Przykłady modelowania i analizy systemów współbieżnych z wykorzystaniem sieci Petri.

Jakub Myśliwiec

07 Styczeń 2020

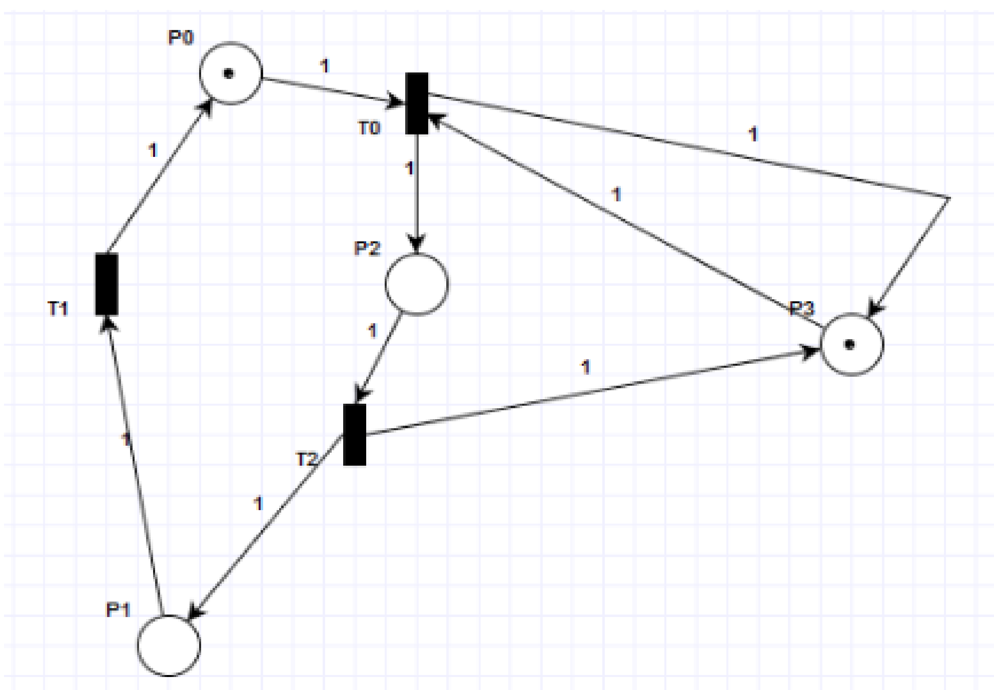
1 Symulacja i analiza własnego przykładu

