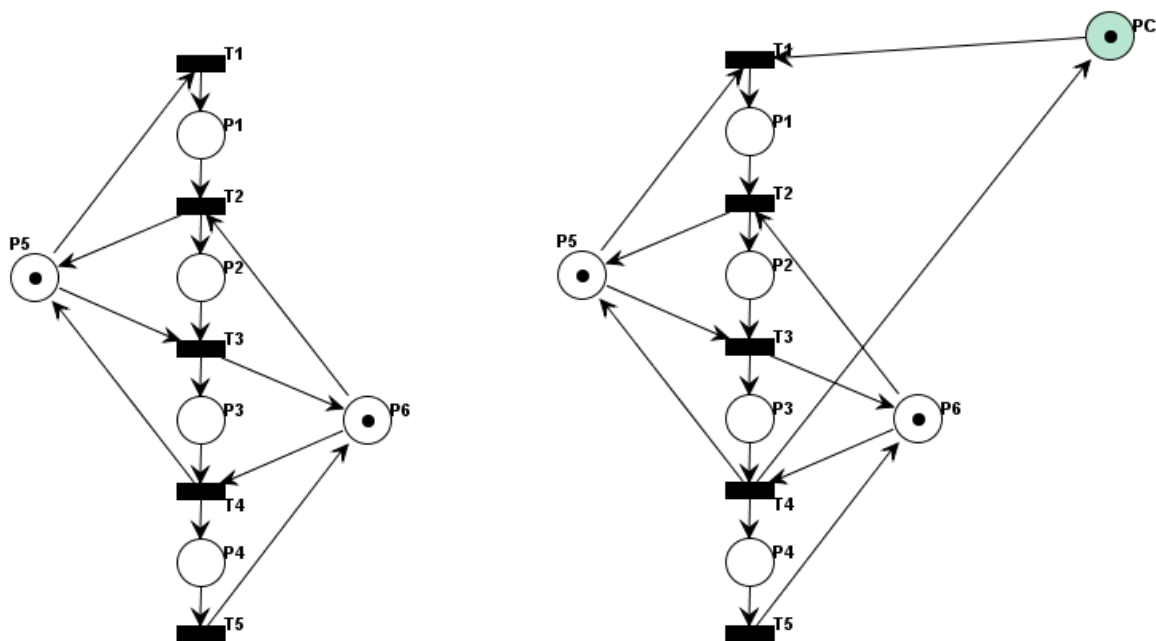
ESERCIZIO 1.

1.1) Si spieghi sinteticamente il significato del simbolo riportato in figura.

**Soluzione**

Si tratta del simbolo ISO di una valvola di controllo direzionale 3/2 con comando elettrico a due stati stabili (elettrovalvola bistabile) e tre vie: nella posizione di riposo il fluido va dalla condotta 2 alla condotta 3, e la condotta 1 è chiusa, mentre nell'altra posizione stabile il fluido va dalla condotta 3 alla condotta 1 con la condotta 2 chiusa.

ESERCIZIO 2 - Si consideri la rete di Petri di figura.



2.1) Calcolare la matrice di incidenza.

Soluzione

P\T T1 T2 T3 T4 T5

P1 1 -1 0 0 0

P2 0 1 -1 0 0

P3 0 0 1 -1 0

P4 0 0 0 1 -1

P5 -1 1 -1 1 0

P6 0 -1 1 -1 1

2.2) Calcolare il grafo di raggiungibilità o di copertura.

Soluzione

M \ P P1 P2 P3 P4 P5 P6

M0 0 0 0 0 1 1

M1 1 0 0 0 0 1

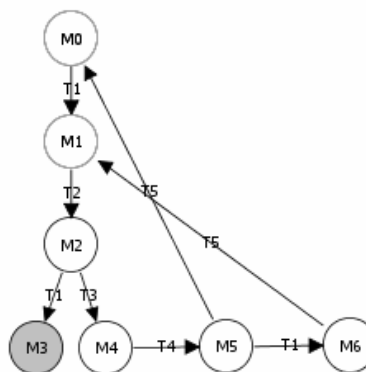
M2 0 1 0 0 1 0

M3 1 1 0 0 0 0

M4 0 0 1 0 0 1

M5 0 0 0 1 1 0

M6 1 0 0 1 0 0



2.3) Sulla base anche del grafo di cui al punto 2.2,

a) dire, motivando la risposta, se la rete è viva

Soluzione

La rete non è viva. Controesempio: da M3 non è possibile far scattare tutte le transizioni infinite volte.

b) dire, motivando la risposta, se la rete è reversibile

Soluzione

La rete non è reversibile. Controesempio: da M3 non è possibile tornare alla marcatura iniziale.

c) dire, motivando la risposta, se la rete è binaria

Soluzione

La rete è limitata con $k = 1$ e quindi binaria poiché ... (vedi definizione).

2.4) Per la rete data:

a) calcolare i P-invarianti minimi positivi

Soluzione

$$PI1 = [1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0]'$$

$$PI2 = [0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]'$$

b) dire, motivando la risposta, se la rete è strettamente conservativa

Soluzione

La rete è coperta da un $PI3=PI1+PI2=[1 \ 1 \ 1 \ 1]'$ con tutti elementi uguali a 1 ed è quindi strettamente conservativa

2.5) Indicare 3 sifoni per la rete data.

