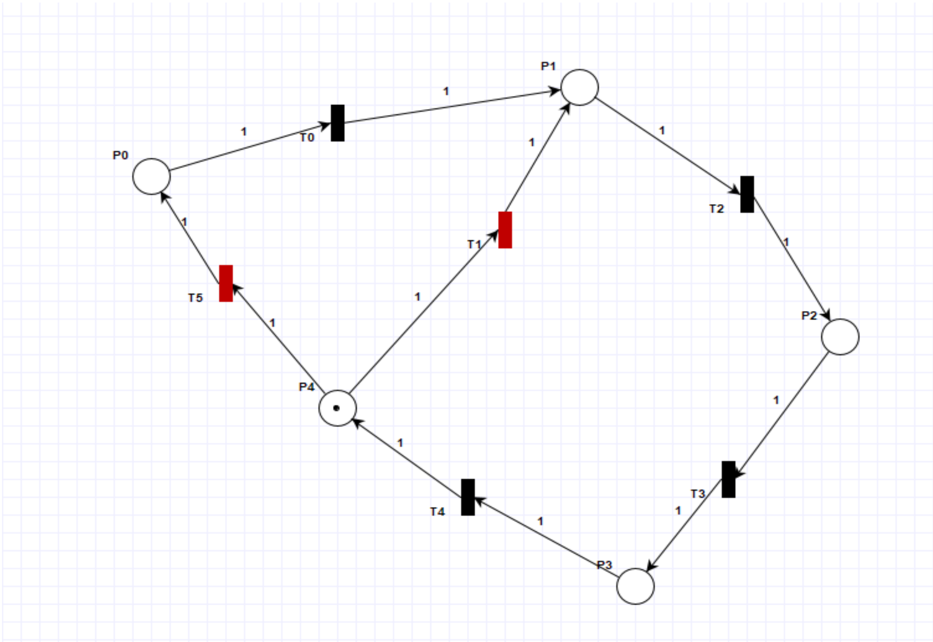
Zadanie 1

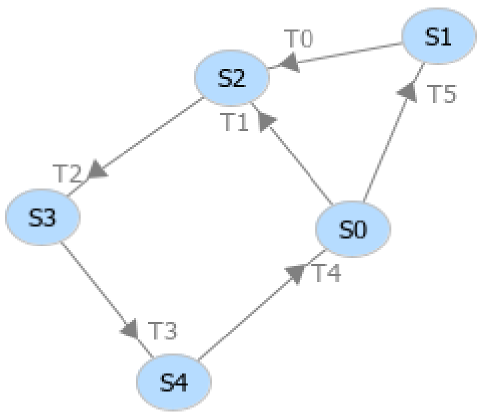
Wymyślić własną maszynę stanów, zasymulować przykład i dokonać analizy grafu osiągalności oraz niezmienników.

Maszyna stanów - Sieć N nazywamy maszyną stanową gdy każde jej przejście (tranzycja) posiada dokładnie jedno miejsce wejściowe i dokładnie jedno miejsce wyjściowe.

Zbudowana sieć:



Graf osiągalności:



1. **Dostępne znakowania:** { 1, 0, 0, 0, 0 } , { 0, 1, 0, 0, 0 } , { 0, 0, 1, 0, 0 } , { 0, 0, 0, 1, 0 } , { 0, 0, 0, 0, 1 }
2. **Maksymalna liczba znaczników** w każdym ze znakowań**:** 1 (wynika z 1)
3. Sieć **jest 1-ograniczona**, ponieważ wszystkie jej miejsca są 1-ograniczone. (wynika z 2)
4. Ponieważ sieć jest 1-ograniczona to z definicji wynika że **jest bezpieczna**.
5. Każde przejście jest przedstawione jako krawędź w grafie. Z dowolnego miejsca z grafie jesteśmy w stanie wykonać dowolne przejście, wykonując po drodze odpowiednie przejścia cząstkowe. Wynika to z faktu że graf jest cykliczny, zawiera wszystkie przejścia oraz z każdego stanu mamy krawędź wejściową i wyjściową.
6. **Zachodzi** własność **Żywotności sieci**, ponieważ każde przejście ma szanse się wykonać (graf jest silnie spójny, wniosek z 5).
7. **Zakleszczenia nie są możliwe,** ponieważ sieć jest żywotna (wynika z pkt. 6)

Niezmienniki:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

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

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

P-Invariants

P0	P1	P2	P3	P4
1	1	1	1	1

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

P-Invariant equations

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

Analysis time: 0.001s

Analiza T-invariants:

Obliczone niezmienniki pokrywają całą sieć. Otrzymane wiersze pokazują, ile razy trzeba odpalić dane przejście , aby dojść z powrotem do stanu początkowego. Wiersze w tablicy T-invariants nie są rozłączne. Z tych rzeczy możemy wywnioskować, że sieć jest **odwracalna.** Dodatkowo nie wiemy czy że sieć jest żywa i ograniczona.

