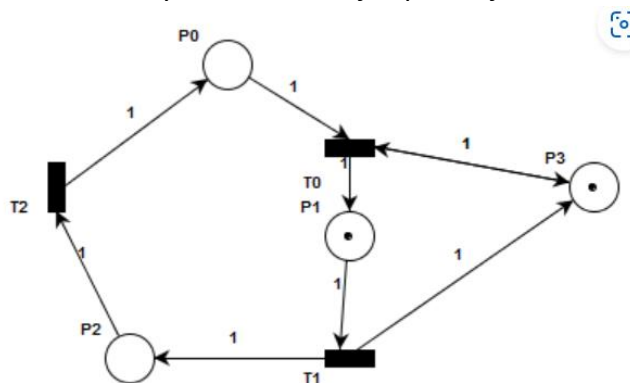


Laboratorium XII – Teoria współbieżności

Weronika Szybińska, 16.01.2023

Treść zadań:

- Zadanie 1 - wymyślić własną maszynę stanów, zasymulować przykład i dokonać analizy grafu osiągalności oraz niezmienników j.w.
- Zadanie 2 - zasymulować sieć jak poniżej.



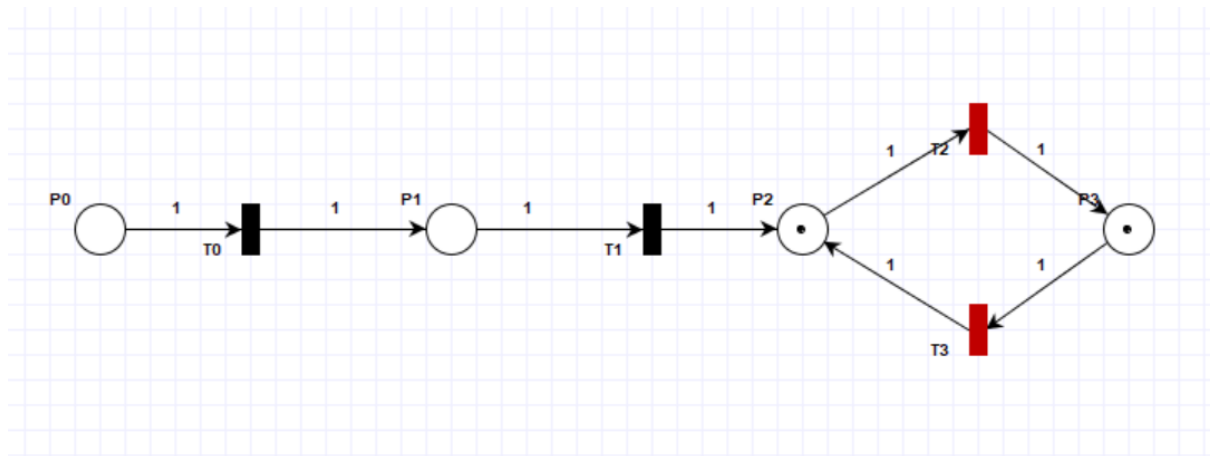
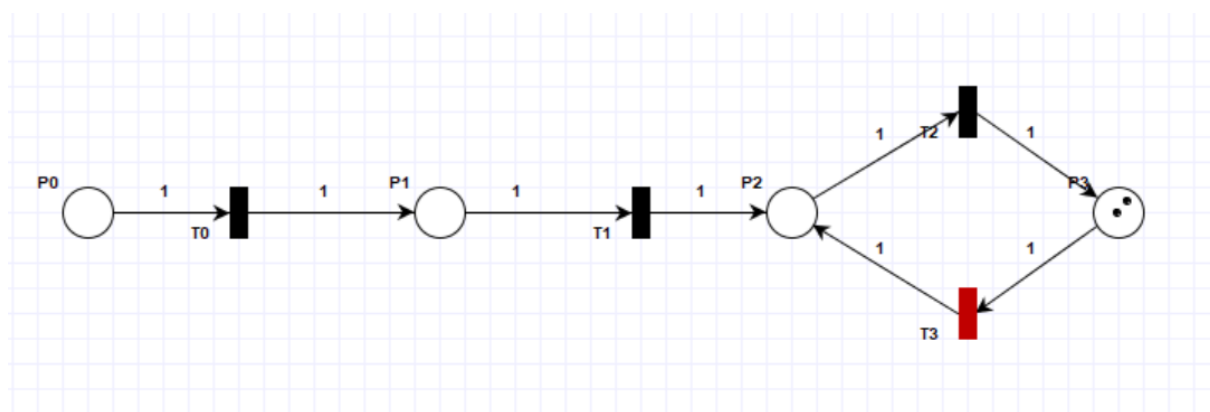
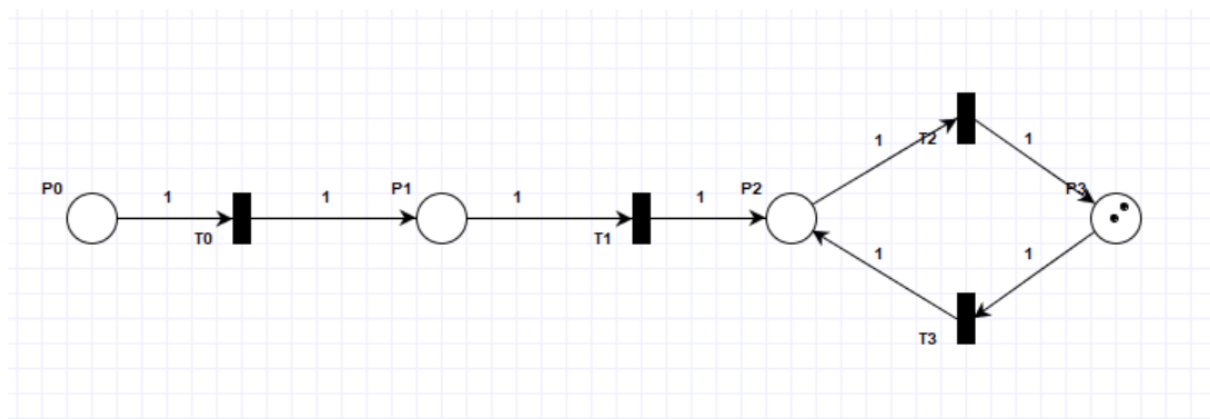
Dokonać analizy niezmienników przejść. Jaki wniosek można wyciągnąć o odwracalności sieci? Wygenerować graf osiągalności. Proszę wywnioskować z grafu, czy sieć jest żywa. Proszę wywnioskować czy jest ograniczona. Objaśnić wniosek.

