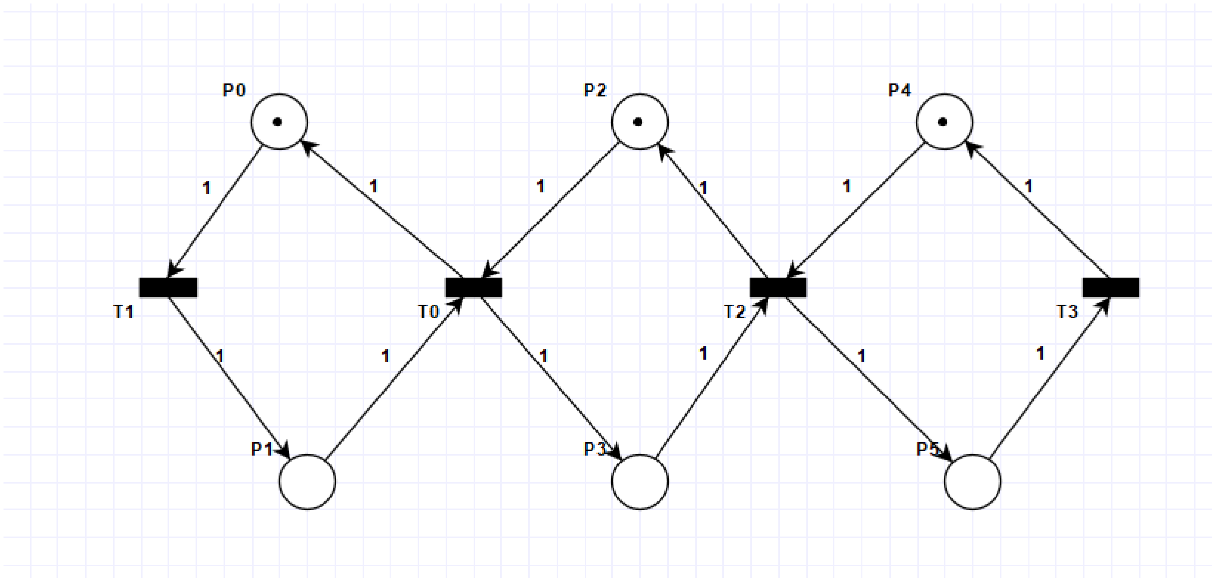
Teoria Współbieżności

Sprawozdanie z laboratorium 7 – Przykłady modelowania i analizy systemów współbieżnych z wykorzystaniem sieci Petri

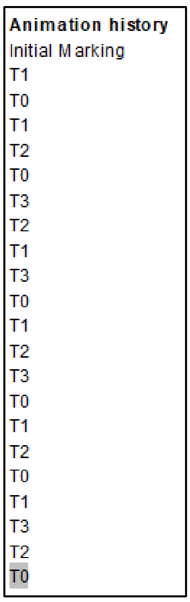
Autor: Gabriel Cyganek

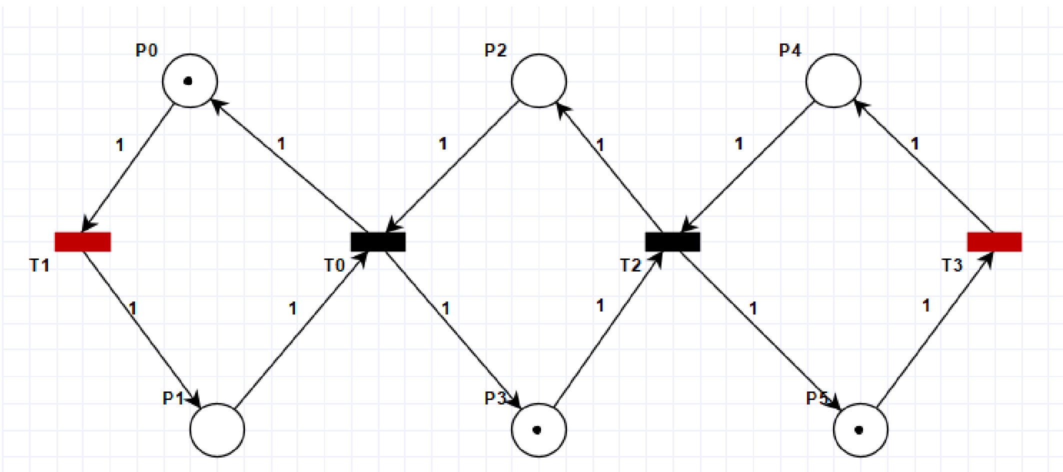
1. **Wymyślić własną maszynę stanów, zasymulować przykład i dokonać analizy grafu osiągalności oraz niezmienników.**
   a. **Wymyślona maszyna stanów**



