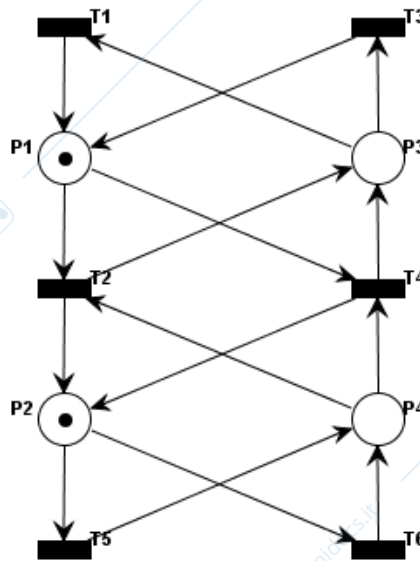


**ESERCIZIO 1** - Si consideri la rete di Petri di figura.



1.1) Calcolare la matrice di incidenza.

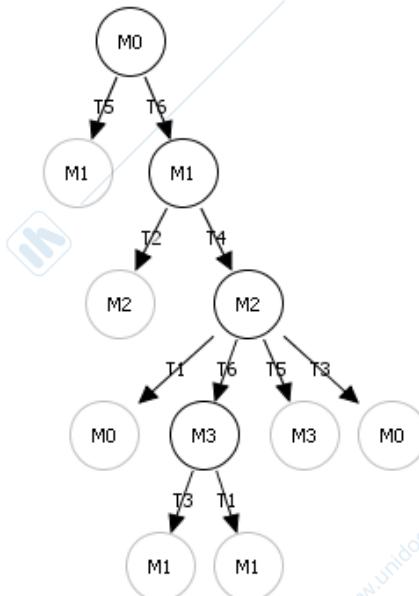
**Soluzione**

$$C = \begin{matrix} & \text{PT} & \text{T1} & \text{T2} & \text{T3} & \text{T4} & \text{T5} & \text{T6} \\ \text{P1} & 1 & -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & \\ \text{P2} & 0 & 1 & 0 & 1 & -1 & -1 & \\ \text{P3} & -1 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & \\ \text{P4} & 0 & -1 & 0 & -1 & 1 & 1 & \end{matrix}$$

1.2) Calcolare il grafo di raggiungibilità o di copertura.

**Soluzione**

M \ P	P1	P2	P3	P4
M0	1	1	0	0
M1	1	0	0	1
M2	0	1	1	0
M3	0	0	1	1



(Albero da cui ricavare il grafo)

1.3) Sulla base anche del grafo di cui al punto 1.2,

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

**Soluzione**

La rete è viva perchè ... *(vedi definizione)*.

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

**Soluzione**

La rete è reversibile perchè ... *(vedi definizione)*.

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

**Soluzione**

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

1.4) Per la rete data:

a) calcolare i P-invarianti minimi

**Soluzione**

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

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

- b) Dire, motivando la risposta se la rete è strettamente conservativa

**Soluzione**

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

- 1.5) Calcolare tutti i sifoni della rete contenenti il posto P1 e tutti quelli contenenti il posto P4. Quindi identificare, giustificando la risposta, quali tra essi sono sifoni minimi e quali quelli di base per la rete data.

**Soluzione**

$$S1 = \{P1, P3\}$$

$$S2 = \{P1, P2, P3\}$$

$$S3 = \{P2, P4\}$$

$$S4 = \{P2, P3, P4\}$$

$$S5 = \{P1, P2, P3, P4\}$$

$S1 \subset S2, S5$  e  $S3 \subset S4, S5$ , quindi solo S1 e S3 sono minimi.

I sifoni di base sono S1, S2, S3, S4 in quanto non possono essere costruiti dall'unione di altri sifoni, al contrario  $S5 = S1 \cup S3$ .

1.6) Si consideri ora il vincolo  $m_3 + m_4 \leq 1$ .