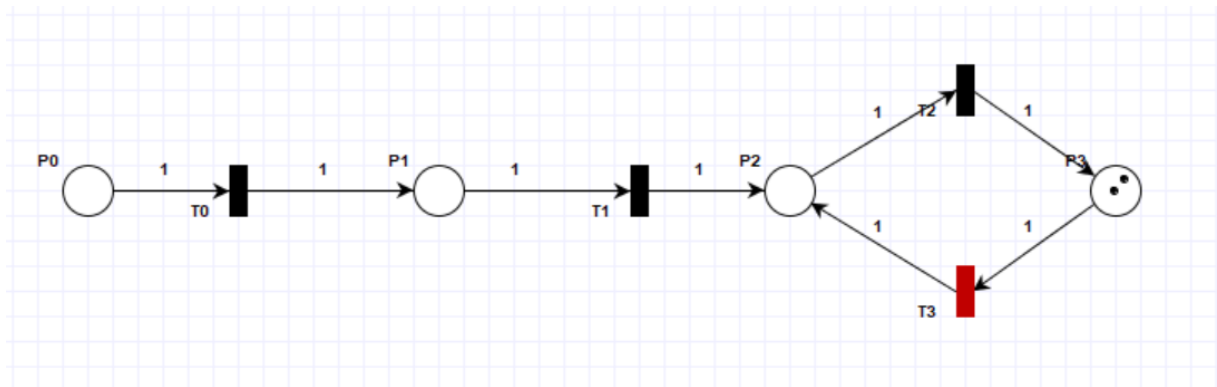
- Zadanie 3 - zasymulować wzajemne wykluczanie dwóch procesów na wspólnym zasobie. Dokonać analizy niezmienników. Wyjaśnij znaczenie równań (P-invariant equations). Które równanie pokazuje działanie ochrony sekcji krytycznej?
- Zadanie 4 - uruchomić problem producenta i konsumenta z ograniczonym buforem (można posłużyć się przykładem, menu: file, examples). Dokonać analizy niezmienników. Czy sieć jest zachowawcza? Które równanie mówi nam o rozmiarze bufora?
- Zadanie 5 - stworzyć symulację problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem. Dokonać analizy niezmienników. Zaobserwować brak pełnego pokrycia miejsc.
- Zadanie 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". Poniżej przykład sieci z możliwością zakleszczenia (można wymyślić inny):

