

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Класичний фаховий коледж

(повна назва інституту/факультету)

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(бакалавр / магістр)

зі спеціальності 171Електроніка

(код та назва)

освітньо-професійної програми Електронні інформаційні системи

(освітньо-професійної / освітньо-наукової)

(назва програми)

на тему: Система диспетчеризації для автоматизованої виробничої лінії

Здобувача групи ЕІз-91к

(шифр групи)

Савченка Антона Федоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Антон Савченко

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник викладач, к.ф.-м.н., доцент, Іван Бурик

(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант¹⁾

(посада, науковий ступінь, вчене звання ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Обґрунтуванням актуальності теми є необхідність впровадження інтелектуальних систем, які дозволяють автоматизувати процес контролю та управління виробничими лініями.

Мета цієї наукової роботи полягає у вивченні систем диспетчеризації для автоматизованих виробничих ліній.

Відповідно до мети, вирішувалися такі задачі:

- вивчення архітектури та функціональності систем управління виробничими лініями;
- особливості використання сучасних технологій та методів, таких як сенсори, IoT, аналітика даних та алгоритми машинного навчання.

При виконанні роботи використовувалися методи аналізу літературних даних про.

У цій роботі розглядається проблема ефективного управління та координації автоматизованою виробничою лінією. Висвітлюються основні проблеми, пов'язані з недостатньою ефективністю та взаємодією між різними компонентами виробничої лінії. Досліджуються основні компоненти системи, такі як збір та аналіз даних, прийняття рішень та оптимізація виробничих процесів.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є інтелектуальні автоматичні системи управління виробничими лініями.

Предметом дослідження є централізоване керування виробничими процесами, збір та аналіз даних, прийняття рішень та моніторинг результатів.

Робота викладена на 34 сторінках, у тому числі включає 11 рисунків, 1 таблицю, список цитованої літератури із 34 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: інтелектуальна система диспетчеризації, автоматизована виробнича лінія, контроль процесу, комунікаційна інтеграція

ЗМІСТ

	3
	С.
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ПРИНЦИП ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ЛІНІЇ	5
1.1. Автоматизовані виробничі лінії.....	5
1.2. Диспетчеризація виробничих процесів.....	10
1.3. Проблеми управління виробничими лініями	12
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ	14
2.1. Опис виробничої лінії.....	14
2.2. Інтеграція зв'язку в інформаційній мережі	17
РОЗДІЛ 3 АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ	20
3.1. Система збору та аналізу даних.....	20
3.2. Прийняття рішень та оптимізація виробничих процесів.....	23
3.3. Інтелектуальна автоматична система управління виробничою лінією.....	25
ВИСНОВКИ	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	29
ДОДАТОК А. ІЄРАРХІЯ КЛАСІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	33
ДОДАТОК Б. СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ДО РОБОТИ	34

ВСТУП

Сучасні виробничі підприємства все більше прагнуть до автоматизації своїх процесів з метою поліпшення продуктивності, ефективності та якості виробництва. Однак, зростаючий рівень складності виробничих систем вимагає ефективного керування та координації різних процесів для досягнення максимальних результатів.

Управління виробництвом вимагає постійного моніторингу, аналізу та контролю різних параметрів, таких як використання ресурсів, продуктивність, якість продукції та інші. Традиційні методи управління виробництвом часто мають свої обмеження і не забезпечують необхідного рівня ефективності та гнучкості. Однак, розвиток сучасних технологій, таких як сенсори, Інтернет речей (IoT), аналітика даних та штучний інтелект, створює нові можливості для вдосконалення управління виробництвом [1-10]. Один з таких підходів - використання системи диспетчеризації для автоматизованої виробничої лінії. Система диспетчеризації є централізованою системою, яка забезпечує координацію та керування різними виробничими процесами. Вона включає в себе збір та аналіз даних, прийняття рішень та моніторинг результатів. Головна мета системи диспетчеризації полягає в тому, щоб забезпечити оптимальне використання ресурсів, мінімізувати простої та відхилення, забезпечити високу якість продукції та підвищити загальну ефективність виробництва.

Робота буде базуватися на використанні сучасних технологій та методів, таких як сенсори, IoT, аналітика даних та алгоритми машинного навчання, для реалізації ефективного та гнучкого управління виробничими процесами.

РОЗДІЛ 1

ПРИНЦИПИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ЛІНІЇ

1.1. Автоматизовані виробничі лінії

Автоматизовані виробничі лінії є системами, які використовують автоматичне устаткування та комп'ютеризовані системи для виробництва товарів або обробки матеріалів. Вони використовуються в різних галузях промисловості, таких як виробництво автомобілів, електроніки, харчової промисловості, фармацевтики та багатьох інших [1-4].

Автоматизовані виробничі лінії включають в себе комплексну систему обладнання та процесів, які працюють разом для досягнення поставленої мети виробництва. Вони можуть включати роботизовані маніпулятори, конвеєрні лінії, механічні апарати, автоматичні контрольні системи, системи вимірювання та багато іншого спеціалізованого обладнання [5].