Jest to sieć rozkładalna na maszyny stanowe.

   b. **Symulacja**

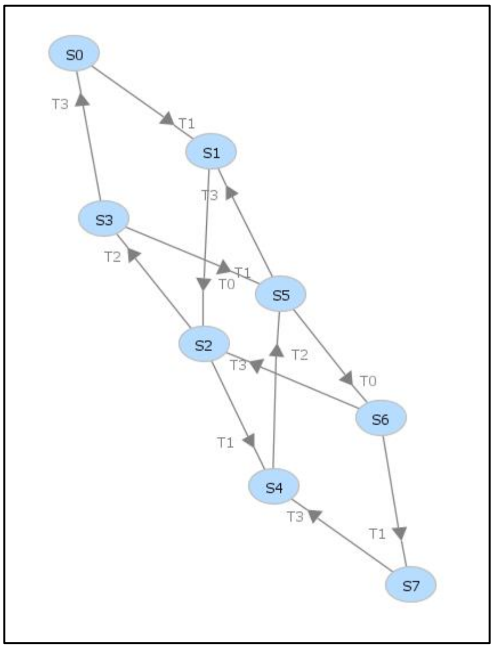




Rysunek sieci po wykonaniu 20 kroków symulacji

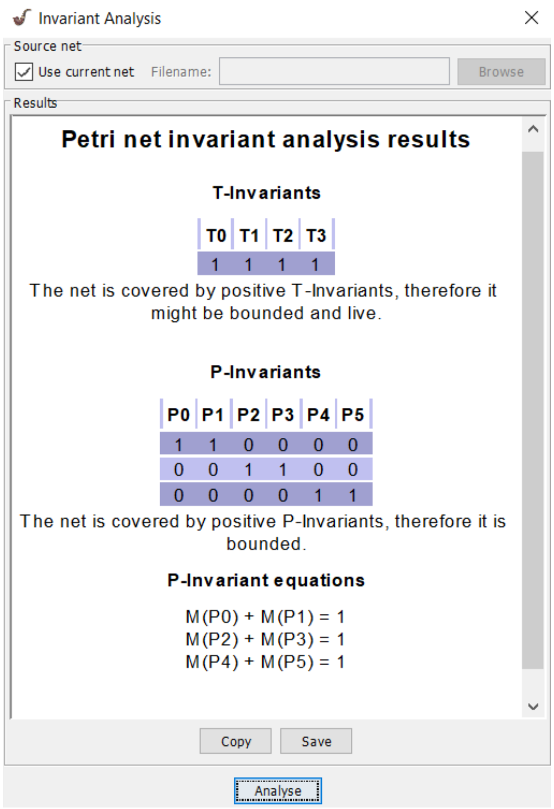
c. Analiza grafu osiągalności

Graf osiągalności jest silnie spójny, z tego wynika, że sieć ta jest odwracalna. Sieć jest także **1**-ograniczona, czyli też i bezpieczna, gdyż dla każdego węzła grafu osiągalności wszystkie jego miejsca p mają $M(p) \leq 1$, gdzie M to znakowanie dla danego węzła grafu osiągalności (wszystkie miejsca są bezpieczne).