Rozwiązania:

Zadanie 1

Wizualizacja wymyślonej maszyny stanów:





Analiza grafu osiągalności i niezmienników:



$S0 \{0,0,0,2\}$

$S1 \{0,0,1,1\}$

$S2 \{0,0,2,0\}$

Graf osiągalności

Widać że dwa miejsca (P0 oraz P1) są nieosiągalne, gdyż zawsze mają zerową ilość tokenów.

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2	T3
0	0	1	1

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	1

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

P-Invariant equations

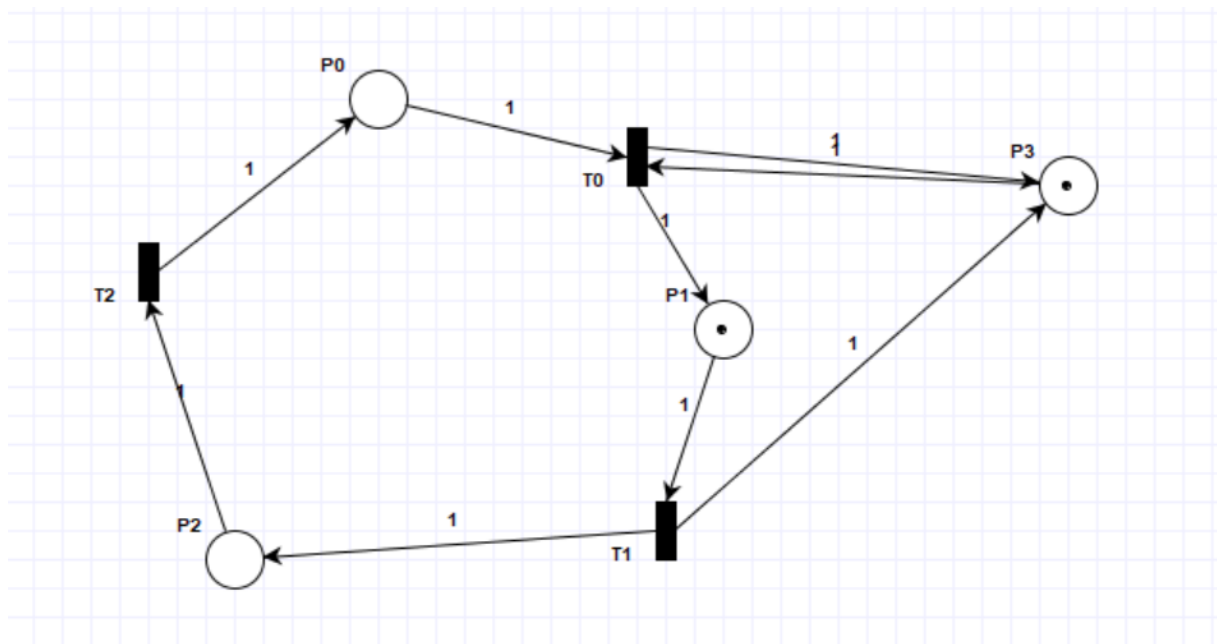
$$M(P0) + M(P1) + M(P2) + M(P3) = 2$$

Niezmienniki przejść – trzeba odpalić T2 oraz T3 aby powrócić do początkowego markowania. Można na podstawie tego wnioskować że sieć jest odwracalna

Niezmienniki miejsc – w miejscach P0, P1, P2, P3 ilość tokenów jest stała równa 2, więc sieć jest ograniczona.