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

**Soluzione**

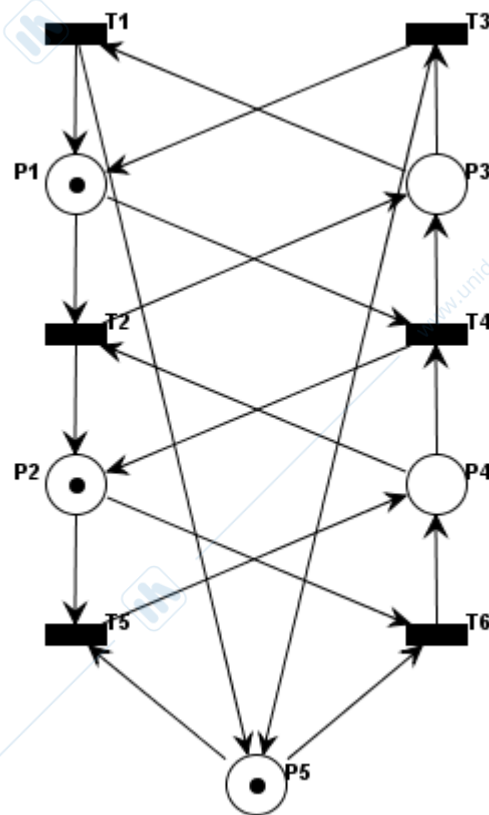
$$L = [0 \ 0 \ 1 \ 1]; \quad b = 1$$

$C_c$ :

P\T	T1	T2	T3	T4	T5	T6
P5	1	0	1	0	-1	-1

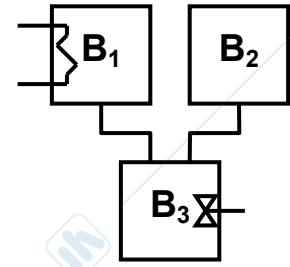
$$M_{c0} = 1$$

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



**ESERCIZIO 2.**

Si consideri un impianto batch costituito da due serbatoi B1 ed B2, di cui B1 dotato di riscaldatore, ed un reattore B3 dotato di miscelatore.

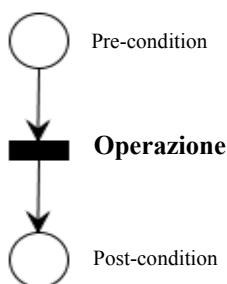


Si voglia modellizzare il processo costituito dalle seguenti due ricette:

- Ricetta R1
  1. Riempimento di B1 e di B2 in modo indipendente
  2. Riscaldamento di B1
  3. Trasferimento del contenuto di B1 e di B2 in B3 sempre in modo indipendente
  4. Svuotamento del serbatoio B3
- Ricetta R2
  1. Riempimento di B1
  2. Trasferimento del contenuto di B1 in B3
  3. Miscelazione nel serbatoio B3
  4. Svuotamento del serbatoio B3

Costruire una rete di Petri che modellizza il comportamento desiderato del sistema utilizzando il modello di operazioni ad un evento seguendo i punti a, b, c sotto elencati.

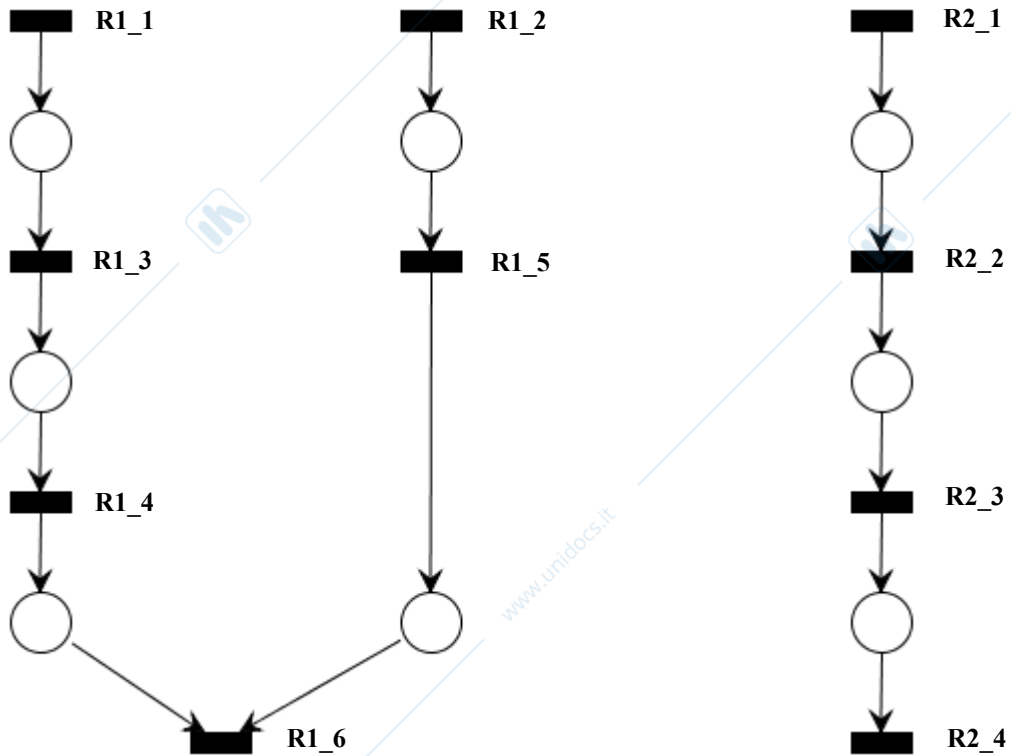
- a. Definire l'insieme delle operazioni elementari