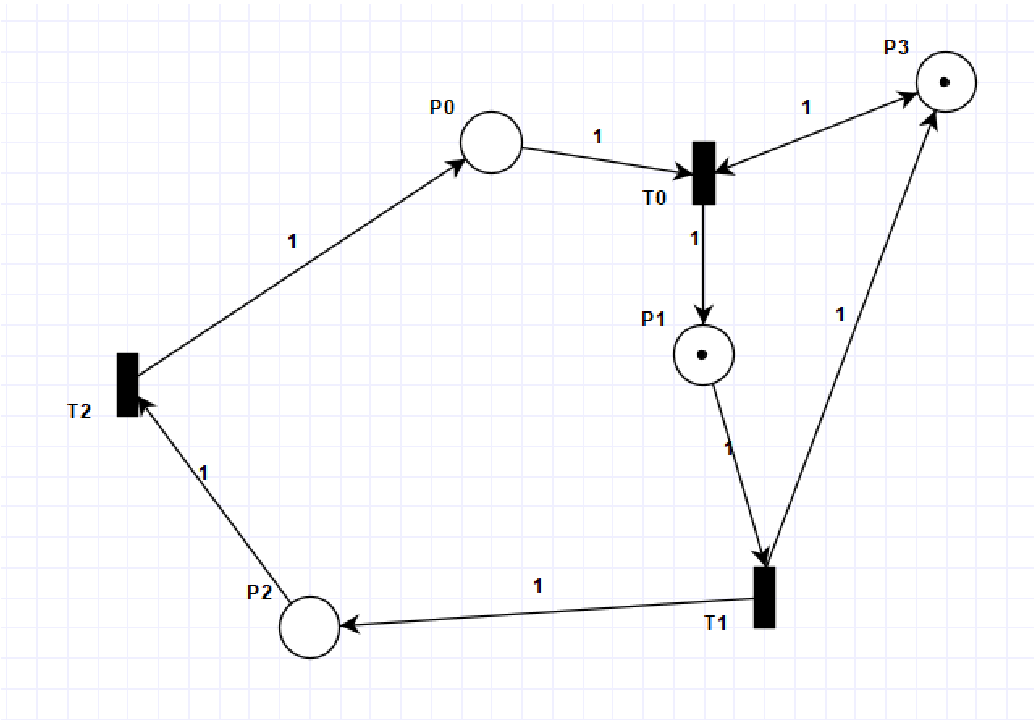


d. Analiza niezmienników

Sieć jest pokryta przez pozytywne niezmienniki miejsc, z czego wynika, że jest ograniczona. Wszystkie niezmienniki tranzycji są dodatnie, więc sieć może być też żywa.

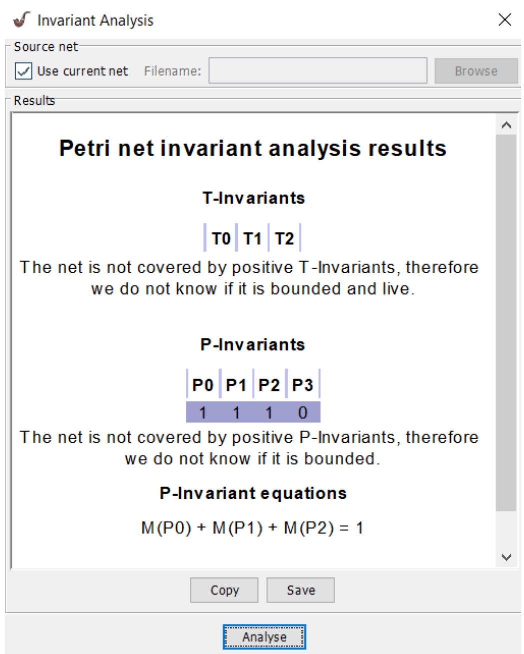


2. **Zasymulować sieć jak poniżej. Dokonać analizy niezmienników przejść. Jaki wniosek można wyciągnąć o odwracalności sieci? Wygenerować graf osiągalności. Proszę wywnioskować z grafu, czy sieć jest żywa. Proszę wywnioskować, czy jest ograniczona. Objaśnić wniosek.**
   a. **Rysunek sieci Petri**



   b. **Analiza niezmienników przejść**

Skoro nie ma pozytywnych niezmienników przejść, to nie wiemy, czy sieć jest ograniczona i żywa.