Zadanie 2

Wizualizacja sieci podanej w zadaniu w programie PIPE:



Analiza niezmienników:

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

T0	T1	T2
1	1	1

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

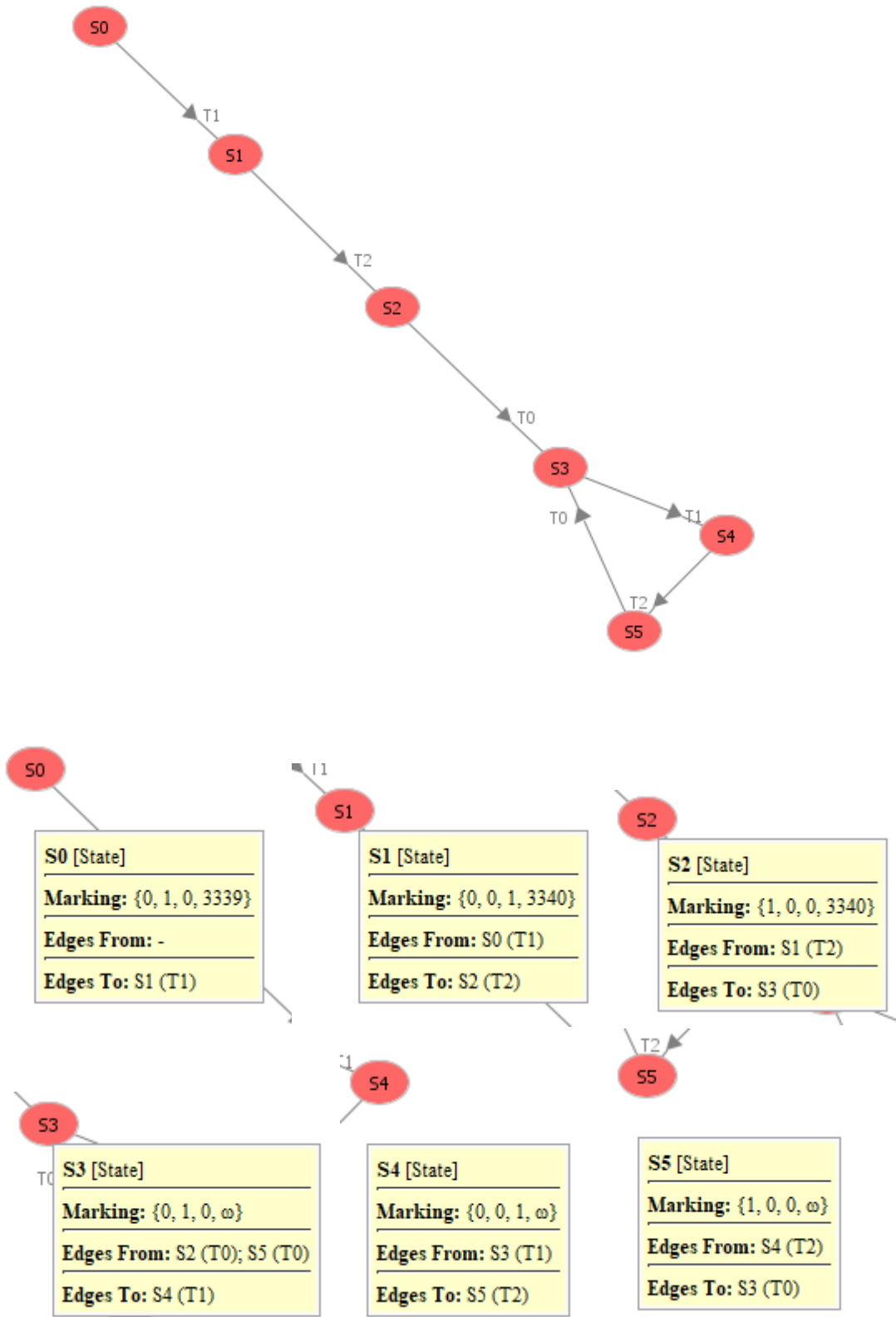
The net is not covered by positive P-Invariants, therefore we do not know if it is bounded.