Analiza P-invariants:

Pierwszy wiersz w tablicy P-invariants pokrywa całą sieć, ponieważ dla każdego miejsca występuje nieujemny niezmiennik miejsc. Z tego też wynika, że sieć jest **ograniczona**. A skoro sieć jest ograniczona, to każde jej miejsce jest ograniczone.

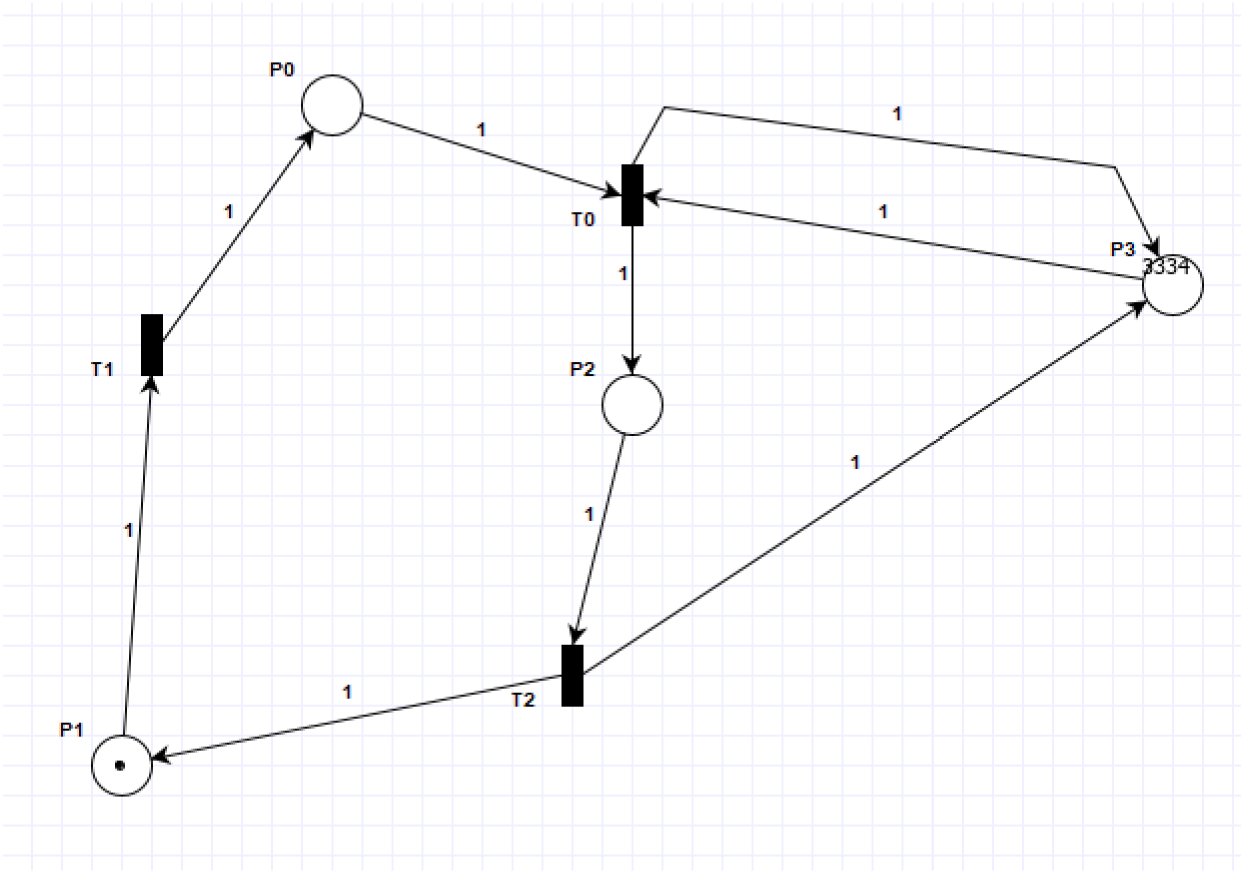
Zachowawczość sieci:

Analizują P-invariant equations, możemy zobaczyć, że równanie zawiera wszystkie miejsca w sieci oraz, że suma tokenów znajdująca się w nich, w jednym momencie jest równa 1. Wynika z tego więc, że liczba występujących w sieci tokenów jest stała.