**Soluzione**

Etichetta	Operazione
R1_1	Riempimento B <sub>1</sub>
R1_2	Riempimento B <sub>2</sub>
R1_3	Riscaldamento B <sub>1</sub>
R1_4	Trasferimento da B <sub>1</sub> a B <sub>3</sub>
R1_5	Trasferimento da B <sub>2</sub> a B <sub>3</sub>
R1_6	Svuotamento B <sub>3</sub>
R2_1	Riempimento B <sub>1</sub>
R2_2	Trasferimento da B <sub>1</sub> a B <sub>3</sub>
R2_3	Miscelazione B <sub>3</sub>
R2_4	Svuotamento B <sub>3</sub>

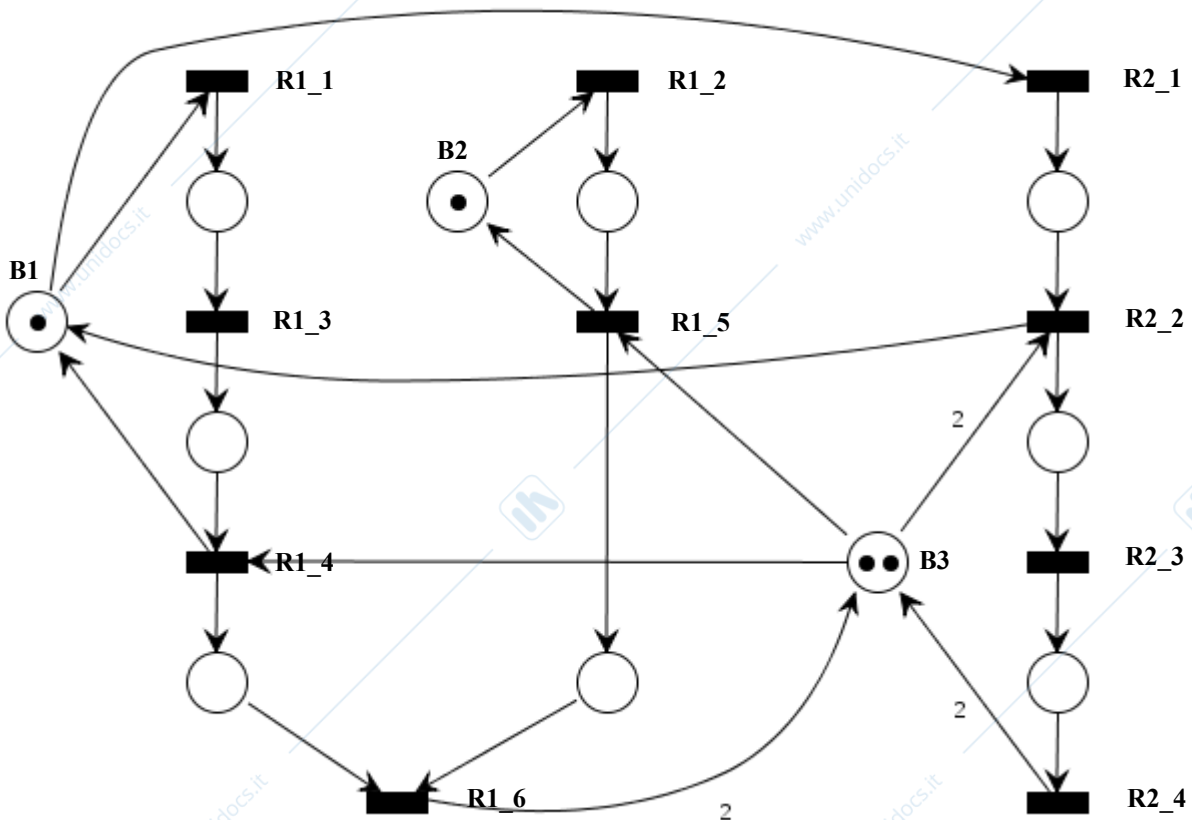
b. Modellizzare le due ricette con il modello ad 1 evento