1.1 Symulacja

1.2 Graf osiągalności

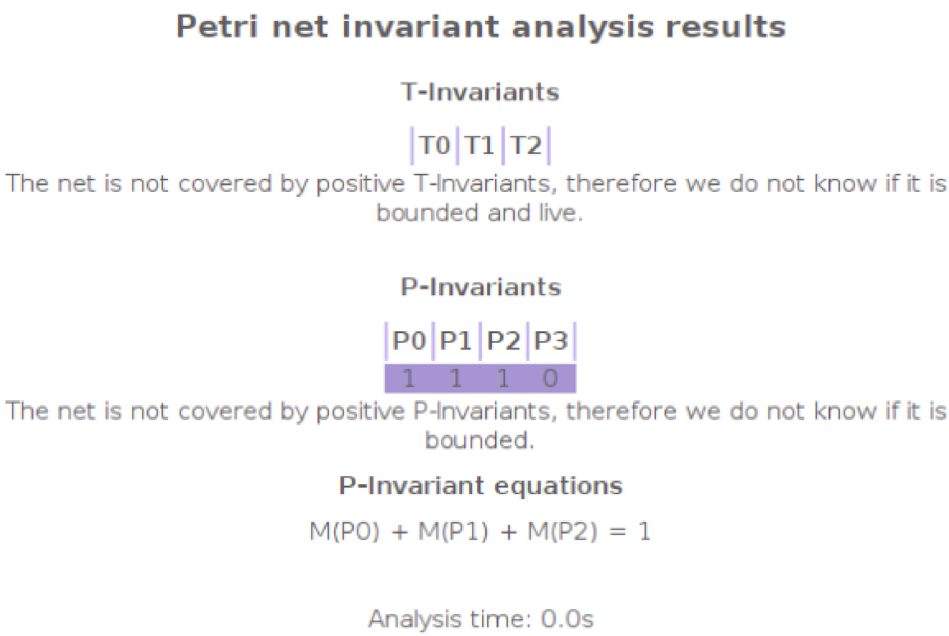
1.3 Analiza niezmienników przejść

2 Symulacja sieci z rysunku



Rysunek 1: Sieć do analizy

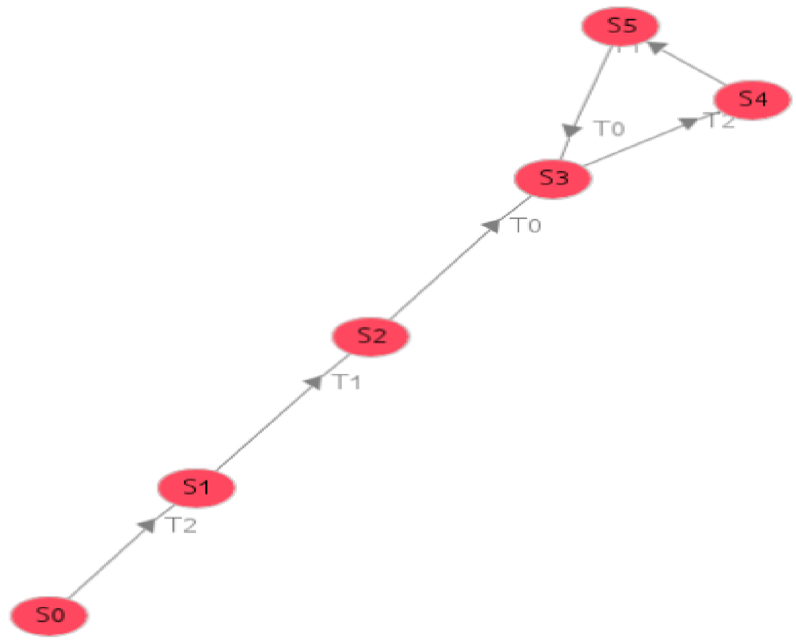
2.1 Analiza niezmienników przejść



Rysunek 2: Analiza sieci

Odwracalność cechuje się możliwością wrócenia do stanu początkowego. W analizie niezmienników zauważmy, że nie ma żadnych niezmienników tranzycji (T-invariants). Wynika z tego że nie możemy odpalić tranzycji w taki sposób by wrócić do markowania początkowego, czyli sieć nie jest odwracalna.

