

Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo

2. domaća zadaća

iz predmeta

Sustavi s diskretnim događajima

~~ZOB - Włocławek~~  
~~JMBAG-0036-72372~~

## 1. zadatak

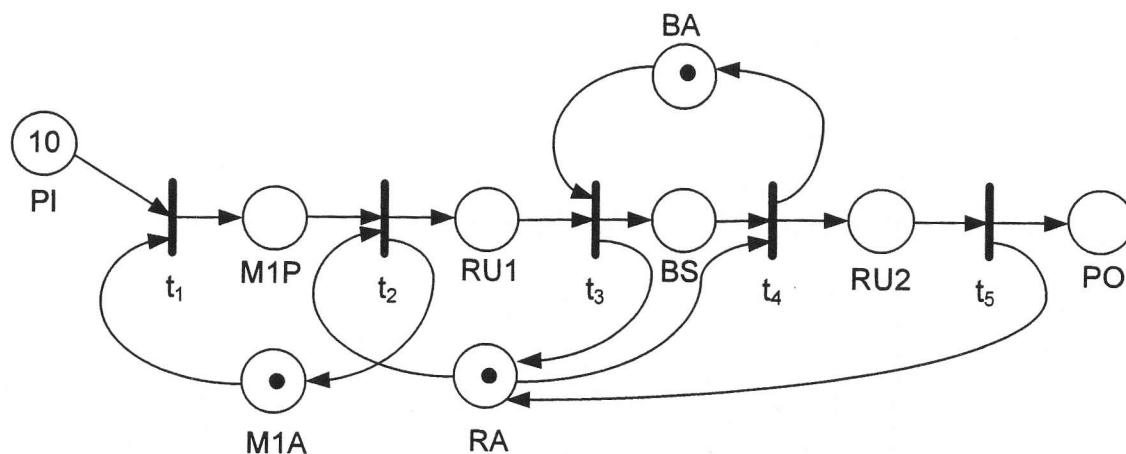
Zadane su ulazna i izlazna matrica događaja Petrijeve mreže:

$$\mathbf{I} = \begin{matrix} & \text{PI} & \text{M1A} & \text{M1P} & \text{RA} & \text{RU1} & \text{RU2} & \text{BA} & \text{BS} & \text{PO} \\ \begin{matrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \\ t_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$\mathbf{O} = \begin{matrix} & \text{PI} & \text{M1A} & \text{M1P} & \text{RA} & \text{RU1} & \text{RU2} & \text{BA} & \text{BS} & \text{PO} \\ \begin{matrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \\ t_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

- graf Petrijeve mreže.
- ako u slučaju konflikta prijelaza  $t_2$  i  $t_4$  uvijek okida prijelaz  $t_4$ , da li vrijedi  $\mathbf{m} \in \mathcal{R}(\mathbf{m}_0)$  gdje je  $\mathbf{m} = [8 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]^T$  i  $\mathbf{m}_0 = [10 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T$ ?
- da li je skup  $S = \{\text{BA}, \text{RA}, \text{RU2}, \text{M1P}\}$  sifon? Obrazložiti.

a) Graf Petrijeve mreže (u graf su u crtane oznake od  $\mathbf{m}_0$ ):



Slika 2.1. Graf Petrijeve mreže

- $\mathbf{m} = [8 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]^T$  je dohvatljiv iz  $\mathbf{m}_0 = [10 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T$ . Slijedi obrazloženje.