P-Invariant equations

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

Niezmienniki przejść – Sieć jest nieodwracalna, gdyż analiza przejść nie zwróciła ilości przejść jakie trzeba wykonać, aby powrócić do markowania początkowego. W miejscu P3 po każdym 3 przejściach dodaje się jeden token, co oznacza że ich liczba w tym miejscu będzie rosła do nieskończoności.

Niezmienniki miejsc – w miejscach P0, P1, P3 ilość tokenów pozostaje stała równa 1. W miejscu P3 po każdych 3 przejściach, tzn po każdym okrążeniu dodawany jest kolejny token, więc ich ilość w tym miejscu będzie dążyć do nieskończoności.



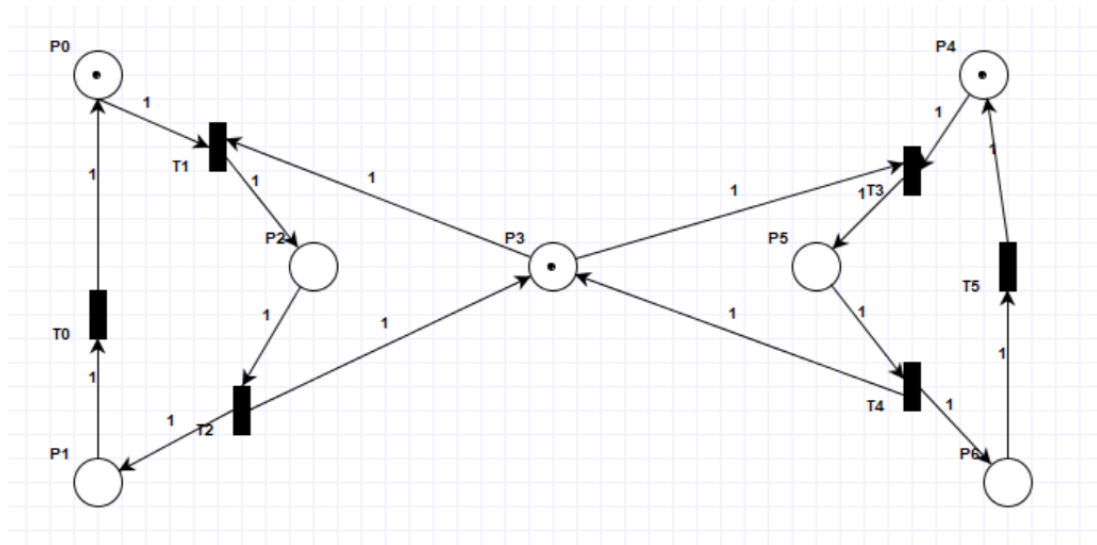
Graf osiągalności

Ograniczenie sieci – sieć nie jest ograniczona, gdyż liczby tokenów nie można ograniczyć skończoną liczbą naturalną przez miejsce P3, gdzie liczba tokenów dąży do nieskończoności

Sieć jest żywa – na podstawie grafu osiągalności możemy wnioskować że w każdym momencie jest możliwość wykonania przejścia. Nie występuje stan blokady.

Zadanie 3

Przykład wzajemnego wykluczania się dwóch procesów na wspólnym zasobie



Proces lewy -> P0, P1, P2

Proces prawy -> P4, P5, P6

Bufor -> P3

Petri net invariant analysis results

T-Invariants

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

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

$$M(P2) + M(P3) + M(P5) = 1$$

$$M(P4) + M(P5) + M(P6) = 1$$

Analysis time: 0.0s

Niezmienniki miejsc – sumaryczna ilość tokenów jest stała i równa 1 w 3 podzbiorach:

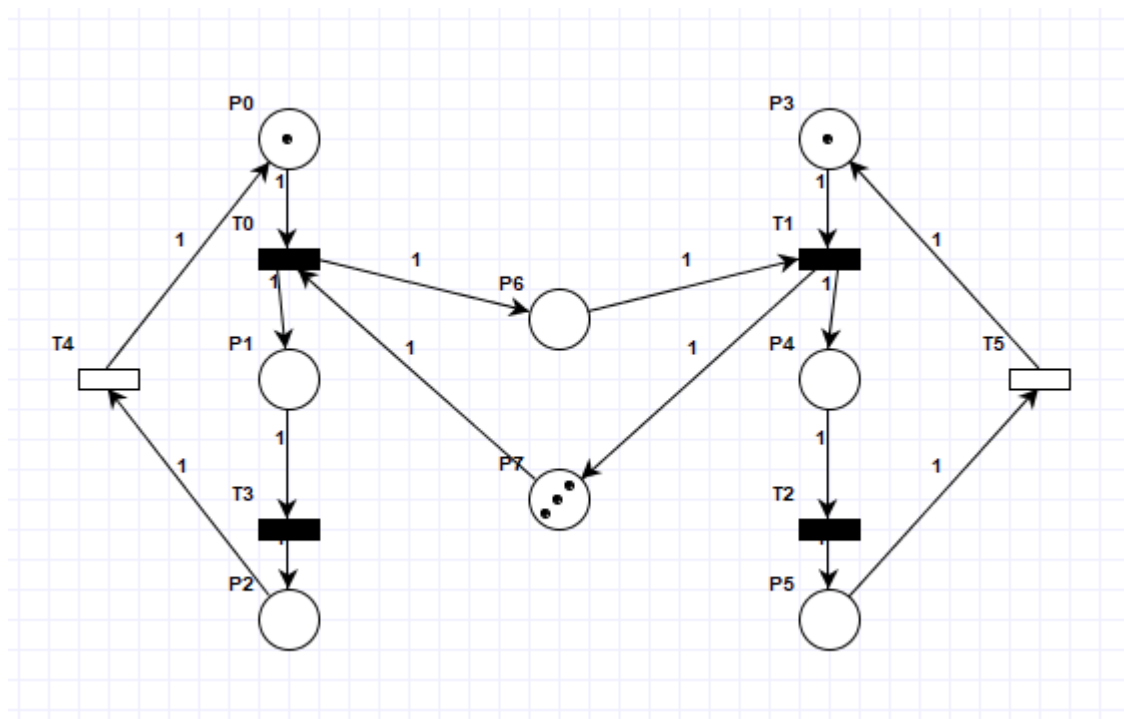
- proces lewy -> pierwsze równanie
- bufor oraz sekcje przetwarzania zasobu w procesach (P3, P2, P5) -> drugie równanie
- proces prawy -> pierwsze równanie

Z tego wynika że zasób wspólny może w danej chwili przetwarzać proces lewy, prawy lub monitor.

Ochronę sekcji krytycznej przedstawia równanie drugie przedstawiające bufor oraz sekcje przetwarzania zasobu.

Zadanie 4

Do wykonania zadania 4 wykorzystany został przykład wybrany z menu programu PIPE przedstawiający problem producenta i konsumenta.



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

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

$$M(P3) + M(P4) + M(P5) = 1$$

$$M(P6) + M(P7) = 3$$

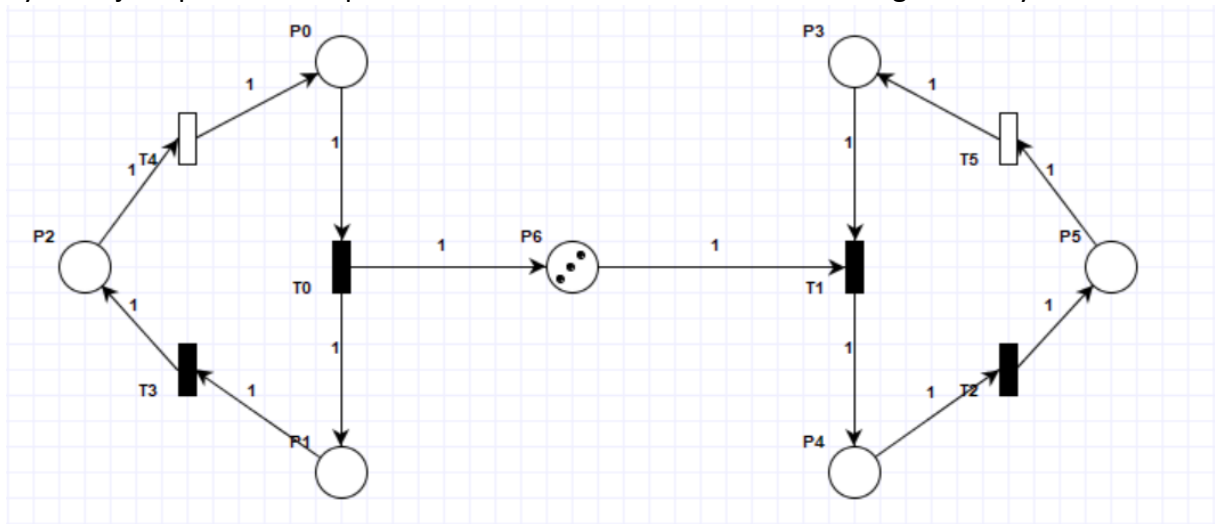
Niezmienniki przejść – po odpaleniu każdego przejścia można powrócić do początkowego markowani co oznacza że sieć jest odwracalna

Zachowawczość sieci – sieć Petriego jest siecią zachowawczą, gdyż liczba występujących w niej znaczników jest stała. Z niezmienników miejsc można wywnioskować że suma tokenów dla konsumenta (P0, P1, P2) jest zawsze równa 1, dla producenta (P3, P4, P5) jest również równa 1, a dla bufora (P6, P7) jest równa 3. Zbiory tych miejsc są rozłączne więc liczba występujących w sieci znaczników jest stała i równa 5.

O rozmiarze bufora mówi nam równanie 3.

Zadanie 5

Symulacja problemu producenta i konsumenta z nieograniczonym buforem.



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

$$M(P0) + M(P1) + M(P2) = 0$$

$$M(P3) + M(P4) + M(P5) = 0$$

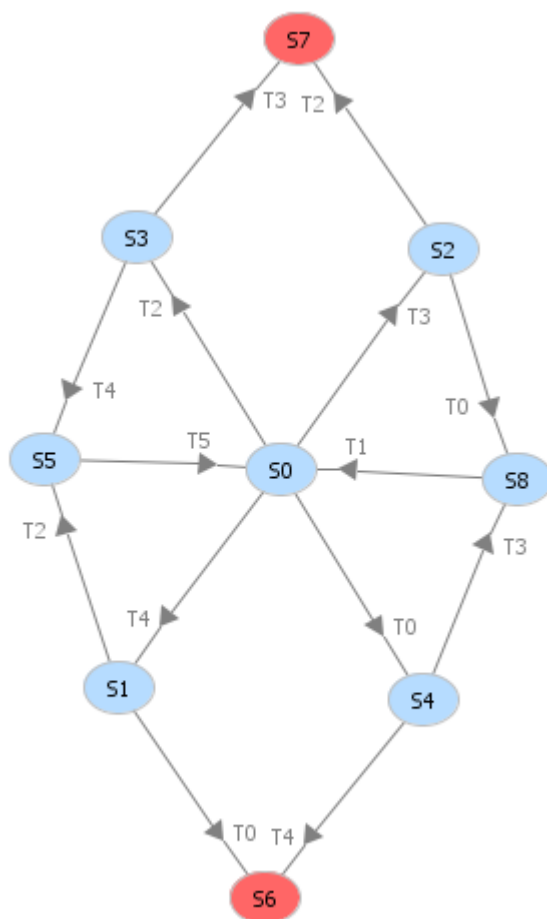
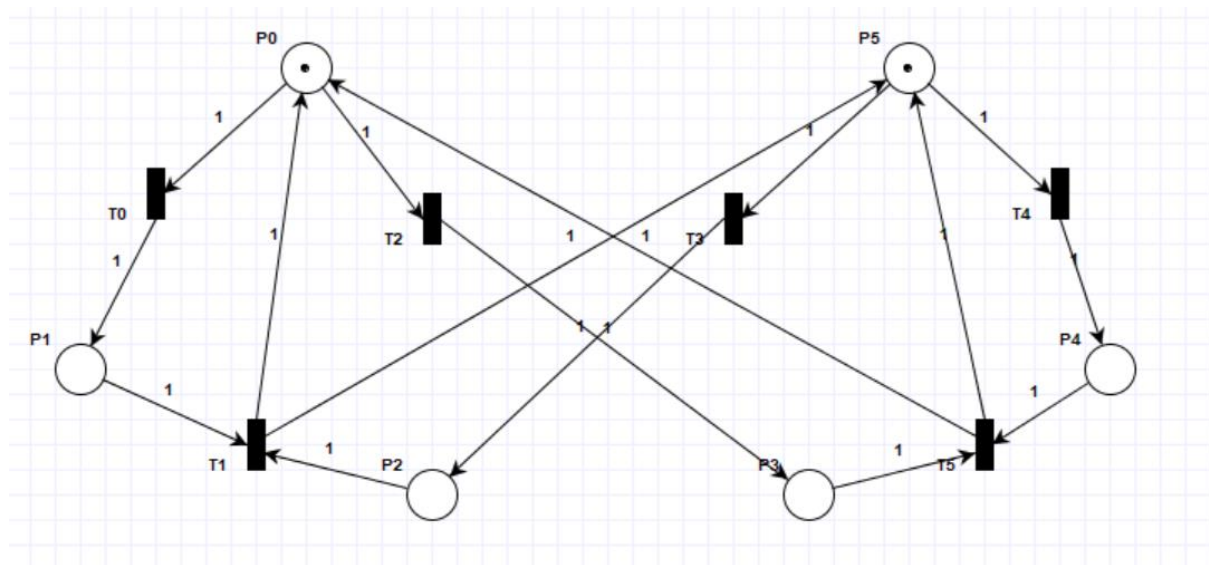
Niezmienniki przejść – po odpaleniu każdego przejścia można powrócić do początkowego markowani co oznacza że sieć jest odwracalna

Niezmienniki miejsc – z równań można wywnioskować że liczba tokenów w producencie oraz konsumencie jest zawsze stała równa 1. W buforze suma ta jest zmienna więc nie da się jej określić.

Brak pełnego pokrycia miejsc – miejsce P6 nie jest pokryte niezmiennikami miejsc , co oznacza że w tym miejscu dodawać się mogą nowe tokeny.

Zadanie 6

Do zadania 6 wykorzystany został przykład podany w zadaniu



Graf osiągalności

W miejscach S6 oraz S7 występuje zakleszczenie gdyż do tych miejsc prowadzą tylko przejścia dochodzące. Nie da się z nich wykonać przejść.

Petri net state space analysis results

Bounded	true
Safe	true
Deadlock	true

Shortest path to deadlock: T0 T4

Bounded (Ograniczoność) – sieć jest ograniczona co oznacza że w każdym miejscu sieci liczbę znaczników można ograniczyć przez skończoną liczbę naturalną (w tym przypadku przez 2).

Safe (Bezpieczeństwo) – sieć jest bezpieczna, gdyż jest 1 ograniczona, co można wywnioskować z grafy osiągalności. W każdym markowaniu maksymalna liczba tokenów w danym miejscu wynosi 1

Deadlock (Zakleszczenie) – w sieci możliwe jest zakleszczenie, co oznacza że występuje sytuacja w której nie da się odpalić jakiegokolwiek tranzycji. W przypadku tej sieci zakleszczenie może wystąpić po odpaleniu T0 i T4 (drugim sposobem na wystąpienie zakleszczenia jest odpalenie T2 i T3).

Bibliografia:

https://pl.wikipedia.org/wiki/Sie%C4%87_Petriego

<http://jedrzej.ulasiewicz.staff.iar.pwr.wroc.pl/ProgramowanieWspolbiezne/wyklad/Sieci-Petriego15.pdf>

<https://home.agh.edu.pl/~funika/tw/lab-petri/>