**Soluzione**



c. Modellizzare l'uso della risorsa B1 e delle risorse B2 e B3

**Soluzione**

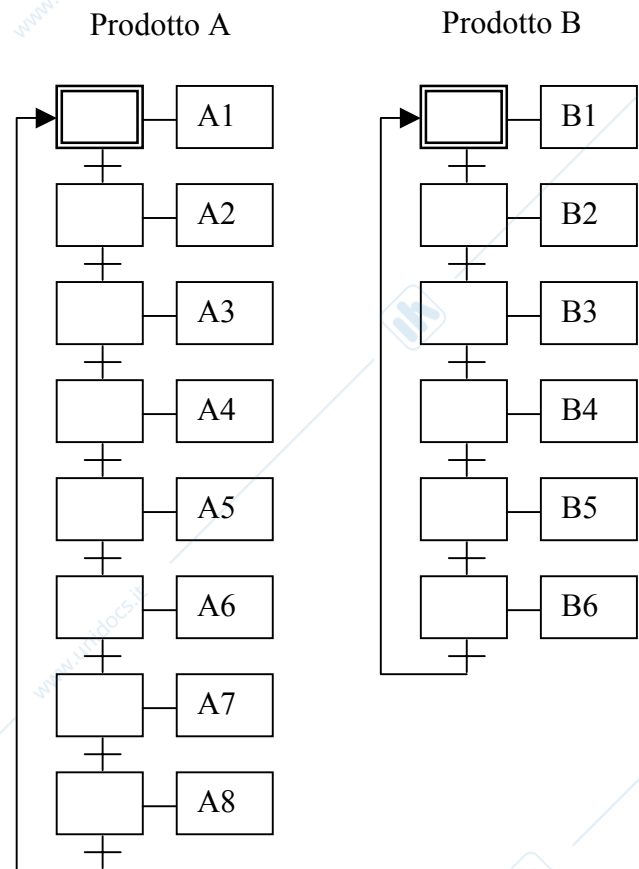


**ESERCIZIO 3.**

Un sistema produce due prodotti di tipo A e B le cui ricette di lavorazione sono rappresentate dai due programmi SFC di figura.

Sfortunatamente l'impianto introduce dei vincoli sulla produzione che possono essere così riassunti:

- 1) la sequenza A2-A3-A4 e l'azione B3 utilizzano una risorsa condivisa, e pertanto sono mutuamente esclusive;
- 2) l'azione B5 può cominciare solo dopo la terminazione di A5;
- 3) le azioni A8 e B6 devono iniziare nello stesso momento.



Si realizzi a partire dai due programmi dati il programma SFC che realizza la produzione di A e B sull'impianto considerato seguendo le specifiche date. Il problema deve essere risolto introducendo in modo opportuno esclusivamente:

- le strutture classiche di and/or convergenza/divergenza,
- nuovi passi (senza azioni associate),
- nuove transizioni (senza condizioni associate).

E' altresì proibito introdurre variabili e/o condizioni su tutte le transizioni.

### Soluzione