Zadanie 2

Zasymulować sieć. Dokonać analizy niezmienników przejść. Jaki wniosek można wyciągnąć o odwracalności sieci? Wygenerować graf osiągalności. Proszę wywnioskować z grafu, czy siec jest żywa. Proszę wywnioskować czy jest ograniczona. Objaśnić wniosek.

Zbudowana sieć:



Niezmienniki:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2

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

P-Invariants

P0	P1	P2	P3
1	1	1	0

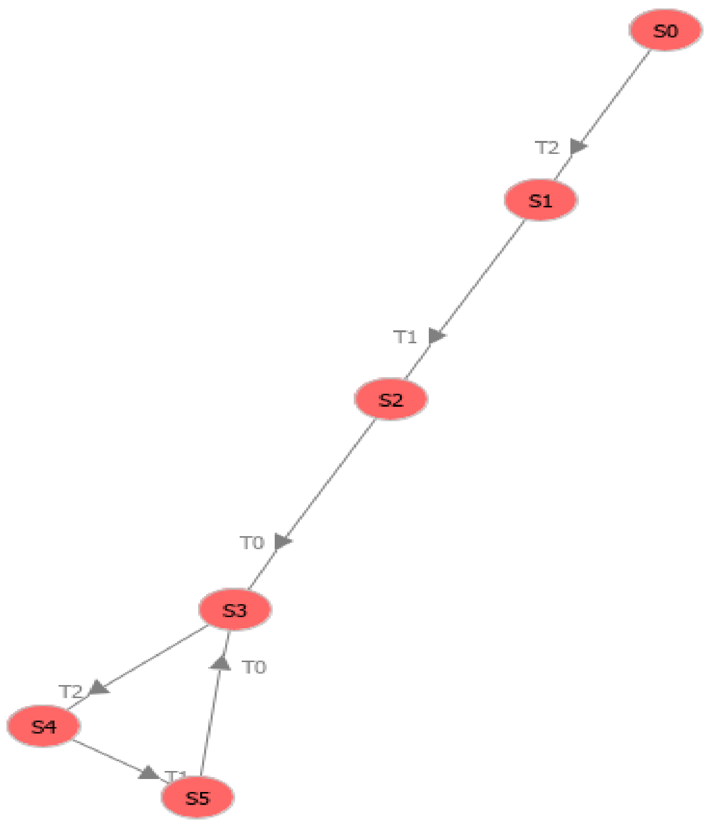
The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

P-Invariant equations

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

Ponieważ sieć nie jest pokryta niezmiennikami tranzycji, to na pewno wiemy że **jednocześnie** sieć **nie jest żywa i ograniczona**. (slajd 21.6, tw.20). Dodatkowo wiemy że **nie jest odwracalna**, ponieważ nie mamy żadnych wierszy w tablicy T-invariants.

Graf osiągalności:

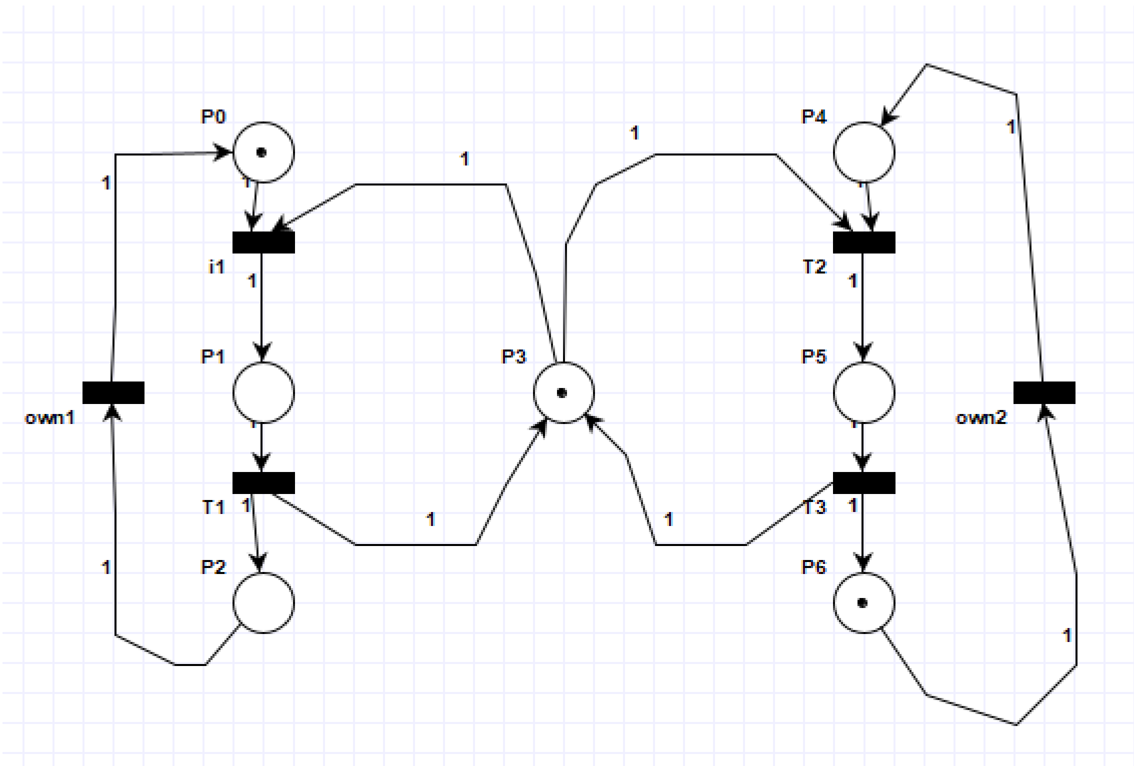


1. **Dostępne znakowania:** { 0, 1, 0, 3334 } , { 1, 0, 0, 3334 } , { 0, 0, 1, 3334 } , { 0, 1, 0, ∞} , { 1, 0, 0, ∞ } , { 0, 0, 1, ∞ }
2. **Nie istnieje maksymalna liczba znaczników** dla każdego ze znakowań , a z tego wynika, że Sieć **nie jest ograniczona.**
3. **Zachodzi** własność **żywotności przejść**, ponieważ każde przejście ma szanse się wykonać (podgraf S3,S4,S5 jest cykliczny, zawiera w sobie wszystkie przejścia oraz można wykonać dowolne przejście przez wykonanie pewnej sekwencji przejść).

Zadanie 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?

Zbudowana sieć:



Niezmienniki:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

i1	own1	own2	T1	T2	T3
1	1	0	1	0	0
0	0	1	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	P5	P6
1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0
0	0	0	0	1	1	1

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

P-Invariant equations

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

Analysis time: 0.0s

Niezmienniki miejsc pokrywają całą sieć, ponieważ dla każdego miejsca występuje nieujemny niezmiennik miejsc. W związku z czym sieć jest **ograniczona** .

Równania P-invariants

Równania przedstawiają zbiór miejsc odpowiadających niezerowym elementom rozwiązania równania $N^T y = 0$, gdzie

N – transponowana macierz incydencji (Macierz incydencji reprezentuje zmianę znakowania miejsca Pi gdy wykonane zostaje przejście tj)

Y – wektor (y1, y2, …, yn) odpowiadający miejscom

Działanie sekcji krytycznej obrazuje równanie nr.2 (M(P1) + M(P3) + M(P5)), ponieważ zawiera miejsca które właśnie obrazują tą sieć krytyczną.

Równania 1 i 3 wzajemnie się wykluczają.