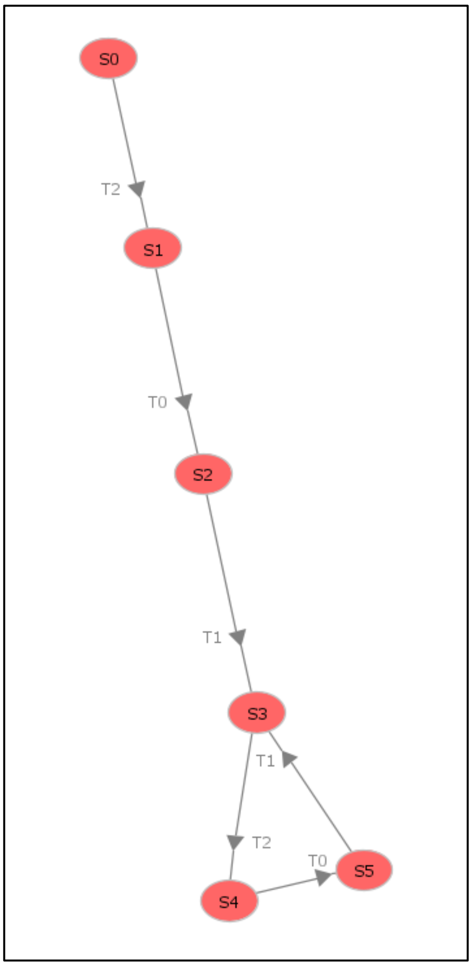
c. Odwracalność sieci

Skoro nie ma żadnych niezmienników tranzycji, to sieć jest nieodwracalna

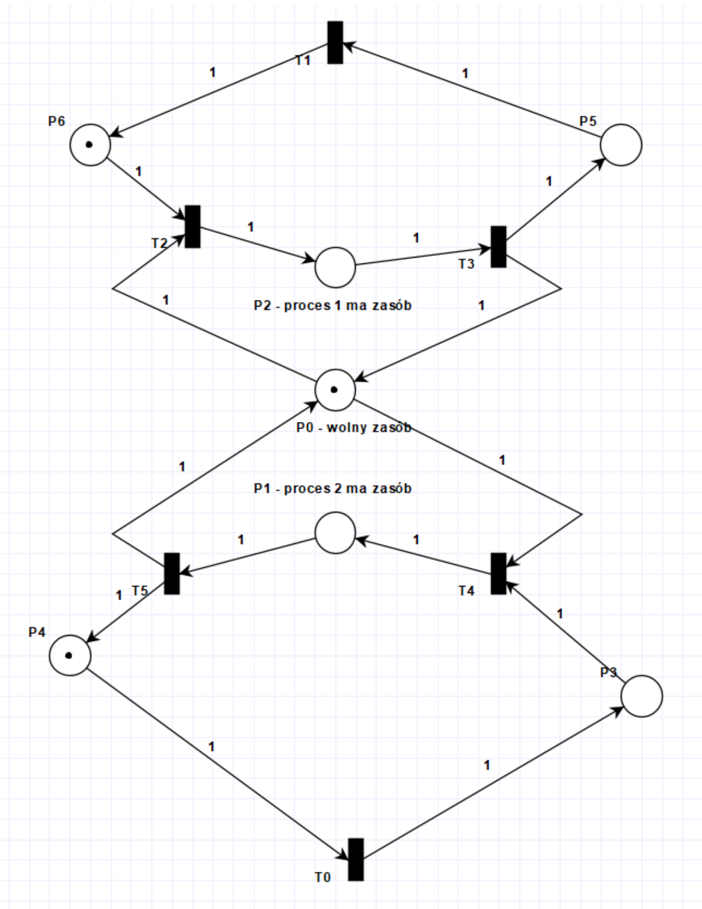
d. Graf osiągalności oraz wnioski

Liczba znaczników dla miejsca $P3$ może rosnąc do nieskończoności. Skoro to miejsce nie jest ograniczone, to cała sieć jest nieograniczona.

Sieć nie jest żywa, gdyż wierzchołki grafu osiągalności nie są pełne.



