**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**

**Звіт**

з лабораторної роботи №5 з дисципліни

«Моделювання систем»

**«ФОРМАЛІЗАЦІЯ ДИСКРЕТНО-ПОДІЙНИХ СИСТЕМ СТОХАСТИЧНОЮ МЕРЕЖЕЮ ПЕТРІ»**

**Виконав(ла)**

(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

*ІП-11 Головня Олександр Ростиславович*

**Перевірив**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Київ 2024

**Завдання до комп’ютерного практикуму:**

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

Конвеєрна система складається з п'ятьох обслуговуючих пристроїв, 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 обробляння 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 обслуговуючих пристроїв і кількості зайнятих пристроїв.

1. Середній час перебування деталі в системі (W)

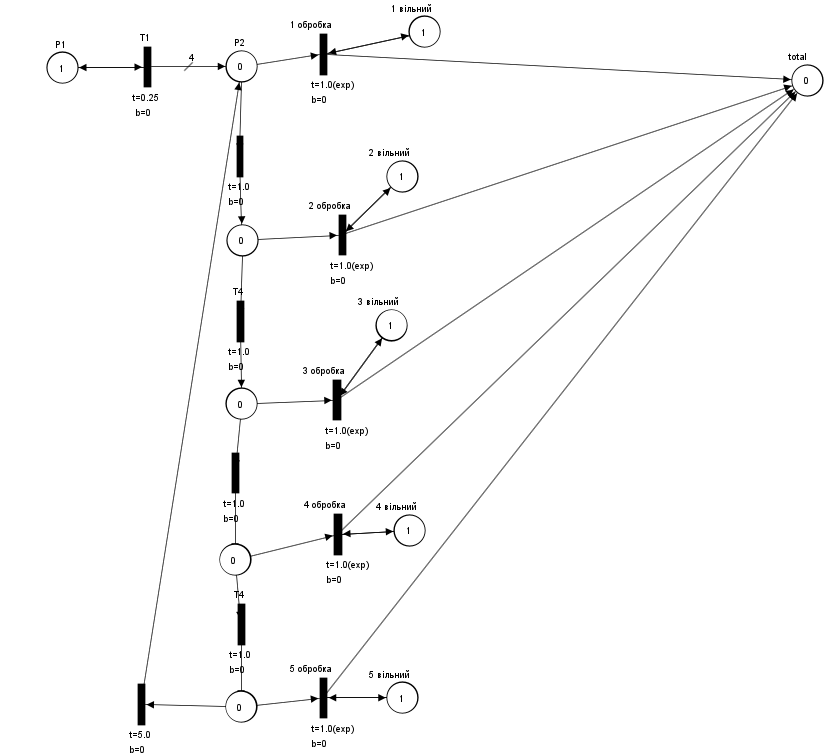
де Ті – час перебування і-тої деталі в системі, N – загальна кількість деталей. Тут ми сумуємо час перебування всіх деталей в системі і ділимо на кількість деталей, щоб отримати середній час.

1. Коефіцієнт завантаження для кожного обслуговуючого пристрою (p\_i)

Коефіцієнт завантаження розраховується як відношення часу, коли пристрій був зайнятий, до загального часу моделювання.

1. Середня кількість зайнятих пристроїв (L)

Ми сумуємо добутки кількості зайнятих пристроїв на відповідні інтервали часу і ділимо на загальний час моделювання. Тобто N\_i це кількість зайнятих пристроїв протягом інтервалу T\_delta.



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

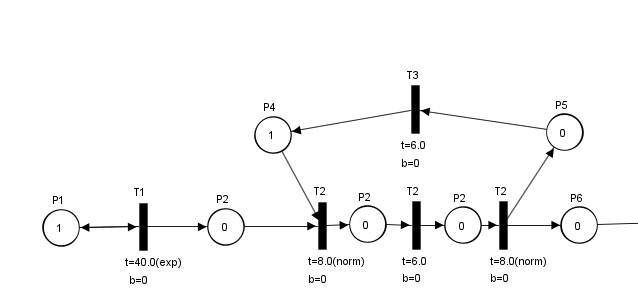
Експериментальна роботизована гнучка виробнича система має два верстати із числовим пультом керування, три роботи, пункт прибуття і склад оброблених деталей. Деталі прибувають на пункт прибуття кожні 40 секунд згідно з експоненціальним законом розподілу, захоплюються одним з вільних роботів і переміщуються 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.