$m_0 = [10 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T \rightarrow$  propali  $t_1$

$m_1 = [9 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T \rightarrow$  propali  $t_2$

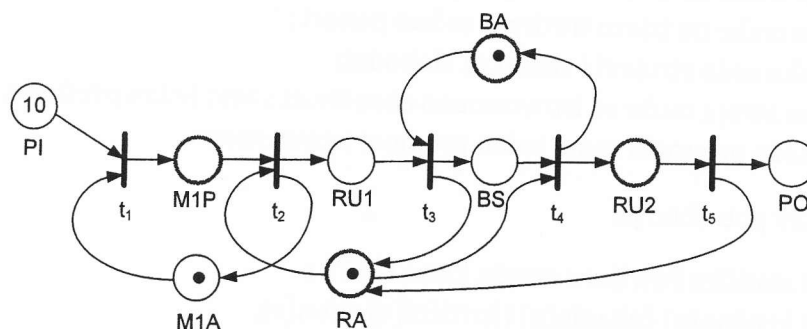
$m_2 = [9 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]^T \rightarrow$  propali  $t_1$  i  $t_3$

$m_3 = [8 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]^T \rightarrow$  propali  $t_2$  i  $t_4 \Rightarrow$  konflikt  $\Rightarrow t_4$  propali (zadano zadatkom)

$m_4 = [8 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0]^T \rightarrow$  propali  $t_5$

$m_5 = [8 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1]^T \rightarrow$  ..... traženi m.

c) Skup  $S = \{BA, RA, RU2, M1P\}$  nije sifon.



Slika 2.2. Graf Petrijeve mreže (markirana mjesta skupa  $S$ )

Nađimo  $\cdot S = \{t_1, t_3, t_4, t_5\}$  i  $S \cdot = \{t_2, t_3, t_4, t_5\}$ . Pošto vrijedi da  $\cdot S \not\subseteq S \cdot$  (riječima;  $\cdot S$  nije podskup od  $S \cdot$ ), skup  $S$  nije sifon. Sifon kad jednom ostane bez oznaka više je neće moći primiti. Ako markirana mjesta nemaju oznake vidi se da mogu primiti oznaku. Ako recimo propali  $t_1$  M1P će primiti oznaku.

## 2. zadatak

Resursi u proizvodnoj stanici su strojevi M1 i M2 te autonomno vozilo V. U stanici se obrađuju tri vrste predmeta: A, B i C. Predmeti ulaze i izlaze iz proizvodne stanice na pokretnim trakama. Stroj M1 obrađuje predmete B i C, dok stroj M2 obrađuje predmete A i B. Predmet A ulazi u stroj M2 s pokretne trake. Nakon što je obrada završena, vozilo V ga iznosi na izlaznu pokretnu traku. Predmet B ulazi u stroj M1 s pokretne trake. Nakon što je obrada u M1 završena, vozilo V ga prebacuje u stroj M2. Kada je obrada u stroju M2 završena, predmet napušta proizvodnu stanicu. Vozilo V prenosi predmet C s okretne trake u stroj M1. Nakon završetka obrade u stroju M1 predmet napušta proizvodnu stanicu.

Vrijede sljedeće pretpostavke:

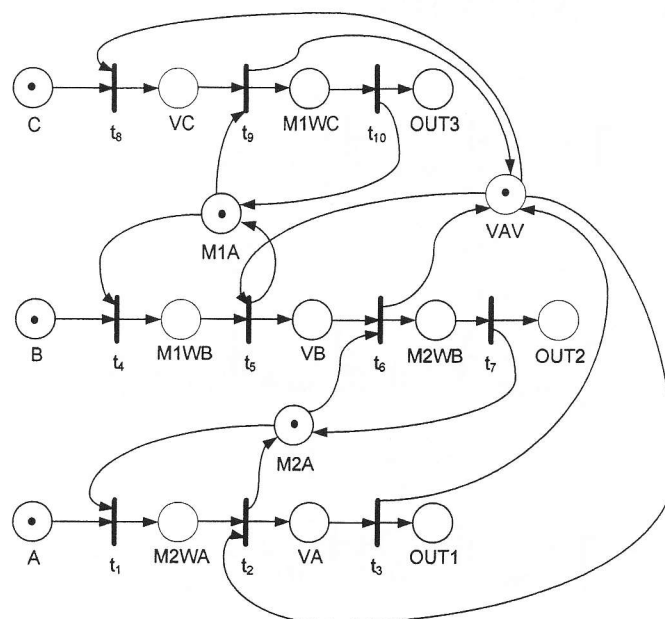
- pokretne trake na ulazu tretiraju se kao izvori ;
- pokretne trake na izlazu tretiraju se kao ponori ;
- na početku rada strojevi i vozilo su slobodni;
- u svakom stroju može se istovremeno obrađivati samo jedan predmet;
- vozilo može prenositi samo jedan predmet istovremeno.