3. **Zasymulować wzajemne wykluczanie dwóch procesów na wspólnym zasobie. Dokonać analizy niezmienników miejsc oraz wyjaśnić znaczenie równań (P-invariant equations). Które równanie pokazuje działanie ochrony sekcji krytycznej?**
   a. **Rysunek sieci Petri**



   b. **Analiza niezmienników miejsc i znaczenie równań**

Pierwsze równanie w **P-Invariant equations** pokazuje, że zasób z miejsca $P0$ może być tylko w miejscu $P0$, kiedy jest on dostępny dla obu procesów, albo tylko w miejscu $P1$, gdy korzysta z niego proces 2 oraz tylko w miejscu $P2$, gdy korzysta z niego proces 1.

Kolejne dwa równania pokazują, że procesy 1 i 2 mogą znacznik tylko w jednym ze swoich miejsc, a znacznik ten oznacza w jakim stanie jest dany proces (zajmuje zasób, uwalnia zasób, chce pozyskać zasób).

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

wolny zasób	P1 - proces 2 ma zasób	P2 - proces 1 ma zasób	P3	P4	P5	P6
1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	1

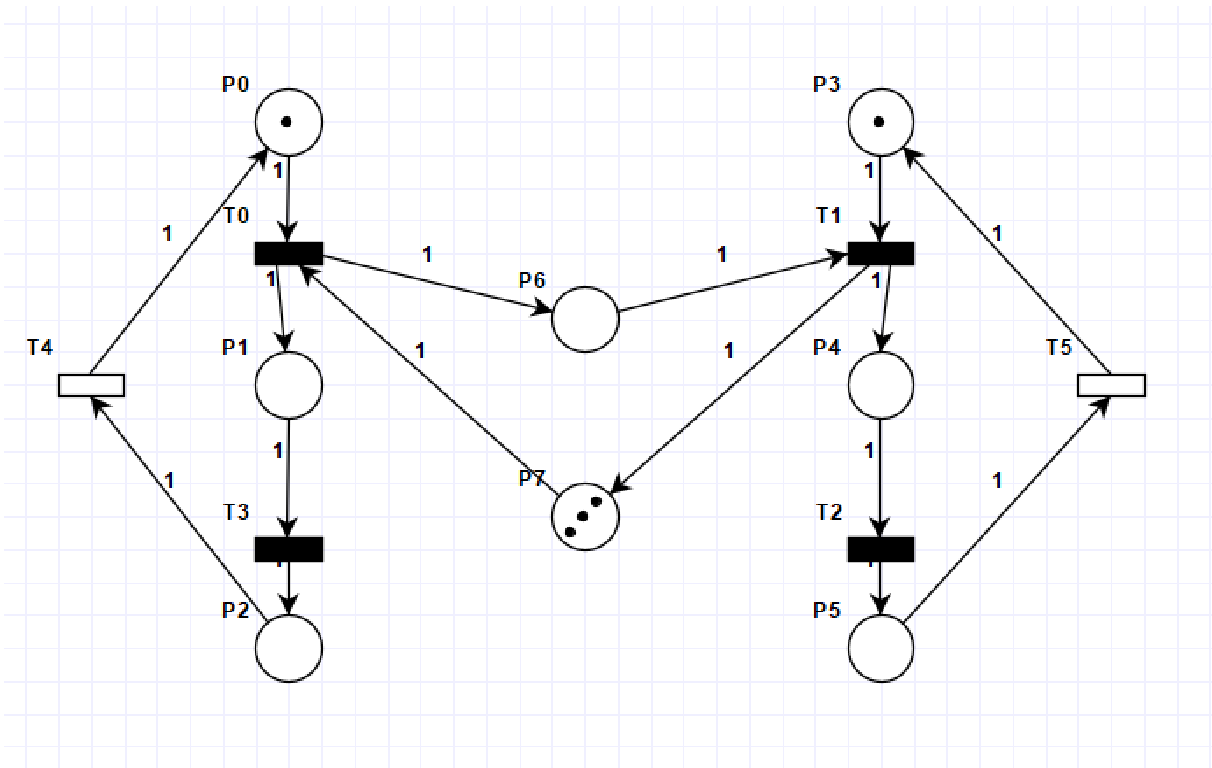
The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

M(wolny zasób) + M(P1 - proces 2 ma zasób) + M(P2 - proces 1 ma zasób) = 1
M(P1 - proces 2 ma zasób) + M(P3) + M(P4) = 1
M(P2 - proces 1 ma zasób) + M(P5) + M(P6) = 1