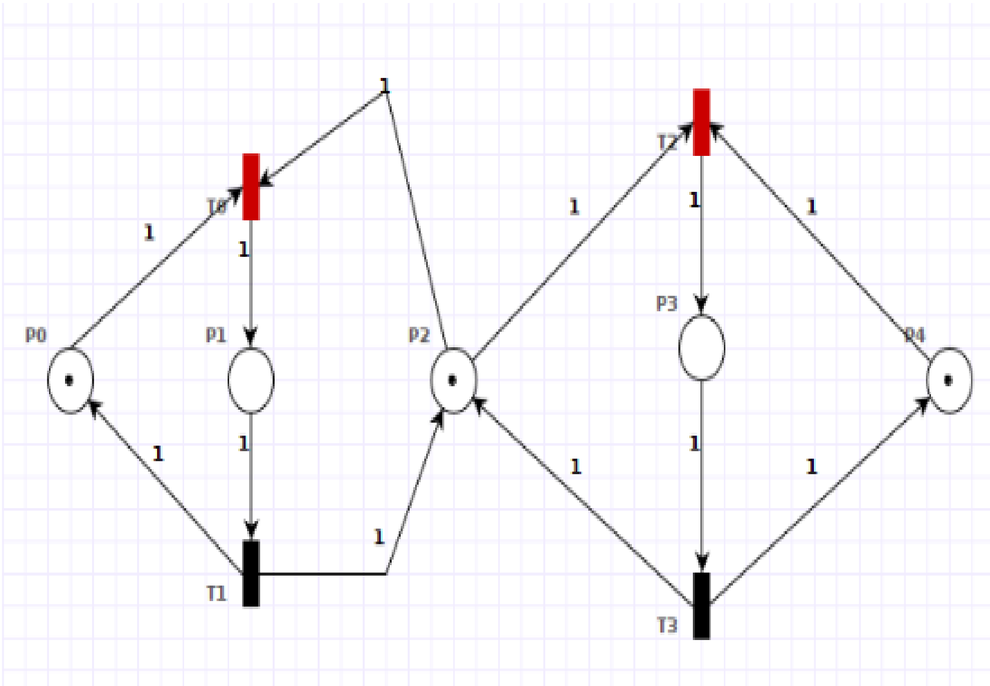
2.2 Graf osiągalności



Rysunek 3: Graf osiągalności

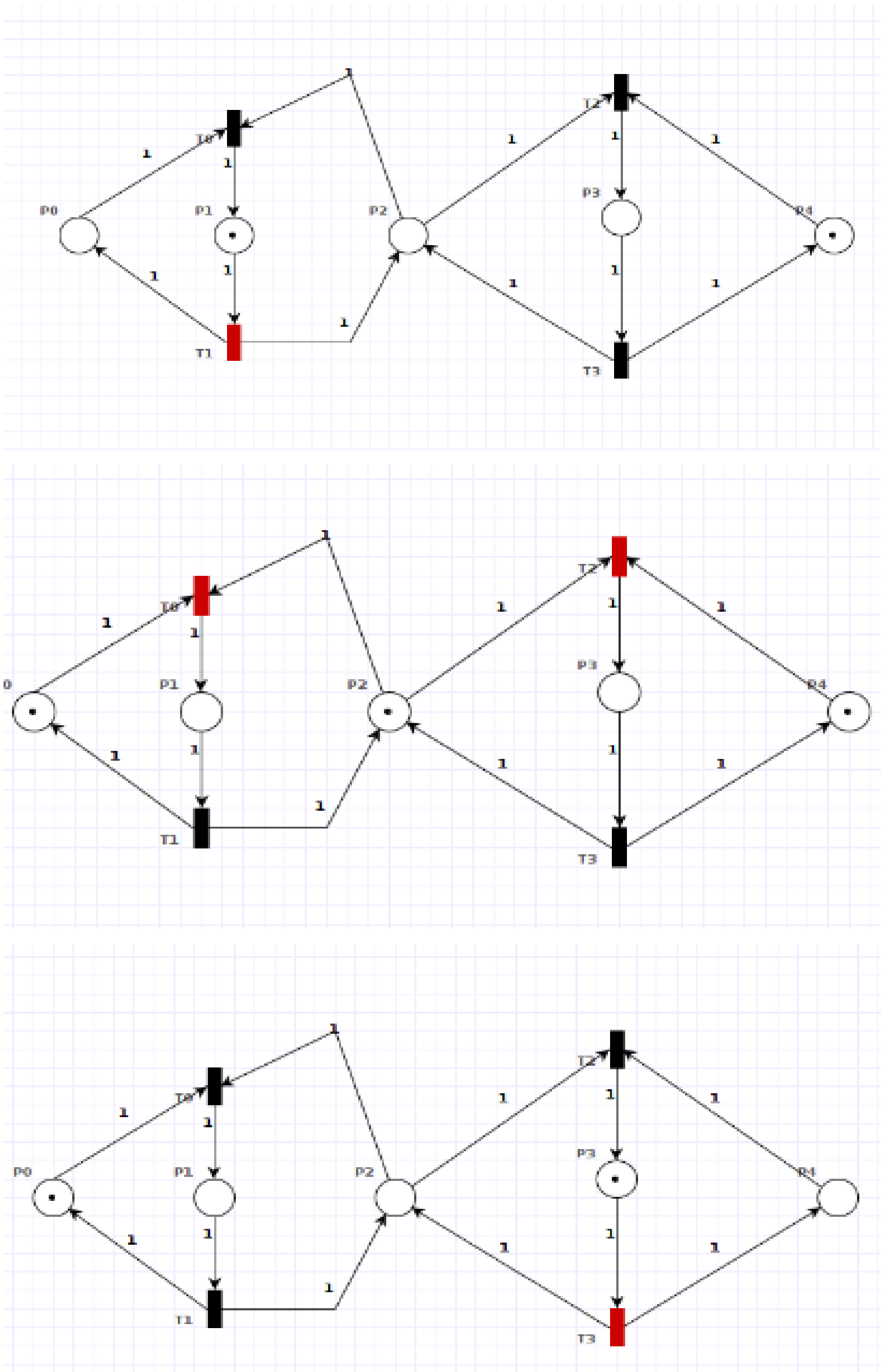
Sieć jest żywa, gdyż począwszy od stanu początkowego zostanie uruchomione każde przejście. Nie występuje żadne martwe przejście.Sieć nie jest ograniczona gdyż miejsce **P3** nie jest ograniczone. Jak widać w grafie sieć wpada w nieskończony cykl między stanami **S3, S4, S5** i liczba tokenów w **P3** będzie rosła w nieskończoność.