Za opisani sustav potrebno je:

- a) odrediti statičku Petrijevu mrežu klase MRF1 ;
- b) odrediti kružno(a) čekanje(a) i kritični(e) sifon(e);
- c) za sve višeradne resurse onemogućiti konflikt pomoću p-invarijanti upravljačkih mjesta.

Oznake u upravljačka mjesta postaviti tako da svi resursi prvo obrađuju predmet B.

a) graf Petrijeve mreže klase MRF1



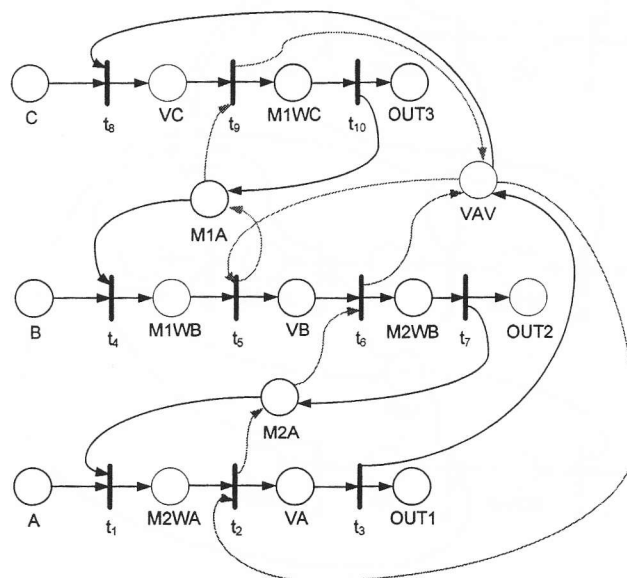
Slika 2.3. Graf Petrijeve mreže klase MRF1

Tablica 2.1. Popis simbola na grafu

A	predmet A na pokretnoj traci
C	predmet B na pokretnoj traci
B	predmet C na pokretnoj traci
VA	vozilo prevozi predmet A na izlaznu pokretnu traku
VB	vozilo prevozi predmet B u stroj M2
VC	vozilo prevozi predmet C u stroj M1
VAV	vozilo slobodno
M1WB	stroj M1 obrađuje predmet B
M1WC	stroj M1 obrađuje predmet C
M1A	stroj M1 slobodan
M2WA	stroj M2 obrađuje predmet A
M2WB	stroj M2 obrađuje predmet B
M2A	stroj M1 slobodan
OUT1	izlazna pokretna traka za predmet A
OUT2	izlazna pokretna traka za predmet B
OUT3	izlazna pokretna traka za predmet C

b) odrediti kružno(a) čekanje(a) i kritični sifon;

Dva su kružna čekanja:  $C1 = \{M2A, VAV\}$  i  $C2 = \{M1A, VAV\}$



Slika 2.4. Graf Petrijeve mreže klase MRF1 (kružna čekanja)

Kritični sifon za prvo kružno čekanje  $C1 = \{M2A, VAV\}$ ;

Pronaći ulazne prijelaze u C koji nisu blokirani resursima u  $C1 \rightarrow T_{S1}$ :

Skup ulaznih prijelaza u mjesta  $C1$ :  $\bullet C1 = \{t_2, t_3, t_6, t_7, t_9\}$

Skup izlaznih prijelaza iz mjesta  $C1$ :  $C1\bullet = \{t_1, t_2, t_5, t_6, t_8\}$