4. Uruchomić problem producenta i konsumenta z ograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Czy sieć jest zachowawcza? Które równanie mówi nam o rozmiarze bufora?

a. Rysunek sieci Petri



b. Analiza niezmienników

Sieć jest zachowawcza, każda tranzycja ma tyle samo miejsc wejściowych, co wyjściowych. $P7$ przechowuje liczbę miejsc wolnych w buforze. $P6$ przechowuje liczbę miejsc zajętych w buforze. Zatem o rozmiarze bufora mówi równanie $M(P6) + M(P7) = 3$.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	1	1	1	1	1

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

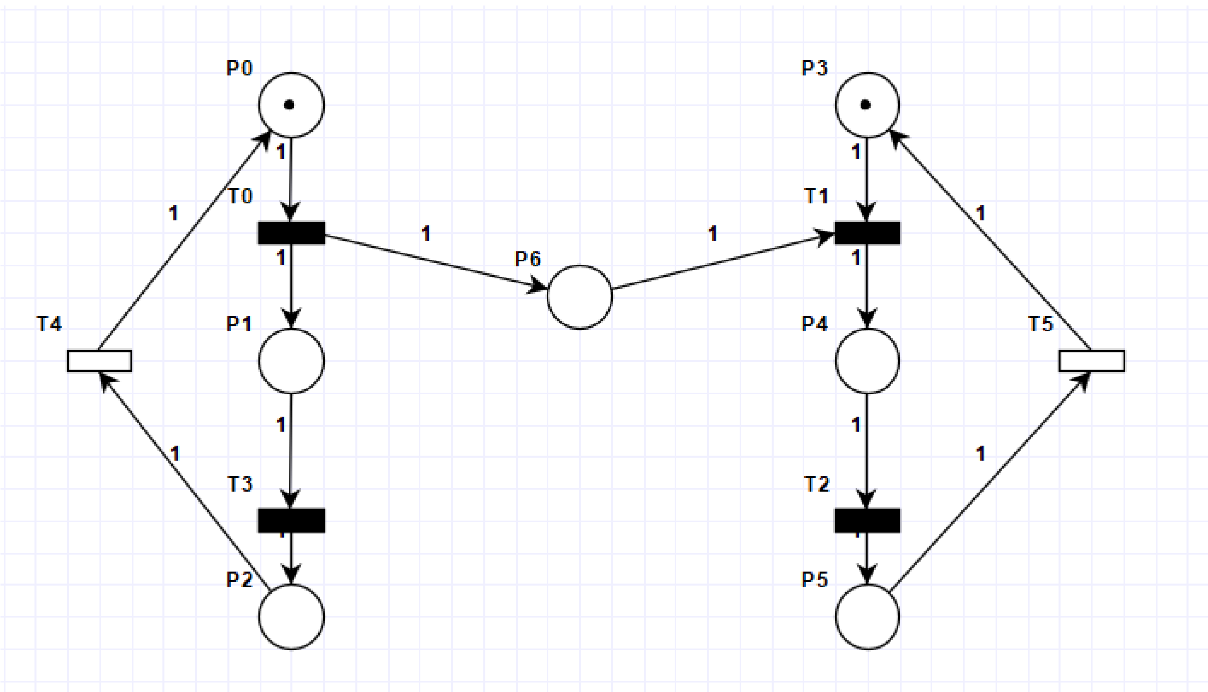
P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1

The net is covered by positive P-Invariants, therefore it is bounded.

P-Invariant equations

M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1
M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1
M(P6) + M(P7) = 3

5. **Stworzyć symulację problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Zaobserwować brak pełnego pokrycia miejsc.**
   a. **Rysunek sieci Petri**



   b. **Analiza niezmienników**

Sieć nie jest pokryta całkowicie niezmiennikami miejsc, a dokładniej nie jest pokryte miejsce $P6$, które jest nieskończonym buforem. Z braku tego pokrycia wynika, że nie wiemy, czy sieć jest ograniczona. Na podstawie działania sieci możemy jednak stwierdzić, że nie jest ograniczona.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5
1	1	1	1	1	1

The net is covered by positive T-Invariants, therefore it might be bounded and live.