3 Wzajemne wykluczanie dwóch procesów na wspólnym zasobie



Rysunek 4: Sieć wykluczających się procesów dla wspólnego zasobu

3.1 Symulacja



Rysunek 5: Symulacja działania sieci

Jak widać procesy wzajemnie wykluczają dostęp do zasobu i raz w sekcji krytycznej znajduję się proces po lewej stronie a raz po prawej.

3.2 Analiza niezmienników

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3
1	1	0	0
0	0	1	1

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

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4
1	1	0	0	0
0	1	1	1	0
0	0	0	1	1

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

P-Invariant equations

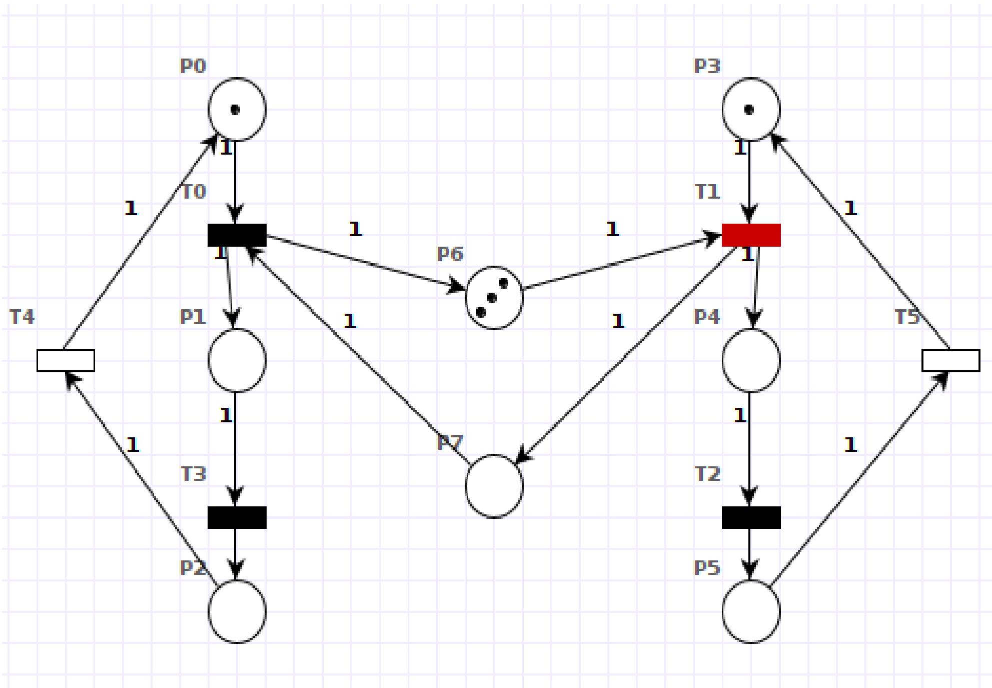
M(P0) + M(P1) = 1
M(P1) + M(P2) + M(P3) = 1
M(P3) + M(P4) = 1

Rysunek 6: Analiza sieci

Równanie $\mathbf{M(P0) + M(P1) = 1}$ świadczy o tym, że proces po lewej stronie nie możę być 2 dwóch stanach równocześnie, albo będzie posiadał zasób albo nie.
Analogiczna sytuacja zachodzi dla drugiego procesu (po prawej stronie) $\mathbf{M(P3) + M(P4) = 1}$.