$T_{C1}^i = \bullet C1 = \{t_2, t_3, t_6, t_7, t_9\}$ ,  $T_{C1} = \bullet C1 \cap C1\bullet = \{t_2, t_6\}$ ,  $T_{S1} = T_{C1}^i \setminus T_{C1} = \{t_3, t_7, t_9\}$

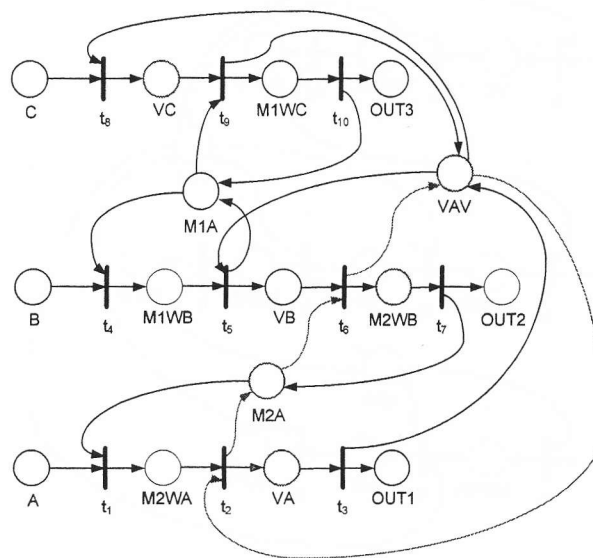
Skup ulaznih mjesta u prijelaze  $T_S$ :  $\bullet T_{S1} = \{VA, M2WB, VC, M1A\}$

Posao koji obavljaju resursi iz  $C1$ :  $J(C1) = \{M2WA, M2WB, VA, VB, VC\}$

Skup poslova sifona:  $J_S(C1) = \bullet T_{S1} \cap J(C1) = \{VA, VC, M2WB\}$

Kritični sifon:  $S_{C1} = \{M2A, VAV, VA, VC, M2WB\}$ ;

Provjera:  $\bullet S_{C1} \subset S_{C1}\bullet = \{t_2, t_3, t_6, t_7, t_8, t_9\} \subset \{t_1, t_2, t_3, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9\} \rightarrow S_{C1}$  je sifon!!!



Slika 2.5. Graf Petrijeve mreže klase MRF1 (Sifon  $S_{C1}$ )

Kritični sifon za drugo kružno čekanje  $C2 = \{M1A, VAV\}$ ;

Pronaći ulazne prijelaze u C koji nisu blokirani resursima u  $C2 \rightarrow T_{S2}$ :

Skup ulaznih prijelaza u mjesta  $C2$ :  $\bullet C2 = \{t_3, t_5, t_6, t_9, t_{10}\}$

Skup izlaznih prijelaza iz mjesta  $C2$ :  $C2 \bullet = \{t_2, t_4, t_5, t_8, t_9\}$

$T_{C2}^i = \bullet C2 = \{t_3, t_5, t_6, t_9, t_{10}\}$ ,  $T_{C2} = \bullet C2 \cap C2 \bullet = \{t_5, t_9\}$ ,  $T_{S2} = T_{C2}^i \setminus T_{C2} = \{t_3, t_6, t_{10}\}$

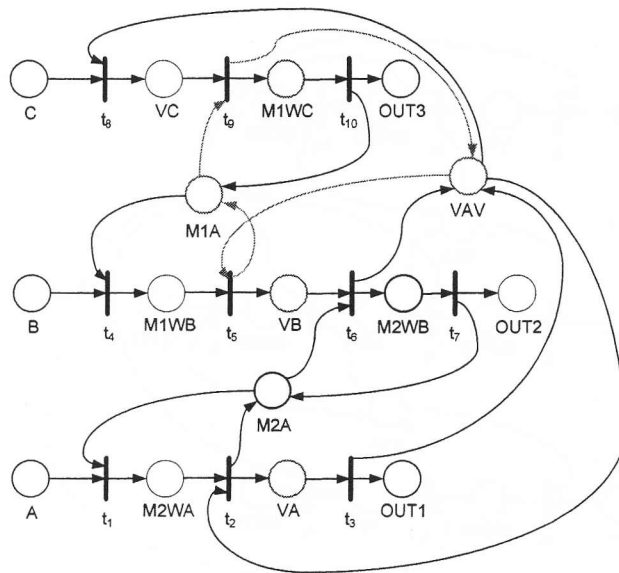
Skup ulaznih mjesta u prijelaze  $T_{S2}$ :  $\bullet T_{S2} = \{VA, M1WC, VB, M2A\}$