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0

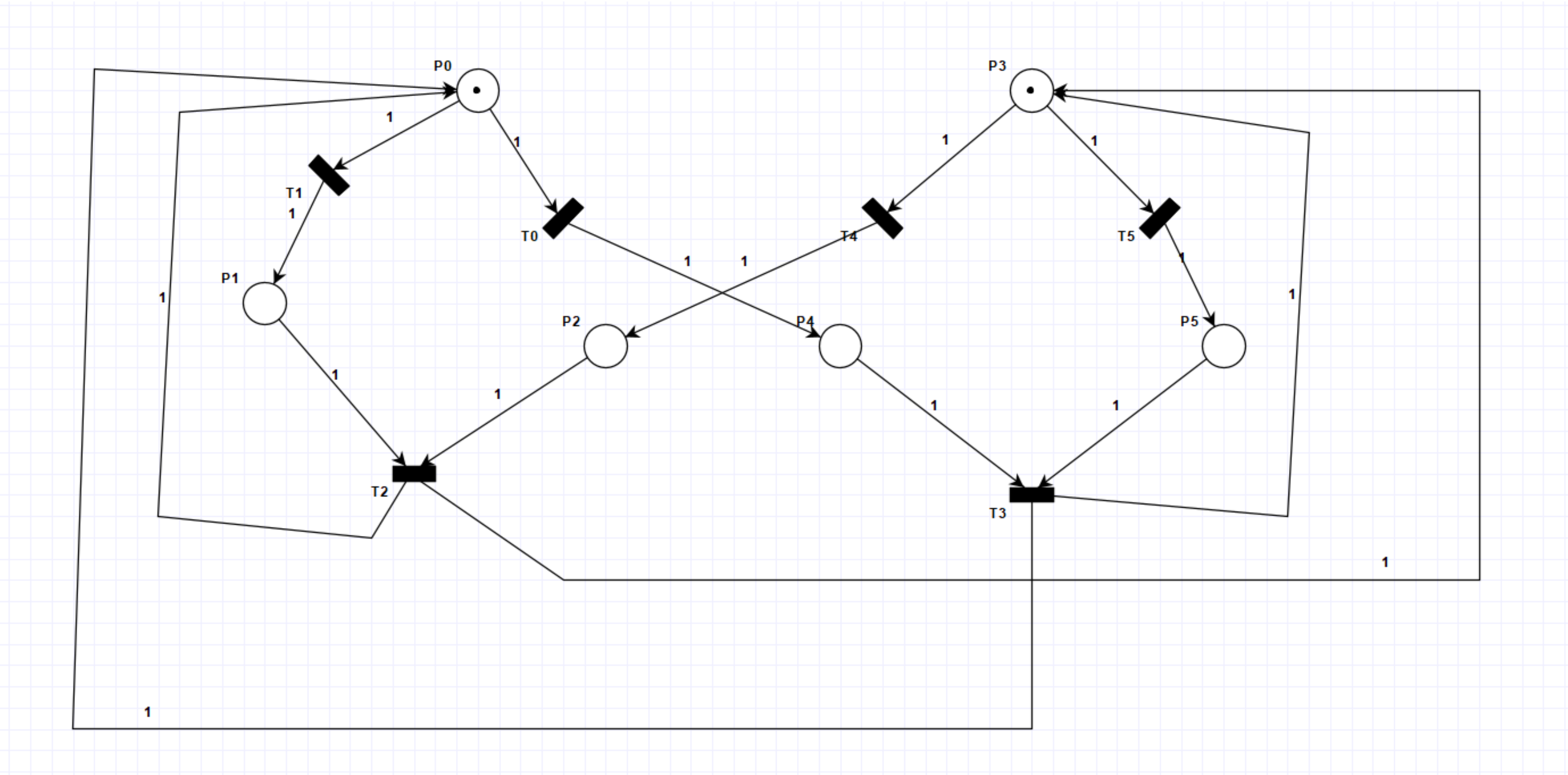
The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

P-Invariant equations

M(P0) + M(P1) + M(P2) = 1
M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1