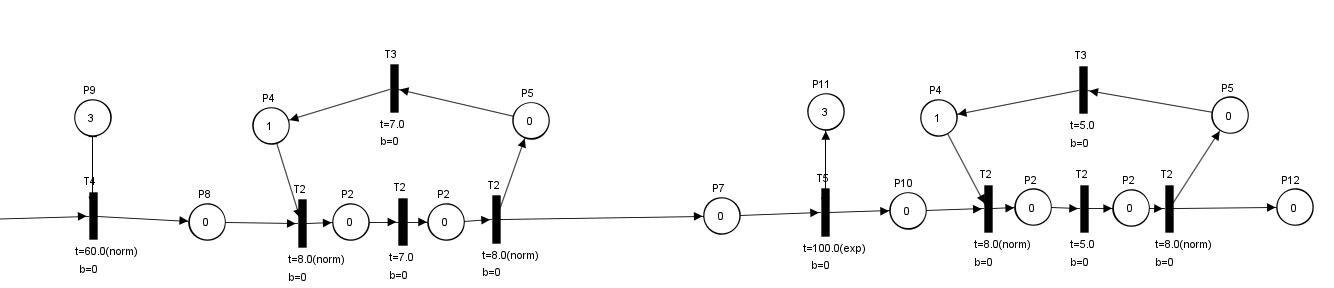
Час переміщення робота між пунктом прибуття та першим верстатом, першим і другим верстатом, другим верстатом та пунктом зберігання оброблених деталей складає відповідно 6, 7, і 5 секунд незалежно від того, холостий це хід, чи ні. Роботу потрібний час 8±1 секунд на захоплення або вивільнення деталей. 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.

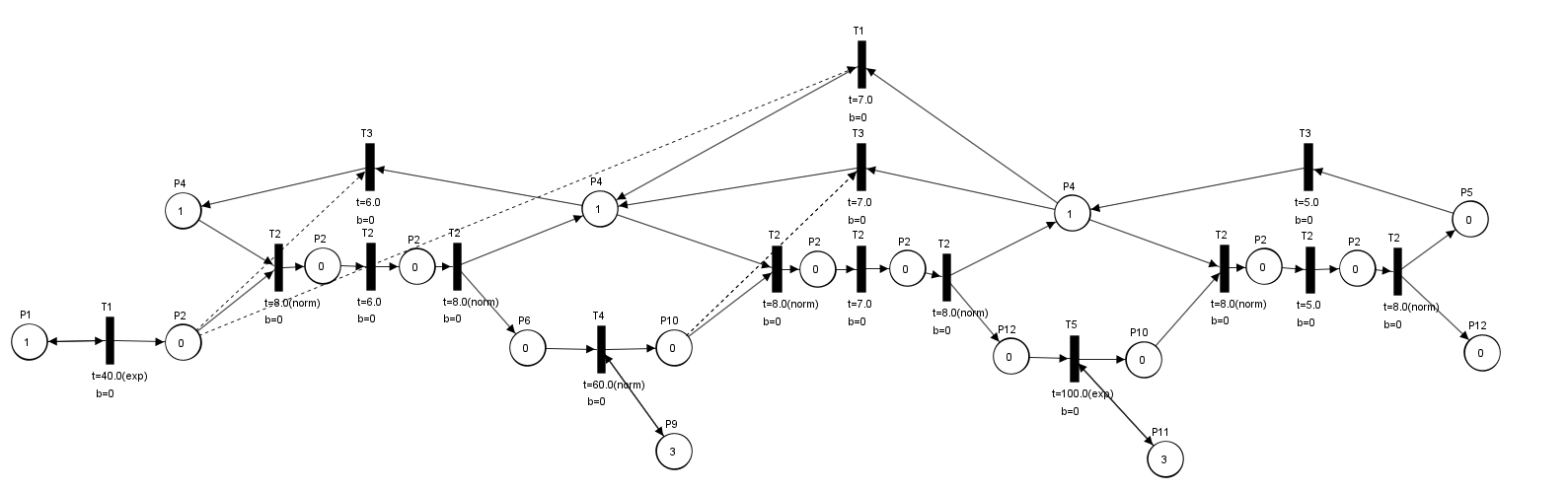
Метою моделювання є визначення найкращого (з точки зору підвищення пропускної здатності гнучкої виробничої системи) способу закріплення роботів до операцій. Можливі варіанти закріплення:

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).







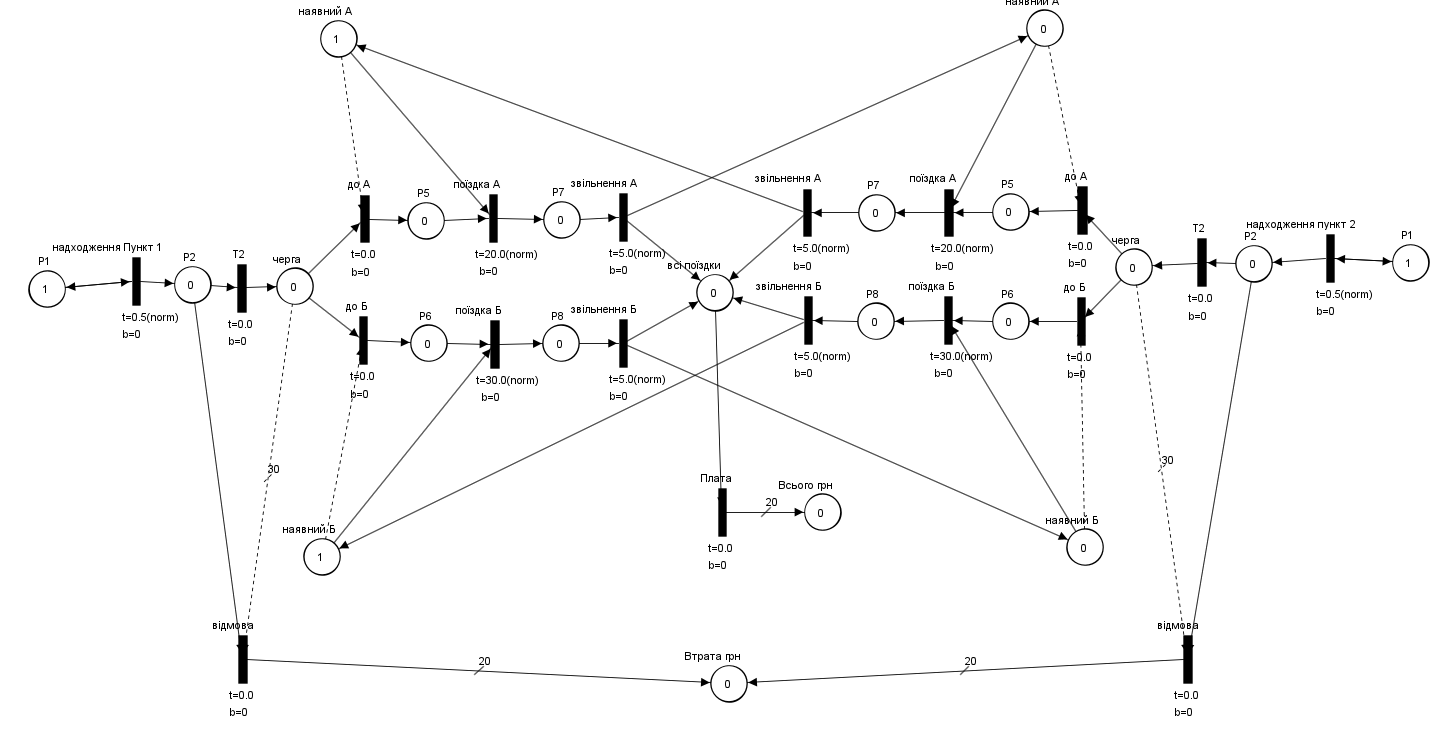
1. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (25 балів):

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±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:

* час очікування пасажира у черзі;
* кількість місць n (не більше 25), при якому час очікування в черзі пасажира буде мінімальним;
* виручку автопідприємства за день від маршруту, якщо мікроавтобуси працюють 10 годин на добу.



**1)Середній час очікування пасажирів в черзі (W)**

Тут середній час це зважена сума кількості пасажирів у чергах поділити на кількість пасажирів, що прибули в місце призначення. Кількість пасажирів, що скористалася маршрутом можна порахувати, як прибуток поділений на ціну поїздки.

2)Знаходження оптимального n

Для цього достатньо провести декілька моделювань з різними параметрами n та обрати оптимальні при яких середній час очікування буде найкращим.

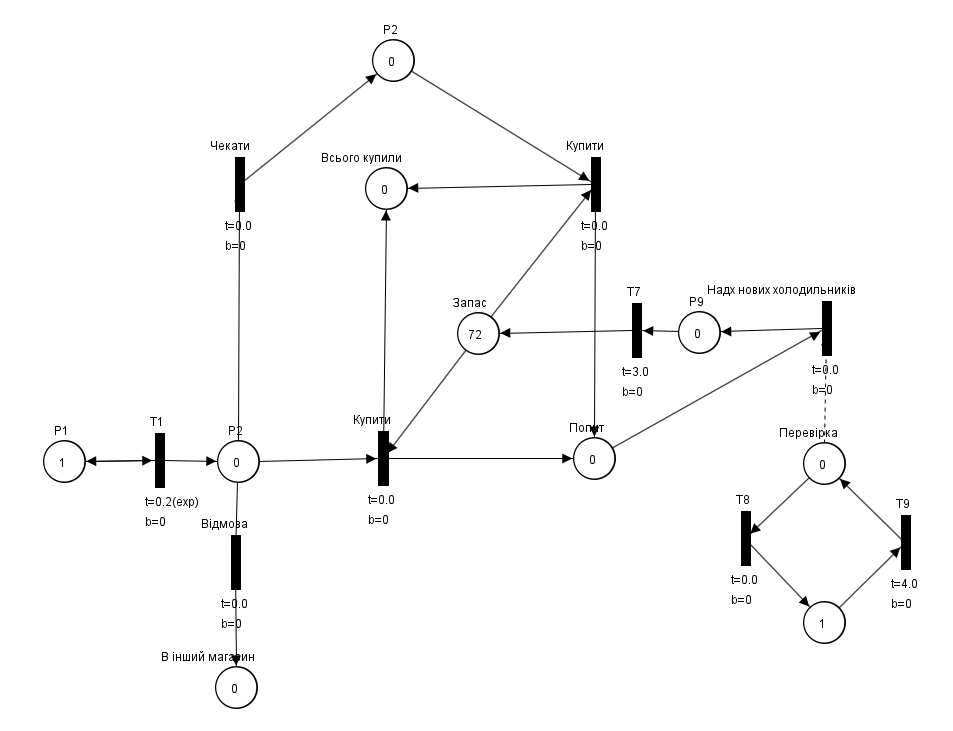
3)Виручка за день роботи

Для цього потрібно провести моделювання протягом умовних 10 годин та подивитися на значення виручки.

1. 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 стана 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 доставки (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.



1. Обрахунок середньої кількості холодильників в запасі

Для цього потрібно обрахувати зважену по часу кількість холодильників та поділити її на час моделювання.

1. Середній час між невдалими продажами

Дану метрику в принципі можна обрахувати, як час моделювання поділений на кількість вдалих продажів.

**Висновок:**

У ході виконання лабораторної було проведено моделювання різних систем мережею Петрі: обслуговування пасажирів, транспортна система, конвеєр, керування запасами в магазині. Застосований підхід дозволив з урахуванням паралельності та конкуренції оцінити ключові метрики та показники системи. Для кожної задачі були виведені емпіричні формули для розрахунку критичних значень характеристики.