Основна мета автоматизованих виробничих ліній – забезпечити високу продуктивність, якість та ефективність процесів виробництва. Вони дозволяють зменшити втрати часу, покращити точність та повторюваність операцій, знизити витрати на працю, забезпечити безпеку працівників та знизити ризик виникнення помилок.

Одним з ключових аспектів автоматизованих виробничих ліній є інтеграція та взаємодія між різними компонентами системи. Це досягається за допомогою системи диспетчеризації, яка керує та координує роботу всіх елементів лінії. Система диспетчеризації відповідає за збір та аналіз даних, прийняття рішень, розподіл завдань та контроль за виконанням процесів.

Автоматизовані виробничі лінії мають численні переваги, такі як підвищена продуктивність, зниження витрат, поліпшення якості продукції, скорочення часу виробництва та збільшення гнучкості. Вони дозволяють

компаніям підтримувати конкурентоспроможність на ринку та пристосовуватися до змінних вимог споживачів.

У зв'язку з швидким розвитком технологій, автоматизовані виробничі лінії стають все більш складними та інтегрованими. Вдосконалення систем диспетчеризації та впровадження нових технологій, таких як штучний інтелект, інтернет речей та аналітика даних, є актуальною задачею для покращення продуктивності та ефективності виробничих процесів.

На рис.1.1 представлено структуру системи керування.

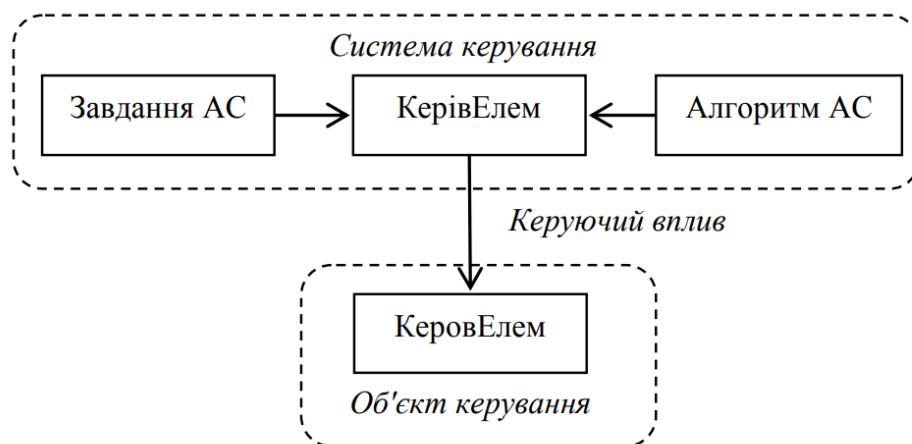


Рис. 1.1. Структура системи керування [2]: КерівЕлем – керівний елемент; КеровЕлем – керований елемент

Через швидкий розвиток сенсорних елементів, інформаційних технологій і бездротових мережевих технологій в останні роки розвиток промислових мережевих додатків прискорився. Серед них слід відмітити наступні [4-9]: розумні транспортні засоби, розумна безпека, розумна логістика, розумна медична система, розумні розваги, розумна енергія та розумні будівлі. Поряд з цим Інтернет речей (IoT) вважається центральною темою наступної хвилі промислової революції та розвитку галузі інформаційних і комунікаційних технологій у майбутньому. Він пропонує величезні можливості для бізнесу та є ключовим полем для конкуренції виробників. Як приклад на рис.1.2

представлено розгорнуту структуру типової автоматизованої системи управління технологічним процесом.