6. **Zasymulować prosty przykład ilustrujący zakleszczenie. Wygenerować graf osiągalności i zaobserwować znakowania, z których nie można wykonać przejść. Zaobserwować właściwości sieci w „State Space Analysis”**

   a. **Rysunek sieci Petri**



Aby zapobiec deadlockowi znaczniki z $P0$ i $P3$ muszą trafić albo do pary $P1$, $P2$, albo do pary $P4$, $P5$

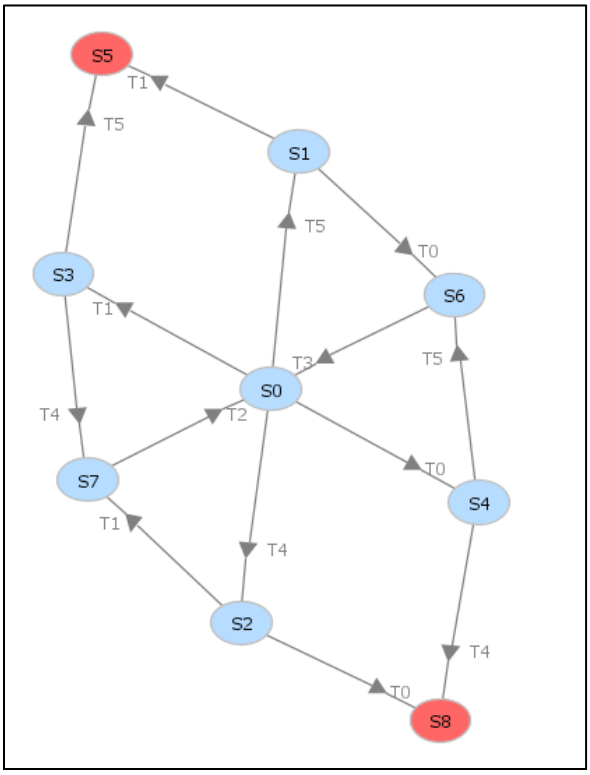
   b. **Symulacja**

Animation history
Initial Marking
T1
T4
T2
T0
T5
T3
T4
T0

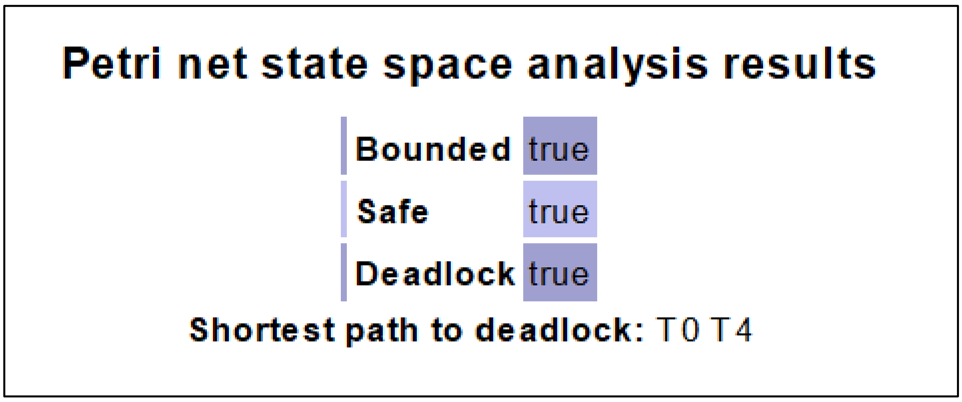
Symulacja zakończona zakleszczeniem

c. Graf osiągalności

Znakowania w $S5$ i $S8$ odpowiadają sytuacji w której znaczniki znajdują się po jednym w każdej z par $P1$, $P2$ i $P4$, $P5$. Znakowania te nie spełniają warunków na odpalenie ani tranzycji $T2$, ani $T3$ i sieć pozostaje w deadlocku.



d. Właściwości sieci w „State Space Analysis"



Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T4

W stworzonej sieci nie ma sytuacji, w której jakieś miejsce ma więcej niż jeden znacznik, zatem wszystkie miejsca są 1-ograniczone, czyli sieć jest **1**-ograniczona, a więc jest bezpieczna. Deadlock oczywiście jest osiągalny jak pokazano wyżej.