Równania 1 oznacza, że suma tokenów w miejscach P0, P1, P2 zawsze jest równa 1

Równania 2 oznacza, że suma tokenów w miejscach P1, P3, P5 zawsze jest równa 1

Równania 3 oznacza, że suma tokenów w miejscach P4, P5, P6 zawsze jest równa 1

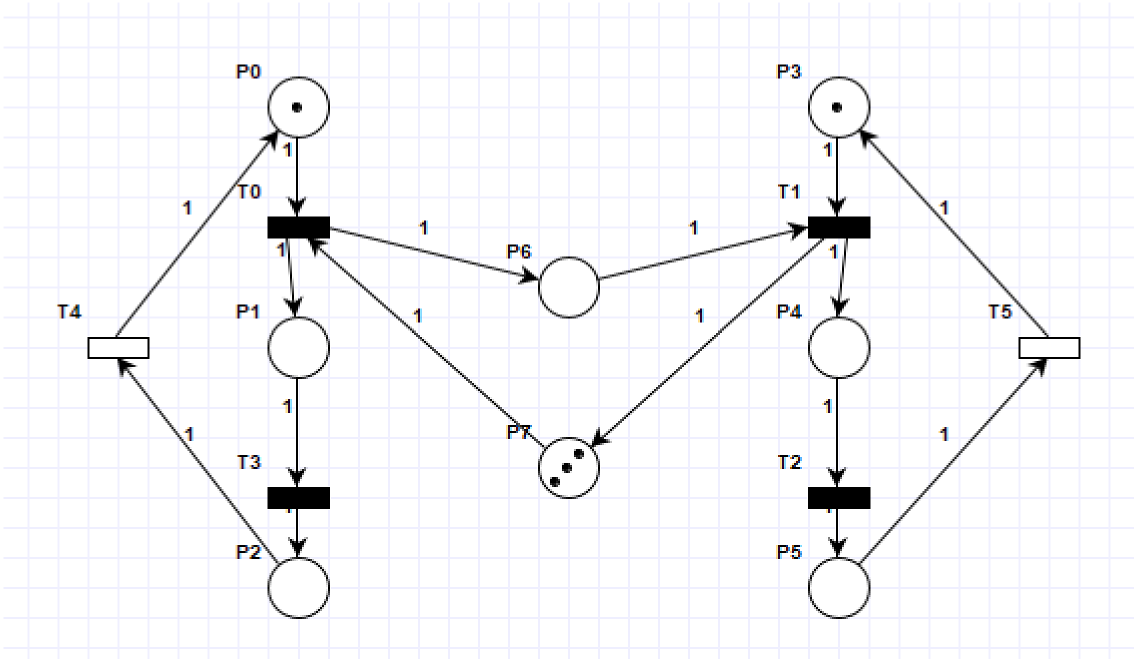
Zachowawczość sieci:

Analizują P-invariant equations, możemy zobaczyć, że dla każdego równania suma tokenów znajdująca się w nich jest równa 1. Równania wzajemnie się nie wykluczają, stąd wynika że liczba tokenów w sieci nie będzie stała. Więc sieć **nie jest zachowawcza**.

Zadanie 4

Uruchomić problem producenta i konsumenta z ograniczonym buforem (można posłużyć się przykładem, menu: file, examples). Dokonać analizy niezmienników. Czy siec jest zachowawcza? Które równanie mówi nam o rozmiarze bufora?

Zbudowana sieć:



Niezmienniki:

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

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

O rozmiarze bufora mówi równanie 3 (M(P6) + M(P7) = 3), ponieważ zawiera ono miejsca P6 oraz P7, które reprezentują nasz bufor. Maksymalny rozmiar bufora to 3.

Analiza T-invariants:

Sieć jest całkowicie pokryta niezmiennikami tranzycji. Wynika z tego więc że sieć jest **odwracalna**. Możemy też wywnioskować, że sieć jest **żywa**, ponieważ każde przejście może być wykonane.

Analiza P-invariants:

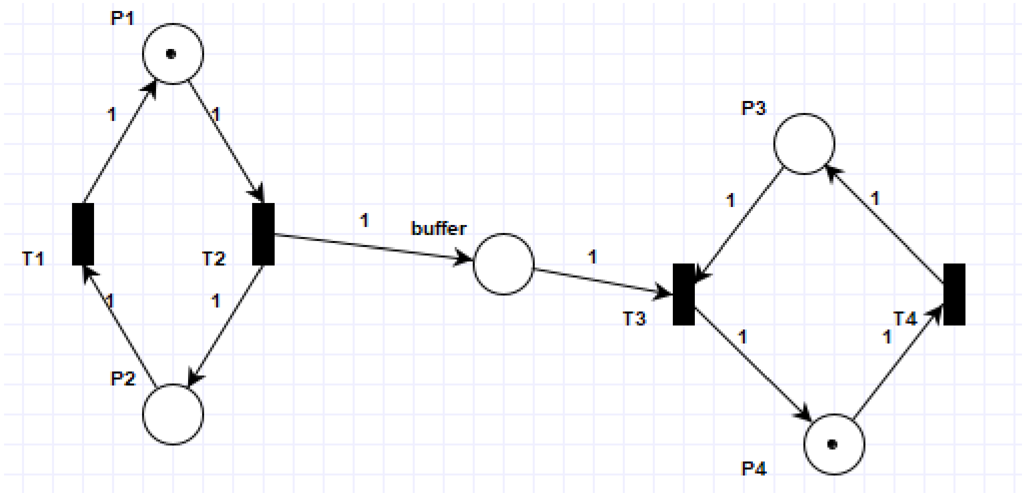
Niezmienniki pokrywają całą sieć, więc z definicji wynika, że sieć jest **ograniczona**.

Z równań P-invariant możemy również odczytać, że sieć jest **zachowowacza**, gdyż równania się wzajemnie wykluczają, pokrywają wszystkie miejsca w sieci, oraz pokazują stałą liczbę tokenów dla każdej grupy miejsc. Stąd wynika, że dla każdego znakowania liczba tokenów w sieci zawsze wynosić będzie 5.