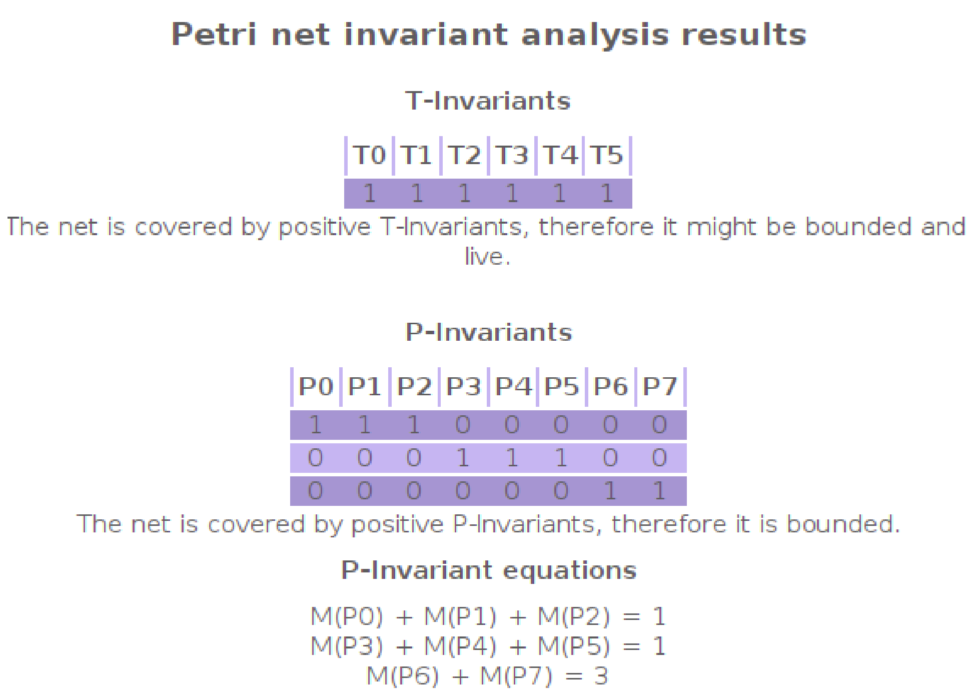
Równaniem ukazującym działanie sekcji krytycznej jest $\mathbf{M(P1) + M(P2) + M(P3) = 1}$. Pokazuje to, że w danym momencie tylko jedno z miejsc może posiadać token więc 2 procesy nie znajdą się w tym samym momencie w sekcji krytycznej.

4 Problem konsumenta i producenta



Rysunek 7: Sieć dla problemu producenta i konsumenta

4.1 Analiza niezmienników



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.

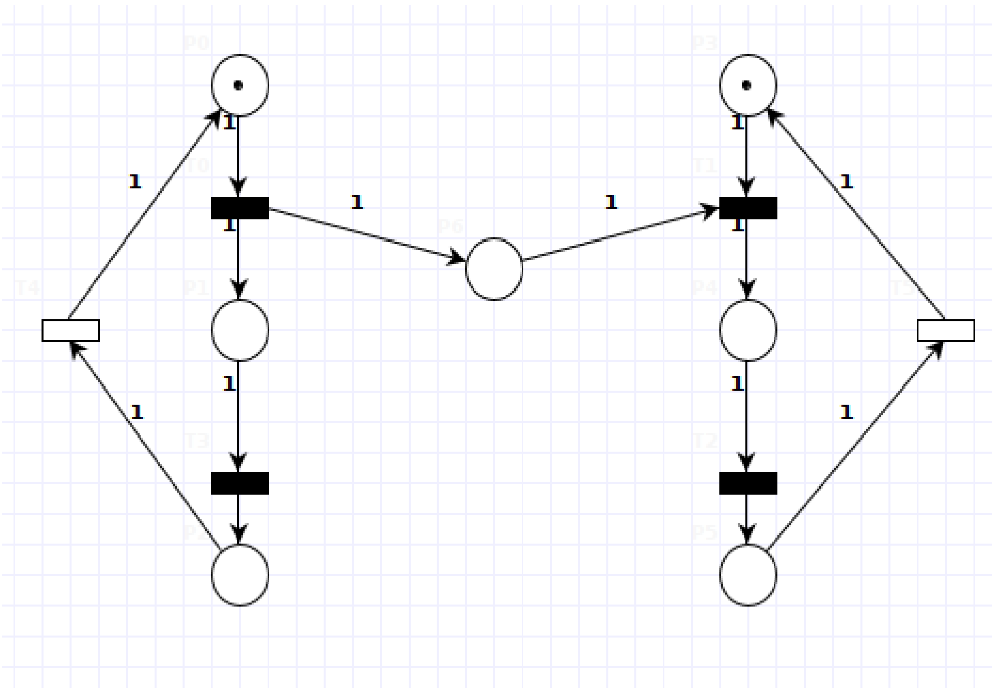
P-Invariant equations

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

Rysunek 8: Analiza sieci

Sieć jest zachowawcza gdyż liczba tokenów w sieci jest stała, nie zmienia się. Zawsze są 3 tokeny w buforze i po jednym w procesie producenta i konsumenta. O rozmiarze bufora świadczy ostatnie równanie **M(P6) + M(P7) = 3** i wynosi on **3**.