Posao koji obavljaju resursi iz  $C1$ :  $J(C2) = \{M1WB, M1WC, VA, VB, VC\}$

Skup poslova sifona:  $J_S(C2) = \bullet T_{S2} \cap J(C2) = \{VA, VB, M1WC\}$

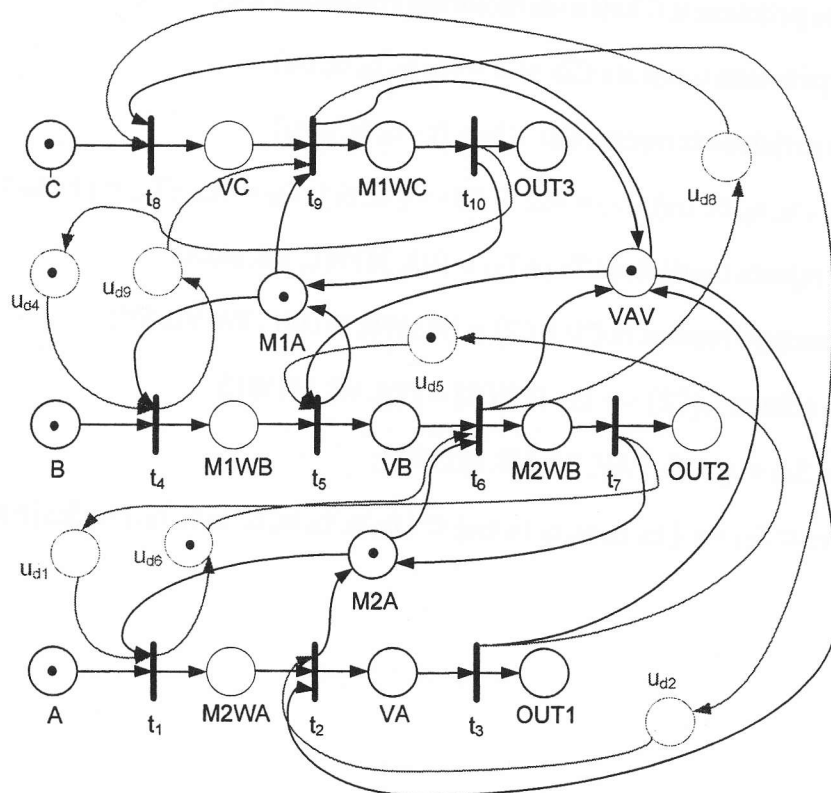
Kritični sifon:  $S_{C2} = \{M1A, VAV, VA, VB, M1WC\}$ ;

Provjera:  $\bullet S_{C2} \subset S_{C2} \bullet = \{t_2, t_3, t_5, t_6, t_9, t_{10}\} \subset \{t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_8, t_9, t_{10}\} \rightarrow S_{C2}$  je sifon!!!



Slika 2.6. Graf Petrijeve mreže klase MRF1 (Sifon  $S_{CZ}$ )

c) za sve višeradne resurse onemogućiti konflikt pomoću p-invarijanti upravljačkih mjesta. U A, B, C oznake se same stvaraju. Početne oznake u upravljačkim mjestima postavljene tako da se najprije obradi predmet B.



Slika 2.7. Graf Petrijeve mreže klase MRF1 (upravljanje, onemogućavanje konflikata)