Zadanie 5

Stworzyć symulacje problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Zaobserwować brak pełnego pokrycia miejsc.

Zbudowana sieć:



Niezmienniki:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T1	T2	T3	T4
1	1	1	1

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

P-Invariants

buffer	P1	P2	P3	P4
0	1	1	0	0
0	0	0	1	1

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

P-Invariant equations

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

Analiza T-invariants

Ponieważ sieć jest całkowicie pokryta niezmiennikami tranzycji, że sieć jest **odwracalna.** Sieć jest również **żywa,** ponieważ wszystkie przejścia mogą być wykonane.

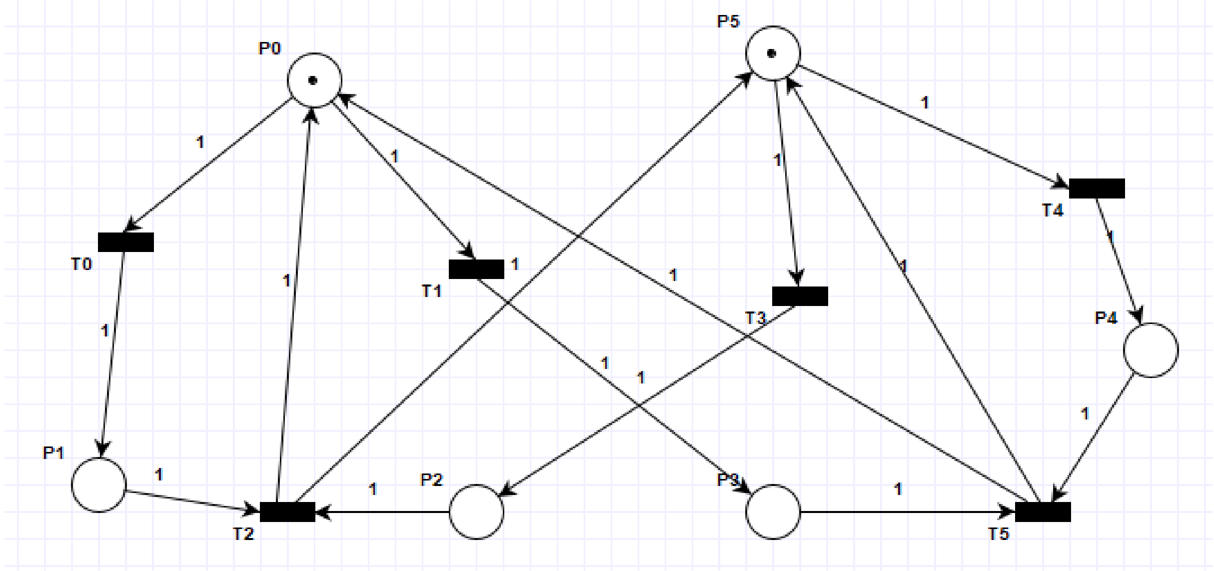
Analiza P-invariants

Sieć nie jest całkowicie pokryta niezmiennikami miejsc. W tym przypadku nie da się określić czy sieć jest zachowawcza lub ograniczona.

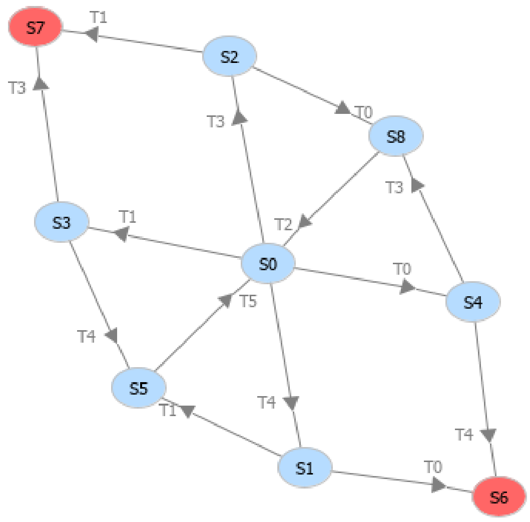
Zadanie 6

Zasymulować przykład (problem zastoju meksykańskiego, Rys.6) ilustrujący zakleszczenie. Wygenerować graf osiągalności i zaobserwować znakowania, z których nie można wykonać przejść. Zaobserwować właściwości sieci w "State Space Analysis".