Soluzione

$$S1 = \{P1, P3, P5\} \text{ (supporto di P-inv)}$$

$$S2 = \{P2, P4, P6\} \text{ (supporto di P-inv)}$$

$$S3 = \{P3, P4, P5, P6\} \text{ (dalla marcatura morta)}$$

2.6) Calcolare, utilizzando la definizione, i sifoni P4-minimi

Soluzione

$$S2 = \{P2, P4, P6\}$$

$$S5 = \{P4, P5, P6\}$$

2.7) Si consideri ora il vincolo $m_4 + m_5 + m_6 \geq 1$.

a) Calcolare il controllore massimamente permissivo che soddisfa tale vincolo.

Soluzione

$$L = [0 \ 0 \ 0 \ -1 \ -1 \ -1]; \quad b = -1$$

C_c :

$P \backslash T$	T1	T2	T3	T4	T5
PC	-1	0	0	1	0

$$M_{c0} = 1$$

b) Rappresentare graficamente la rete controllata. (modificare la figura di pag. 1)

ESERCIZIO 3.

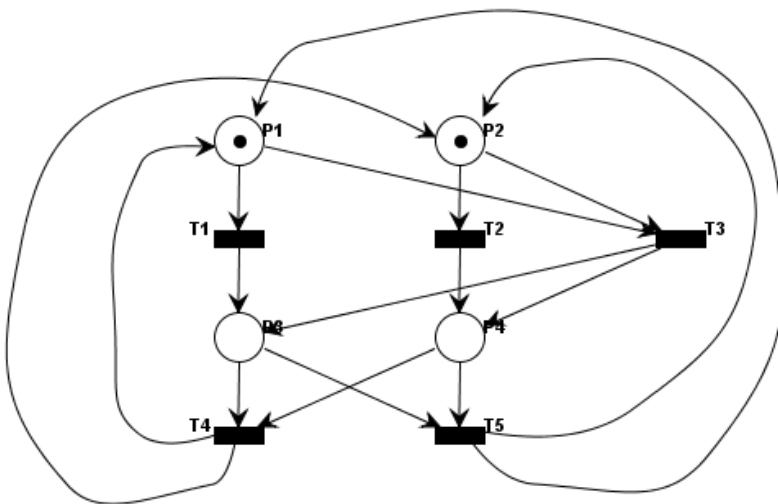
Si consideri un impianto manifatturiero in grado di svolgere 5 operazioni OP1, OP2, OP3, OP4, OP5.

All'inizio il sistema svolge una prima fase che comprende l'esecuzione di (OP3) oppure (OP1 e OP2 in parallelo). Terminata questa prima fase può essere eseguita l'operazione OP4 oppure OP5, terminata la quale il ciclo può riprendere da principio.

Modellizzare tramite il paradigma 1 evento – 2 stati la specifica di comportamento sopra descritta.

Il modello deve inoltre soddisfare ai seguenti requisiti:

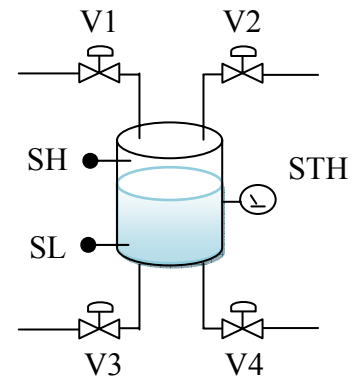
- non è possibile duplicare le operazioni
- la rete deve essere binaria
- sono ammesse solo transizioni associate alle operazioni OP1..5

Soluzione

Con OP1 = T1, OP2 = T2, OP3 = T3, OP4 = T4, OP5 = T5

ESERCIZIO 4.

Si consideri la porzione di impianto chimico rappresentato in figura. Esso è costituito da un serbatoio connesso al resto dell'impianto tramite 4 elettrovalvole V1, V2, V3, V4. Il serbatoio è inoltre fornito di due sensori di livello SH (livello alto) e SL (livello basso), e di due sensori di temperatura STH (temperatura > 200°).



Il funzionamento nominale del serbatoio è il seguente:

- 1) viene riempito aprendo contemporaneamente V1 e V2 fino a che il serbatoio non è pieno;
- 2) successivamente, viene svuotato completamente aprendo V4.

Quando il serbatoio è stato svuotato il ciclo può riprendere con il passo 1.

Se, in un qualunque momento, la temperatura all'interno del serbatoio supera i 200°, allora le elettrovalvole V1, V2, V4 devono essere chiuse e il serbatoio deve essere subito svuotato attraverso il canale controllato dalla valvola V3. Una volta svuotato, il serbatoio può riprendere il suo funzionamento nominale dal passo 1.

Si scriva un programma in Ladder Diagram che realizzi la specifica di comportamento sopra descritta. Si consideri il serbatoio inizialmente vuoto a temperatura ambiente e le elettrovalvole chiuse.

Si consiglia di sviluppare prima il modello ad automi e quindi tradurre tale modello in Ladder Diagram.

Soluzione