5 Problem producentów i konsumentów z nieskończonym buforem



Rysunek 9: Sieć dla problemu z nieskończonym buforem

5.1 Analiza niezmienników

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.

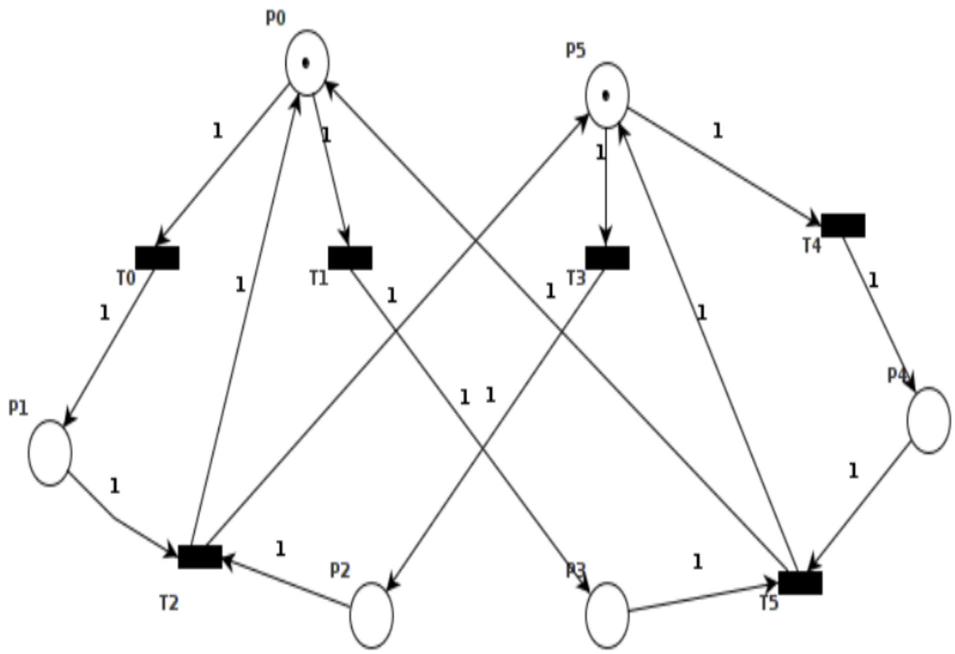
P-Invariant equations

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

Rysunek 10: Analiza sieci

Jak widać z analizy niezmienników zawsze w procesach producenta i konsumenta będzię po jednym tokenie. Natomiast w buforze **P6** nie ma takiego ograniczenia (0 w wektorach P-Invariants), czyli mogą się tam gromadzić tokeny w nieskończoność, co oznacza że poprawnie skonstruowałem sieć z buforem nieograniczonym.

6 Problem zastoju meksykańskiego

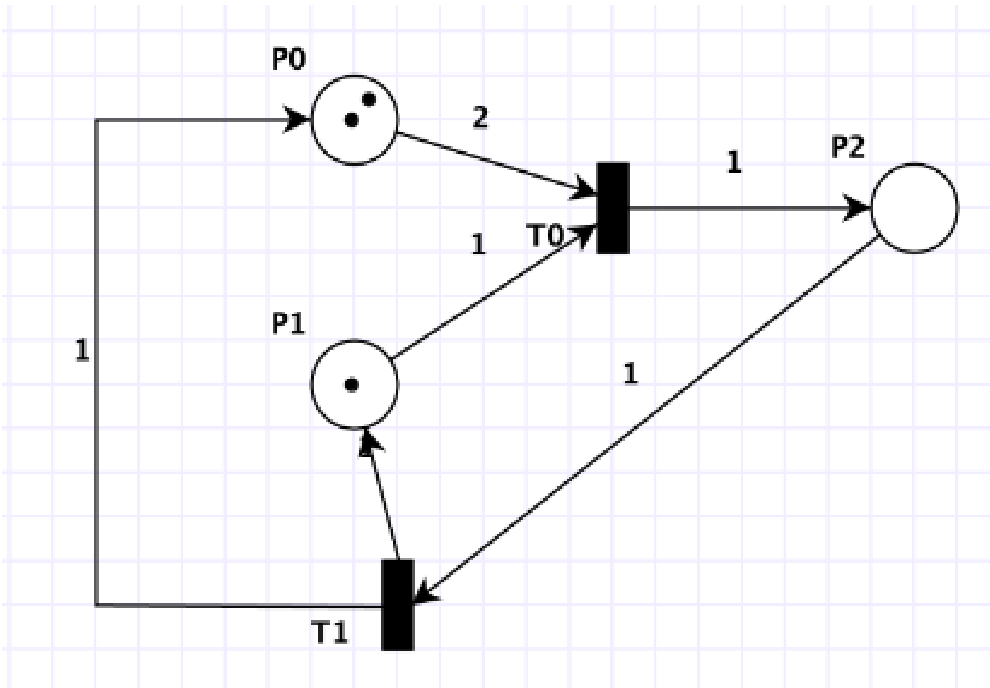


Rysunek 11: Sieć dla problemu z zastoju meksykańskiego

6.1 Graf osiągalności

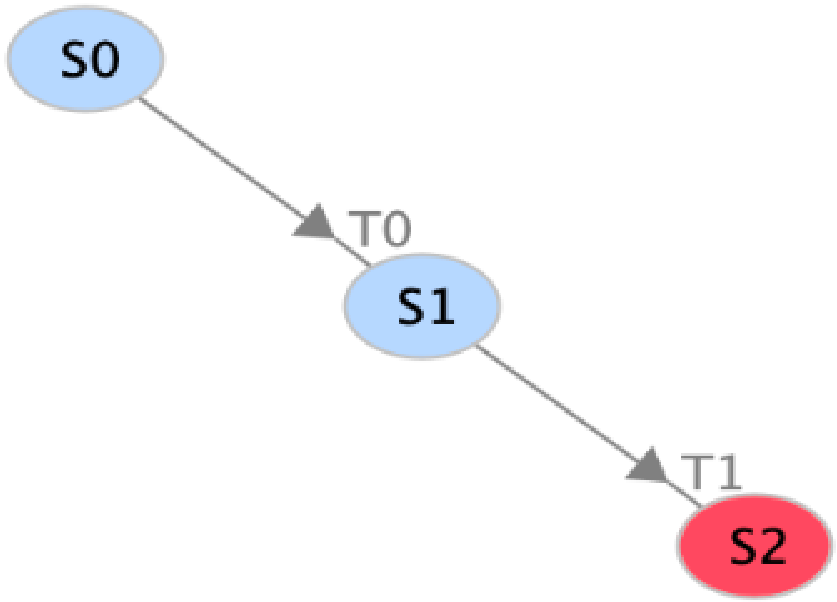
6.2 State Space Analysis

7 Zakleszczenie



Rysunek 12: Mój projekt sieci prezentujący zakleszczenie

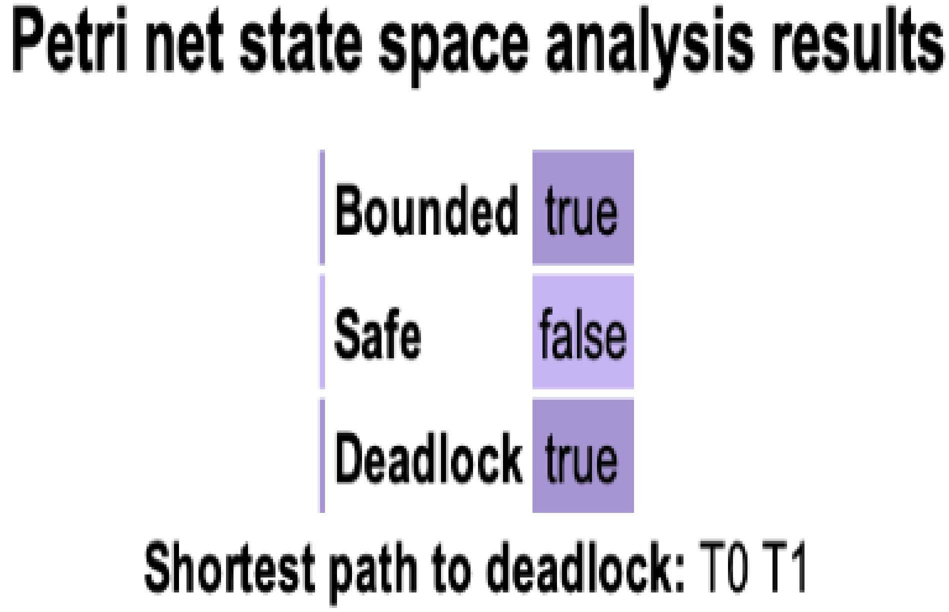
7.1 Graf osiągalności



Rysunek 13: Graf osiągalności

Jak widzimy sieć zakleszcza się po przejściu **T1**. Wynika to z tego, że tranzycja **T0** wymaga pobrania 2 tokenów od miejsca **P0** oraz jednego tokenu od **P1**, natomiast do obu miejsc po tranzycji **T1** dotrze po jednym tokenie.

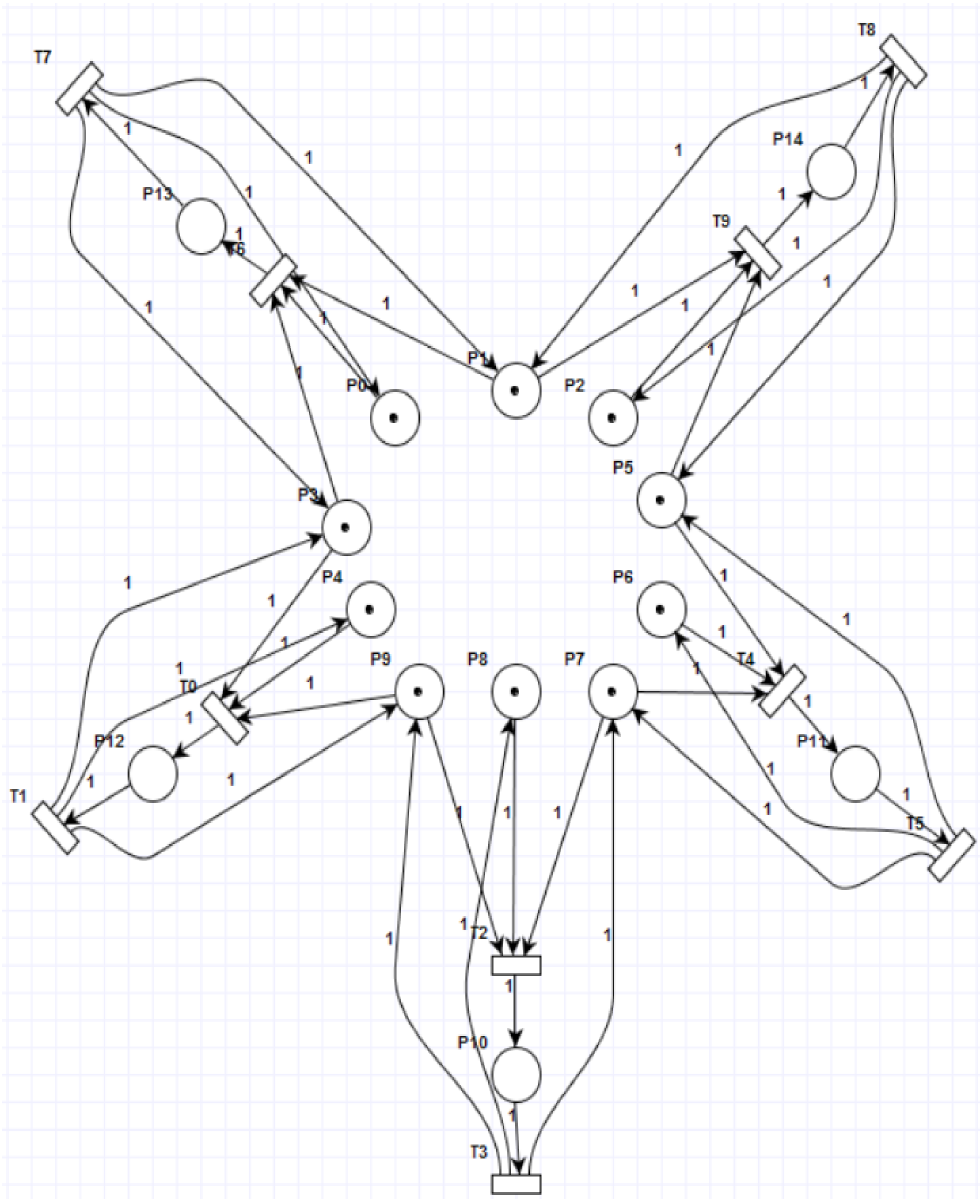
7.2 State space analysis



Rysunek 14: Analiza stanów

Jak widzimy *State space analysis* wykazało, że w sieci jest zakleszczenie.

8 Problem 5 filozofów



Rysunek 15: Sieć dla problemu 5 filozofów