Zbudowana sieć:



Graf osiągalności:



Znakowania z których nie można zrobić przejść: { 0, 1, 0, 0, 1, 0 } , { 0, 0, 1, 1, 0, 0 }. Dane znakowania pokazują, że gdy jesteśmy jednocześnie w miejscach P1, P4 lub P2, P3 to wtedy nie będziemy mogli wykonać żadnego przejścia.

State Space Analysis

Petri net state space analysis results

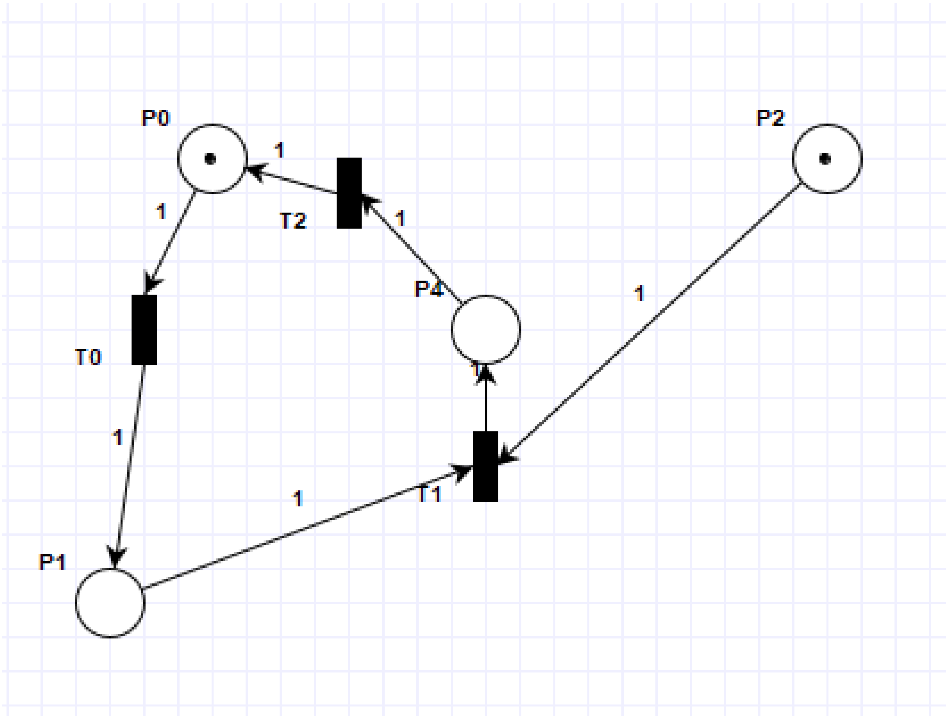
Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T4

Zadanie 7

Wymyślić własny przykład sieci , w której możliwe jest zakleszczenie i zweryfikować za pomocą grafu osiągalności oraz właściwości sieci w "State Space Analysis”

Zbudowana sieć:



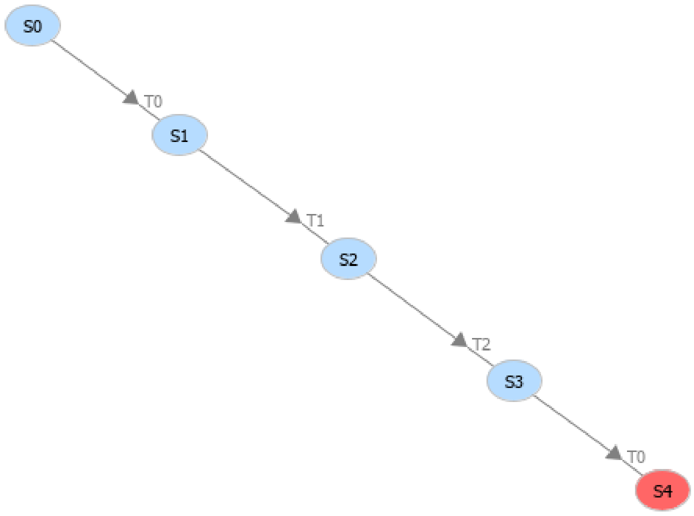
State Space Analysis

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T1 T2 T0

Graf osiągalności:

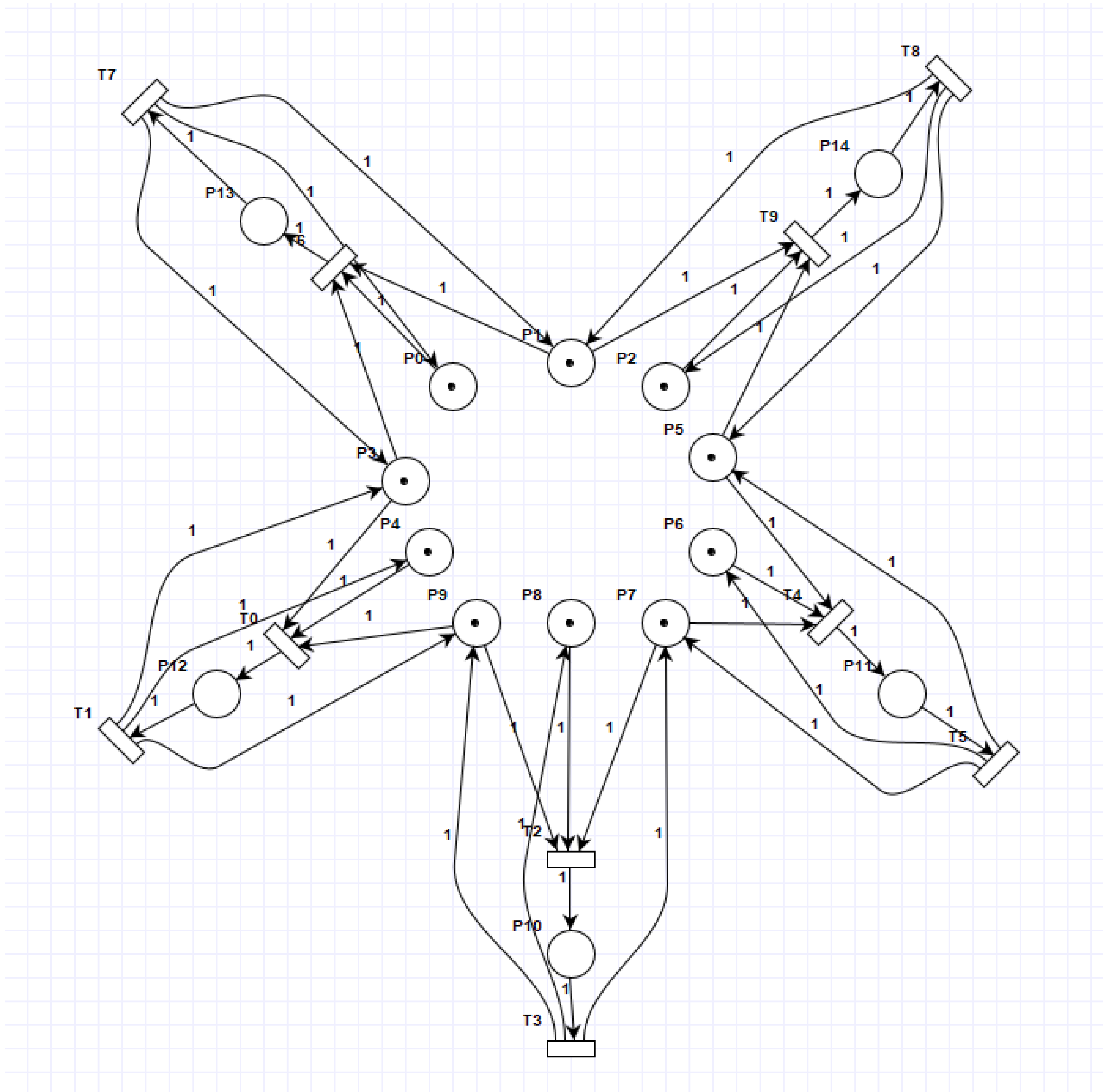


Znakowanie dla S4 {0, 1, 0 ,0}. Graf posiada własność drogi nie zamkniętej. Stąd wynika, że przy chęci wykonania 2-giej trazycji T0, nasz program się zakleszczy.

Zadanie 8

Uruchom i przeanalizuj problem pięciu filozofów zamodelowany za pomocą sieci Petri.
Menu: File->Examples->DiningPhilosophers

Zbudowana sieć:



Niezmienniki:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	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	P10	P11	P12	P13	P14	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

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

P-Invariant equations

M(P0) + M(P13) = 1
M(P1) + M(P13) + M(P14) = 1
M(P14) + M(P2) = 1
M(P12) + M(P13) + M(P3) = 1
M(P12) + M(P4) = 1
M(P11) + M(P14) + M(P5) = 1
M(P11) + M(P6) = 1
M(P10) + M(P11) + M(P7) = 1
M(P10) + M(P8) = 1
M(P10) + M(P12) + M(P9) = 1

Analysis time: 0.001s

Graf osiągalności: