



Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра інформатики та програмної інженерії

Комп’ютерний практикум №5

Моделювання систем

Тема: Формалізація дискретно-подійних систем стохастичною мережею Петрі

Виконав

студент групи ІП-11:

Панченко С. В.

Перевірила:

Дифучина О. Ю.

Київ 2024

ЗМІСТ

1 Мета комп'ютерного практикуму.....	6
2 Завдання.....	7
3 Виконання.....	10
3.1 Завдання 1.....	10
3.1.1 Визначення перебування часу деталі в системі.....	11
3.1.2 Навантаження пристроїв.....	12
3.1.3 Кількість зайнятих пристроїв.....	12
3.2 Завдання 2.....	12
3.3 Завдання 3.....	14
3.3.1 Час очікування пасажирів в черзі.....	15
3.3.2 Виручка за день.....	15
3.4 Завдання 4.....	16
3.4.1 Середня кількість холодильників у магазині.....	17
3.4.2 Середній час між продажами, що не здійснилися.....	17
Висновок.....	18

1 МЕТА КОМП'ЮТЕРНОГО ПРАКТИКУМУ

Формалізувати дискретно-подійні системи мережею Петрі.

2 ЗАВДАННЯ

1. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (20 балів):

Конвеєрна система складається з п'ятих пристроїв, що обслуговують, розташованих уздовж стрічки конвеєра. Деталі надходять на опрацювання на перший пристрій із постійною швидкістю, рівної 4 одиниці за 1 хвилину. Тривалість обслуговування на кожному пристрої розподілена за експоненціальним законом з математичним сподіванням 1 хвилина. Вільного місця перед кожним конвеєром немає, тому пристрій може зняти деталь із конвеєра, тільки якщо знаходиться в стані «вільний». Якщо перший пристрій вільний, то деталь обробляється на ньому. По закінченні оброблення деталь залишає систему. Якщо перший пристрій зайнятий у момент надходження деталі, деталь по конвеєру надходить до другого пристрою. Інтервал проходження деталі між пристроями дорівнює 1 хвилина. Якщо при прямуванні деталі по конвеєру всі пристрої були зайняті, вона повертається до першого пристрою з затримкою 5 хвилин. Метою моделювання є визначення статистичних характеристик часу перебування деталі в системі, завантаження пристроїв, що обслуговують, і кількості зайнятих пристроїв.

2. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (25 балів):

Експериментальна роботизована гнучка виробнича система має два верстати із числовим пультом керування, три роботи, пункт прибуття і склад оброблених деталей. Деталі прибувають на пункт прибуття кожні 40 секунд згідно з експоненціальним законом розподілу, захоплюються одним з вільних роботів і переміщуються ним до першого верстата, після чого робот звільняється. Після завершення обробки на першому верстаті деталь захоплюється одним з роботів і переміщується на другий верстат, а після обробки на другому верстаті – одним з роботів переміщується на склад оброблених деталей. Кожний з верстатів може одночасно обробляти до трьох деталей. Час переміщення робота між пунктом

прибуття та першим верстатом, першим і другим верстатом, другим верстатом та пунктом зберігання оброблених деталей складає відповідно 6, 7, і 5 секунд незалежно від того, холостий це хід, чи ні. Роботу потрібний час 8 ± 1 секунд на захоплення або вивільнення деталей. Час обробки на першому верстаті розподілений за нормальним законом із середнім значення 60 секунд і стандартним відхиленням 10 секунд. Середній час обробки на другому верстаті дорівнює 100 секунд і має експоненціальний закон розподілу. Метою моделювання є визначення найкращого (з точки зору підвищення пропускної здатності гнучкої виробничої системи) способу закріплення роботів до операцій.

Можливі варіанти закріплення:

- 1) по одному роботу на кожний з трьох шляхів переміщення деталей (пункт прибуття – перший верстат, перший верстат – другий верстат, другий верстат, склад);
 - 2) кожний робот може використовуватися на кожному шляху переміщення деталей (при цьому повинен займатися найближчий з роботів).
3. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (25 балів):

На маршруті приміського сполучення працюють два мікроавтобуси (А і В), кожний з яких має n місць. Мікроавтобус А користується більшою популярністю, ніж автобус В, оскільки водій мікроавтобуса А їздить акуратніше і швидше. Тому пасажир, який підійшов до зупинки, сідає в мікроавтобус В тільки у випадку, коли автобуса А немає. Мікроавтобус відправляється на маршрут, якщо всі місця в ньому зайняті. Пасажири підходять до зупинки через $0,5 \pm 0,2$ хвилин і, якщо немає мікроавтобусів, утворюють чергу. Якщо черга більша, ніж 30 осіб, то пасажир не стає у чергу і йде до іншого маршруту. Припускається, що всі пасажири їдуть до кінця маршруту. На проходження маршруту мікроавтобус А витрачає 20 ± 5 хвилин, а мікроавтобус В – 30 ± 5 хвилин. Після того, як пасажири звільнили автобус (протягом часу 5 ± 1 хвилин), він їде у зворотному напрямку тим же чином. Плата за проїзд

складає 20 гривень. Авто підприємство стільки ж втрачає (недоотримує), якщо пасажир, прийшовши на зупинку, не стає у чергу і обирає інший маршрут.

Метою моделювання є визначення таких характеристик:

- 1) час очікування пасажирів у черзі;
 - 2) кількість місць n (не більше 25), при якому час очікування в черзі пасажирів буде мінімальним;
 - 3) виручку автопідприємства за день від маршруту, якщо мікроавтобуси працюють 10 годин на добу.
4. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (30 балів):

У супермаркеті планується ввести систему управління запасами холодильників. Час між надходженнями замовлень на холодильники має експоненціальний розподіл з математичним сподіванням 0,2 тижні. Якщо покупцю знадобився холодильник тоді, коли його в запасі немає, він у 80% випадків відправляється в інший найближчий магазин, представляючи тим самим продаж, що не відбувся для даного універмагу. У 20% таких випадків робиться повторне замовлення, і покупці чекають надходження наступної партії вантажу. Магазин використовує періодичну систему перегляду стану запасів, у якому запас проглядається кожні 4 тижні і приймається рішення про необхідність здійснення замовлення. Стратегія прийняття рішення складається в розміщенні замовлення, що доводить запас до контрольного рівня, що складає 72 холодильники. Поточний стан запасу визначається як наявний запас плюс замовлені раніше приймачі і мінус невдоволений попит. Якщо поточний стан запасів менше або дорівнює 18 холодильникам (точка замовлення), здійснюється розміщення замовлення. Час прибуття (час між розміщенням замовлення і його одержання) постійний і складає 3 тижні. Початкові умови: стан запасу — 72 холодильника, невдоволеного попиту немає.

Визначити середню кількість холодильників у запасі, середній час між продажами, що не здійснилися.

3 ВИКОНАННЯ

3.1 Завдання 1

Побудуємо мережу Петрі на рисунку 3.1.

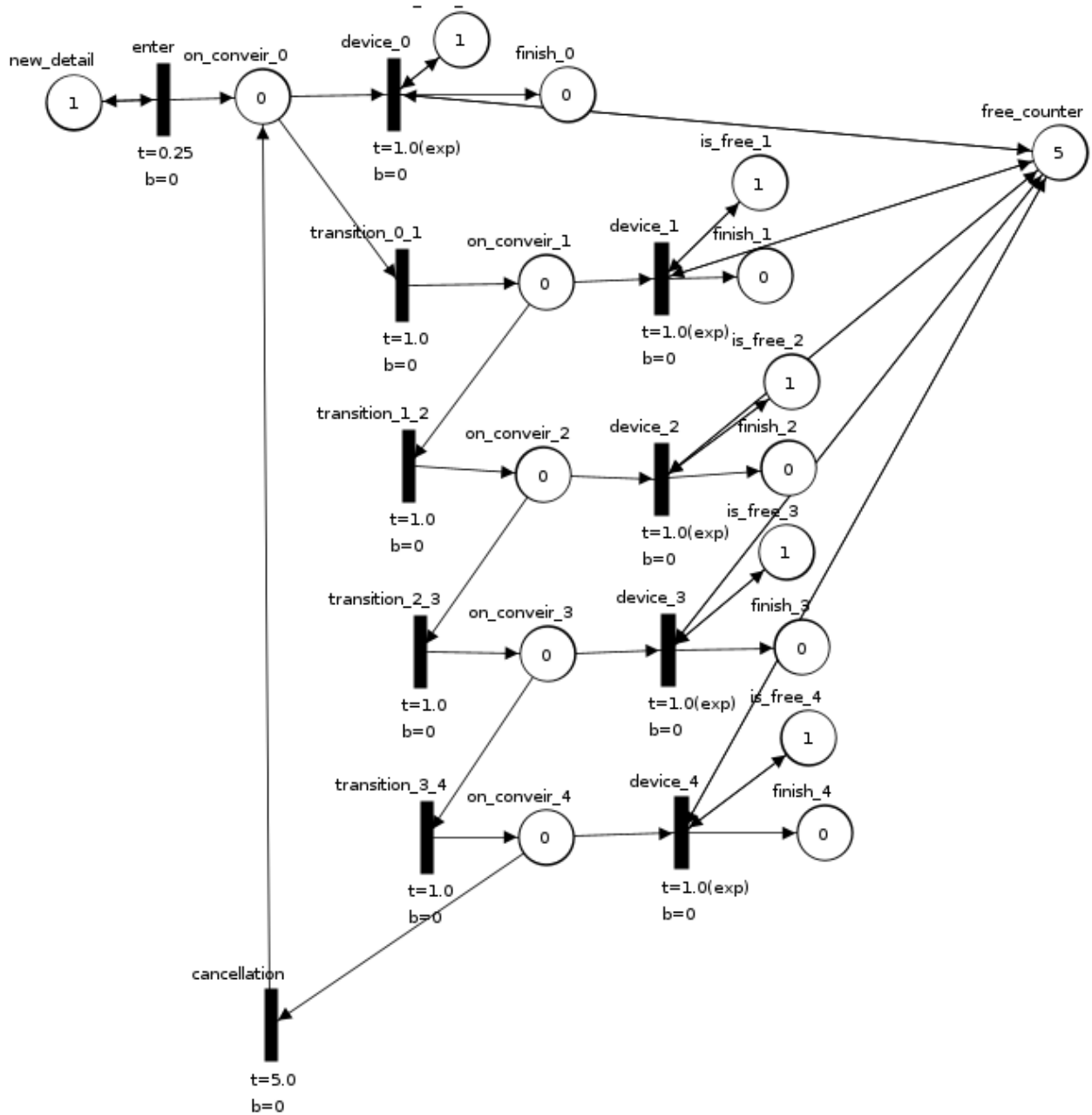


Рисунок 3.1 — Мережа Петрі до завдання 1

Розглянемо стан цієї мережі після 100 одиниць часу на рисунку 3.2.

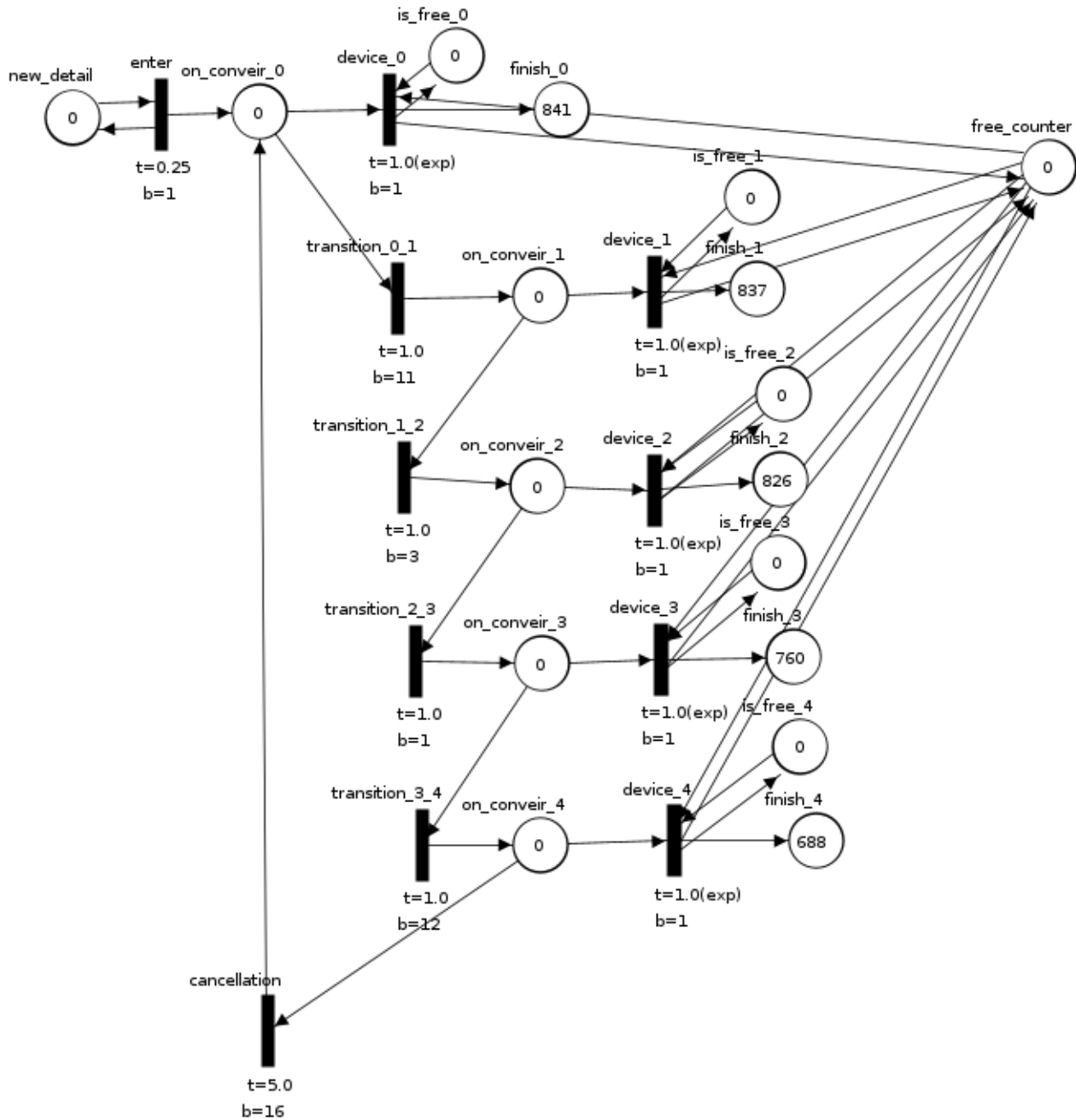


Рисунок 3.2 — Мережа Петрі до завдання 1 після 100 одиниць часу

3.1.1 Визначення перебування часу деталі в системі

Визначимо, скільки одна деталь перебувала в системі: кількість переходів між пристроями плюс кількість відмов(повернень до першого пристрою) плюс час обробки в одному з пристроїв.

$d \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$, індекс пристрою.

$$T_{detail} = \sum_{n=0}^{N_{trans,0}} T_{trans,0,n} + \sum_{n=0}^{N_{trans,1}} T_{trans,1,n} + \sum_{n=0}^{N_{trans,2}} T_{trans,2,n} + \sum_{n=0}^{N_{trans,3}} T_{trans,3,n} + \sum_{n=0}^{N_{cancel}} T_{cancel} + T_{device,d}$$

Тепер визначимо середній час перебування деталі в системі:

$$\begin{aligned} T_{avg_detail} &= \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \left[\sum_{n=0}^{N_{k,trans,0}} T_{k,trans,0,n} + \sum_{n=0}^{N_{k,trans,1}} T_{k,trans,1,n} + \sum_{n=0}^{N_{k,trans,2}} T_{k,trans,2,n} + \sum_{n=0}^{N_{k,trans,3}} T_{k,trans,3,n} + \sum_{n=0}^{N_{k,cancel}} T_{k,cancel} + T_{k,device,d} \right]}{N_{details}} = \\ &= \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \left[\sum_{r=0}^3 \sum_{n=0}^{N_{k,trans,r}} T_{k,trans,r,n} + \sum_{n=0}^{N_{k,cancel}} T_{k,cancel} + T_{k,device,d} \right]}{N_{details}} = \\ &= \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{r=0}^3 \sum_{n=0}^{N_{k,trans,r}} T_{k,trans,r,n} + \sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{n=0}^{N_{k,cancel}} T_{k,cancel} + \sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{d=0}^4 T_{k,device,d}}{N_{details}} = \\ &= \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{r=0}^3 \sum_{n=0}^{N_{k,trans,r}} T_{k,trans,r,n}}{N_{details}} + \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{n=0}^{N_{k,cancel}} T_{k,cancel}}{N_{details}} + \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{d=0}^4 T_{k,device,d}}{N_{details}} = \\ &= \frac{\sum_{r=0}^3 \sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{n=0}^{N_{k,trans,r}} T_{k,trans,r,n}}{N_{details}} + \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{n=0}^{N_{k,cancel}} T_{k,cancel}}{N_{details}} + \frac{\sum_{d=0}^4 \sum_{k=0}^{N_{details}} T_{k,device,d}}{N_{details}} = \\ &= \sum_{r=0}^3 \left[\frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{n=0}^{N_{k,trans,r}} T_{k,trans,r,n}}{N_{details}} \right] + \frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} \sum_{n=0}^{N_{k,cancel}} T_{k,cancel}}{N_{details}} + \sum_{d=0}^4 \left[\frac{\sum_{k=0}^{N_{details}} T_{k,device,d}}{N_{details}} \right] = \\ &= \sum_{r=0}^3 T_{avg,trans,r} + T_{avg,cancel} + \sum_{d=0}^4 T_{avg,device,d} \end{aligned}$$

Отже, $T_{avg} = \sum_{r=0}^3 T_{avg,trans,r} + T_{avg,cancel} + \sum_{d=0}^4 T_{avg,device,d}$

3.1.2 Навантаження пристроїв

$$p = \frac{v_{вхідний}}{v_{вихідний}} = \frac{\frac{\sum_{n=0}^{N_{measurements}} P_{conveir,d}}{N_{measurements} * T}}{\frac{\sum_n T_{device_period,d,n}}{N_{measurements}}}$$

3.1.3 Кількість зайнятих пристроїв

$$T_{avg_non_free} = N_{devices} - T_{avg_free}$$

3.2 Завдання 2

Розглянемо мережу, де кожен з роботів розташований на окремому шляху на рисунку 3.3.

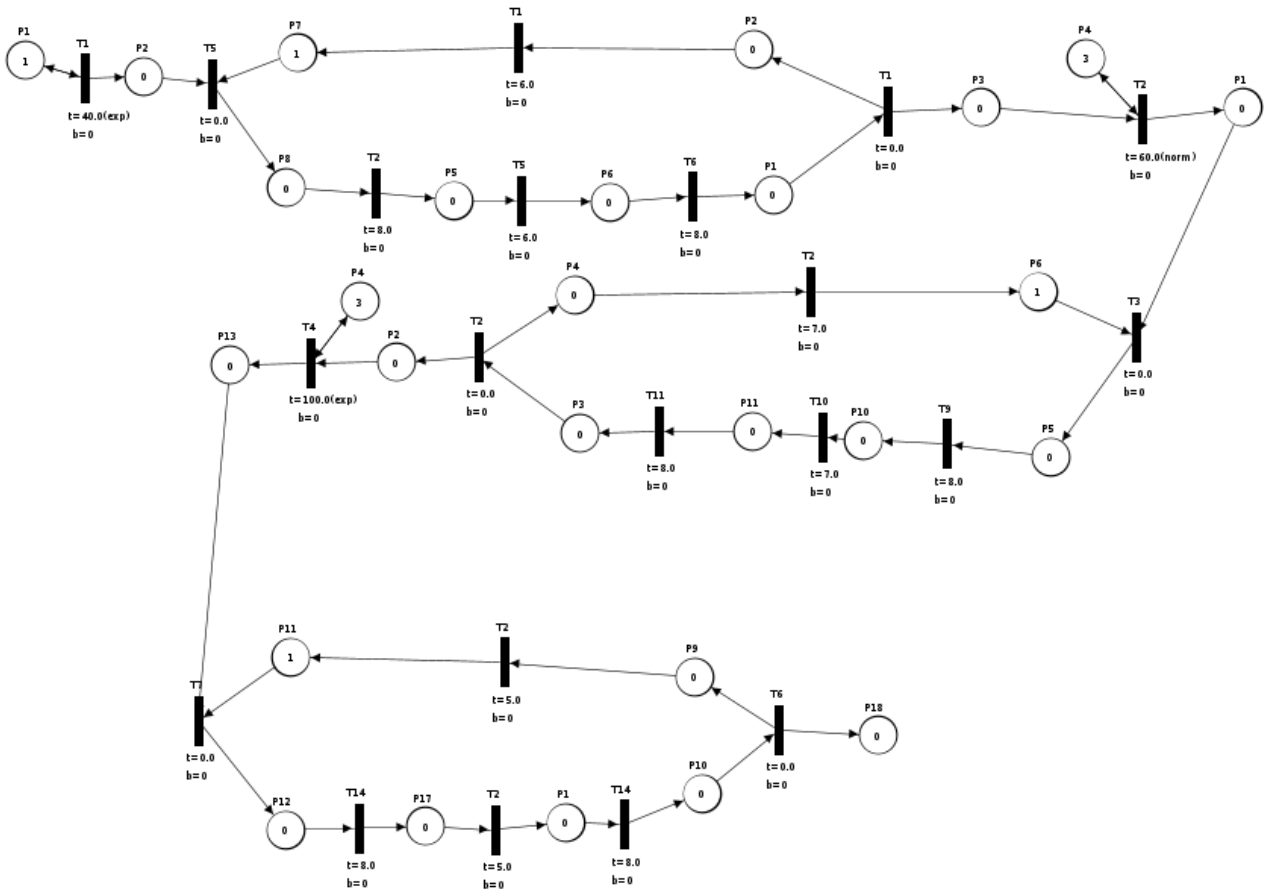


Рисунок 3.3 — Мережа Петрі до першого підзавдання

Тепер розглянемо мережу Петрі, де на шляху обирається найближчий вільний робот на рисунку 3.4.

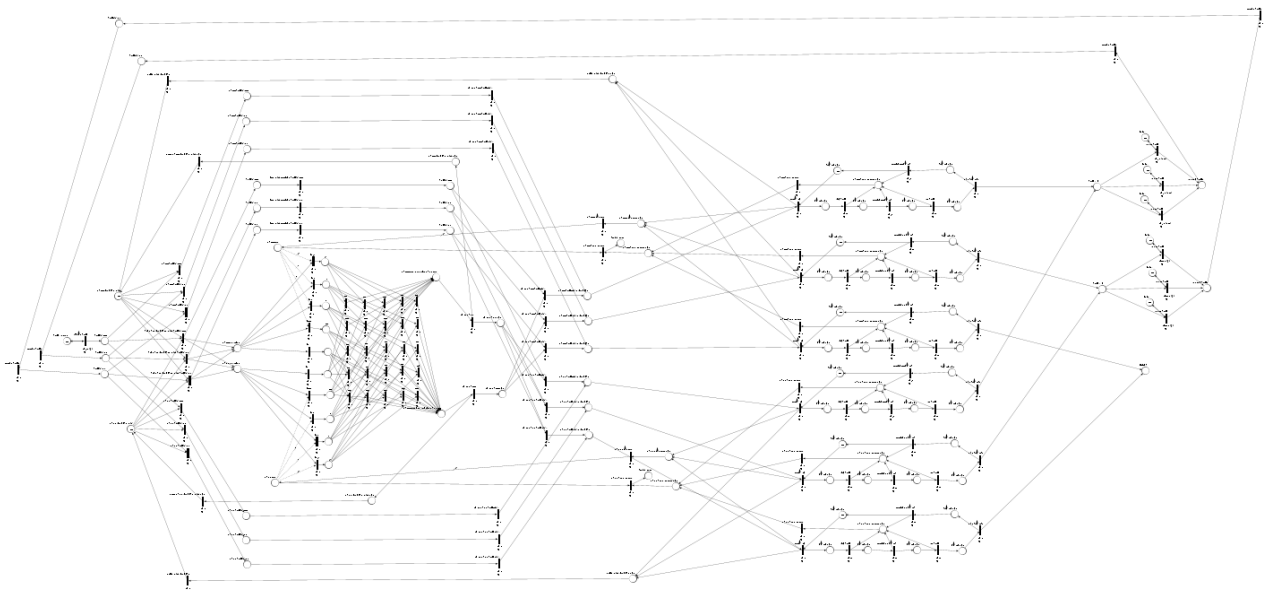


Рисунок 3.3 — Мережа Петрі до другого підзавдання

3.3 Завдання 3

На рисунку 3.5 зображена мережа для вирішення задачі.

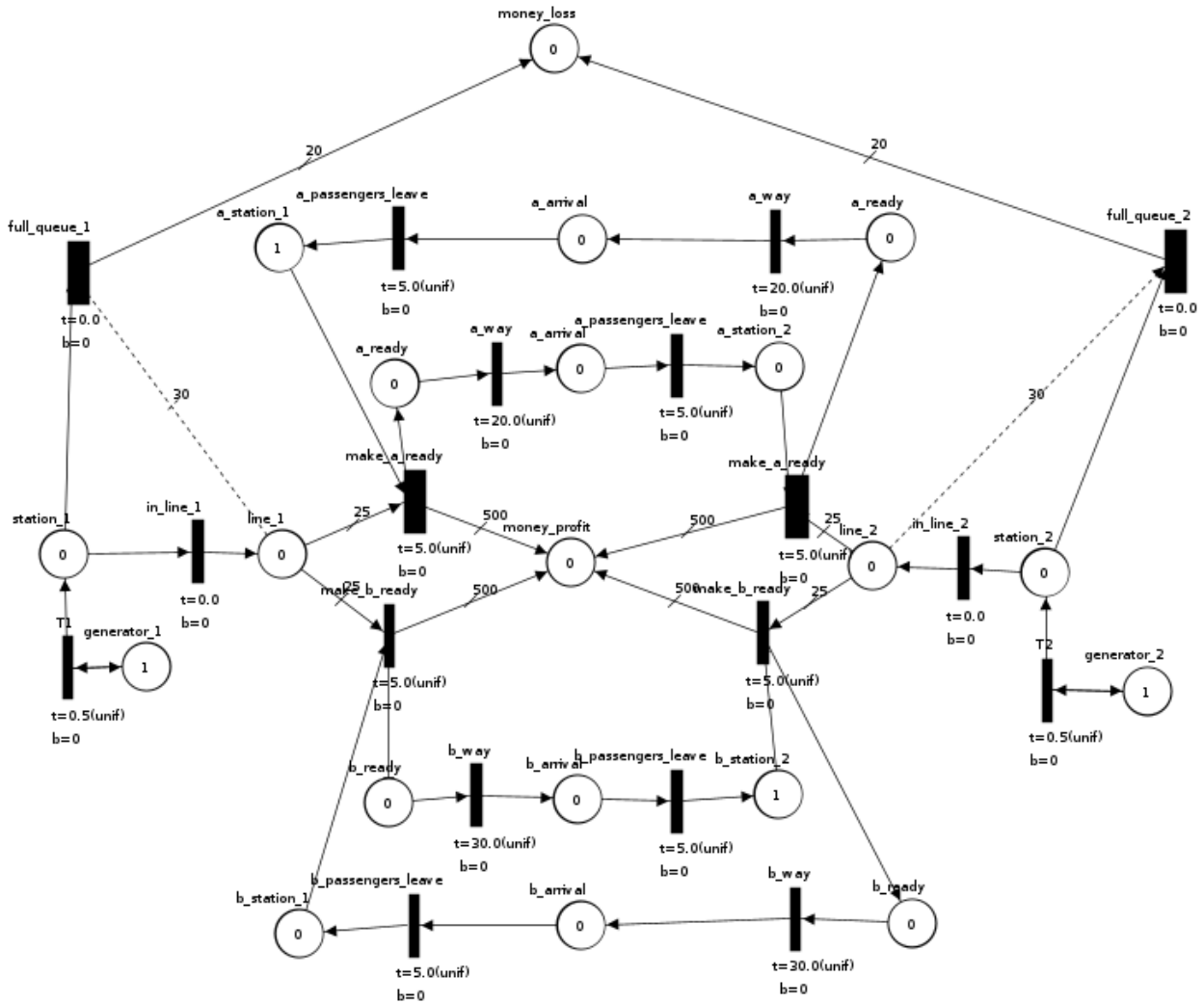


Рисунок 3.5 — Схема для вирішення задачі 3

Зобразимо схему після 10 годин(600 хвилин) моделювання на рисунку 3.6.

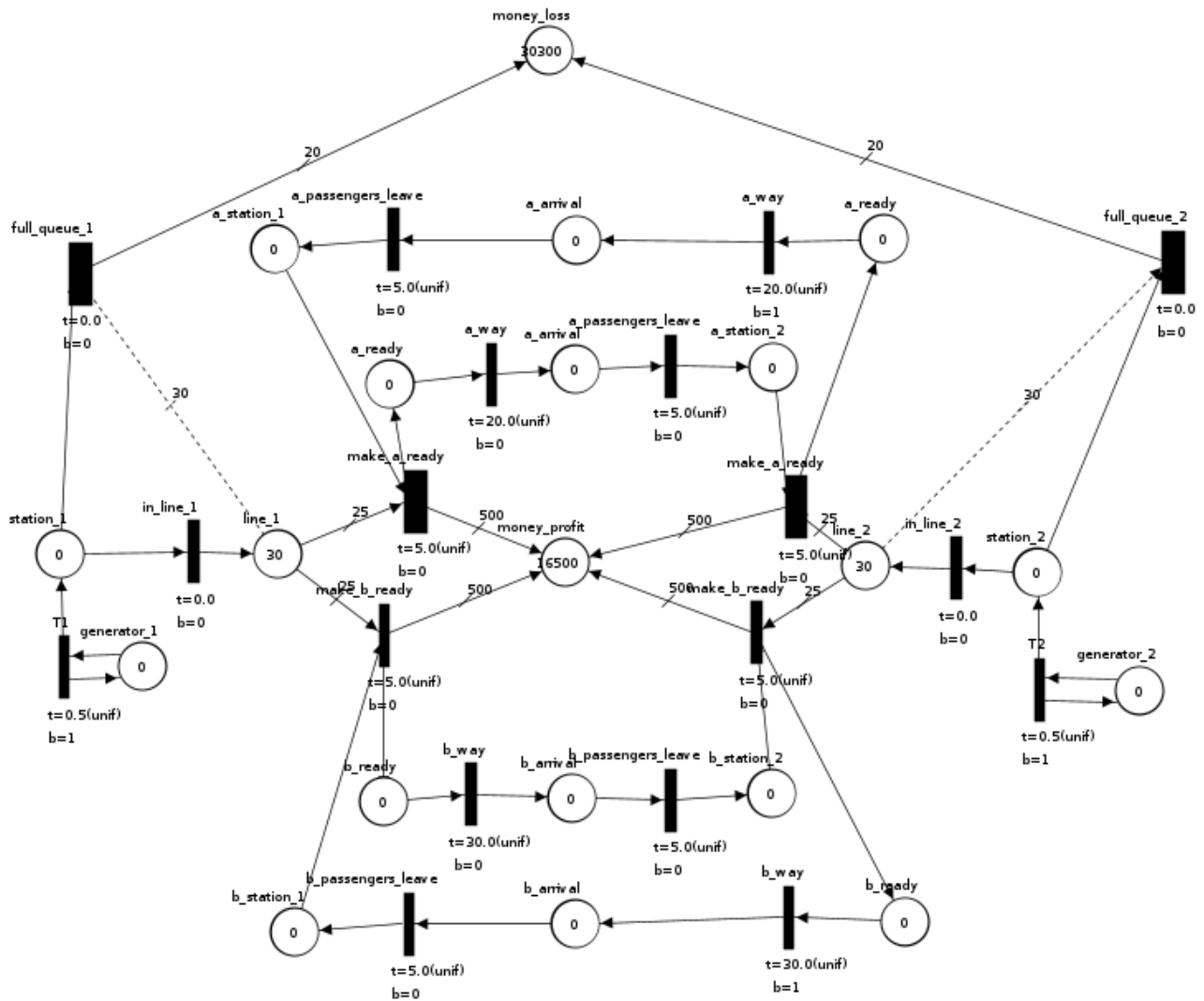


Рисунок 3.6 — Стан мережі після 600 хвилин симуляції

3.3.1 Час очікування пасажира в черзі

Place line_1: mean value = 24.699298787588038

Place line_2: mean value = 25.014575275964916

3.3.2 Виручка за день

16500

3.4 Завдання 4

На рисунку 3.7 розглянемо мережу.

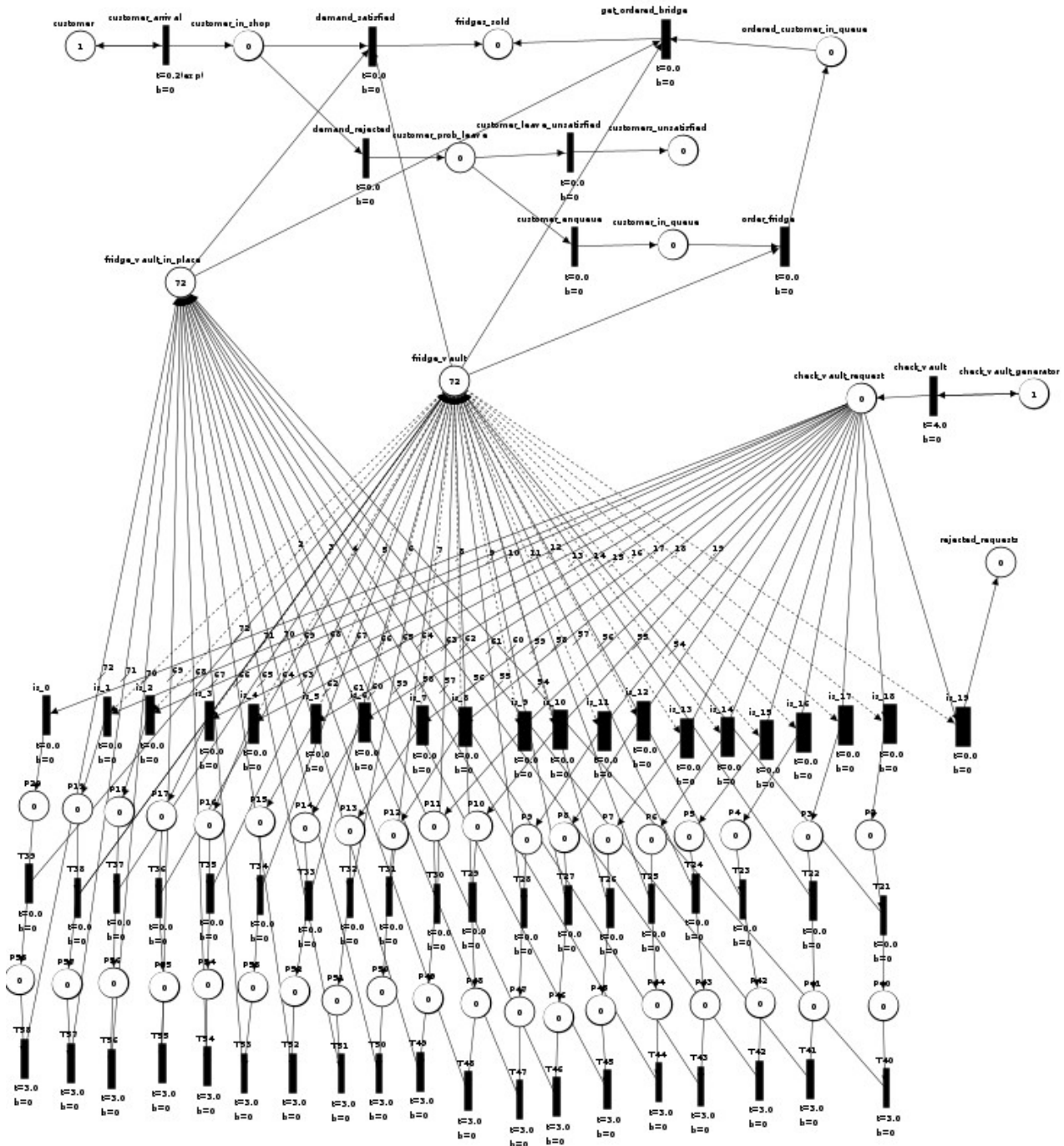


Рисунок 4.7 — мережа Петрі для завдання 4.

`fridge_vault_in_place` — це кількість холодильників, які власне знаходяться у магазині.

`fridge_vault` — це кількість холодильників, що є сумую `fridge_vault_in_place` плюс ті, що наразі доставляються, мінус ті, що замовлені покупцями, які з вірогідністю 0.2 вирішили почекати, а не піти.

3.4.1 Середня кількість холодильників у магазині

Place fridge_vault_in_place: mean value = 39.66578660985974

3.4.2 Середній час між продажами, що не здійснилися

$$T_{cancelled} = \frac{T_{total}}{N_{cancelled}} = \frac{1000}{72} = 13,88$$

ВИСНОВОК

В результаті виконання лабораторної роботи було досліджена розробка схем мереж Петрі на прикладі 4 задач. Також, для кожної з яких, був проведений аналіз статистики.