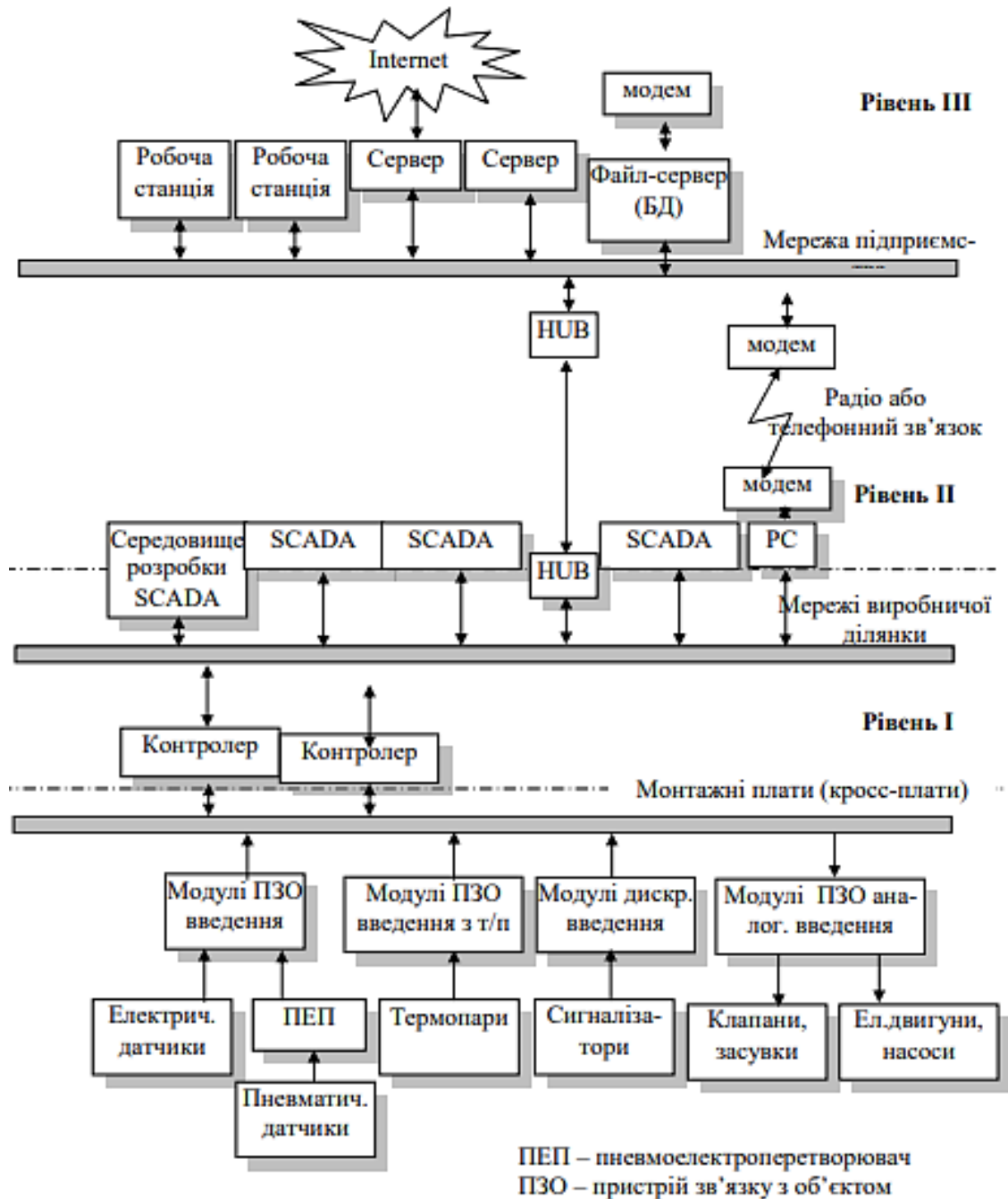


Рис.1.2. Розгорнена структура автоматизованої системи управління технологічним процесом [3]

Перший рівень у системі автоматизації є рівнем сенсорів, виконавчих механізмів і контролерів, які встановлюються безпосередньо на технологічних

об'єктах. Другий рівень – рівень виробничої ділянки (цеху). Третій рівень у системі автоматизації займає управління підприємством.

Останнім часом багато інформаційних технологій (наприклад, IoT, бази даних та хмарні обчислення) були впроваджені в традиційні галузі та зробили значний вплив на промислову революцію 4.0 [10-15]. Поряд з цим кіберфізична система (CPS) [4] — інтегрована система, яка поєднує комп'ютер з датчиками, виконавчими механізмами та обчисленнями, широко застосовується на підприємствах [15-20]. Впровадження пристроїв IoT на заводі дозволяє збирати дані під час виробничого процесу. Щоб повністю зрозуміти майбутні виклики та можливості необхідно мати цілісне уявлення про CPS, яке включає самоадаптацію, автономність, ефективність, функціональність, надійність, безпеку, масштабованість і зручність використання. У розділі адаптивної літератури CPS науковці обговорюють технічні і зручність використання. У розділі адаптивної літератури CPS науковці обговорюють технічні необхідні для побудови загальної архітектури CPS, яка забезпечує ефективні адаптивні функції. В роботах [6,7] розглянуто технології, необхідні для побудови загальної архітектури CPS. Дослідження включають вивчення архітектури системи, реалізації експерименту та аналіз отриманих результатів.

Необхідно розробити ефективні механізми для забезпечення можливості самоконтролю підсистем CPS для запобігання або виправляти ненормальну поведінку під час роботи та адаптуватися, щоб реагувати на виникнення несправностей і помилок. Крім зміни умов середовища або стану внутрішніх CPS, архітектура повинна забезпечувати ефективні адаптивні функції. На додаток до вивчення адаптивності, хмарні обчислення та технології баз даних також з'явилися в науковому співтоваристві в останні роки як ключові технології для задоволення поточних потреб CPS, було розглянуто створення цінності з використанням хмарних CPS у роботизованій мобільній системі виконання [8]. Масштабна платформа моніторингу в реальному часі CPS, заснована на технології баз даних, розроблена для виконання аналізу в реальному часі з метою моніторингу промислових машин у реальному

робочому середовищі. Це було підтверджено реалізацією запропонованого рішення на реальних промислових умовах із залученням кількох промислових пресів [9].

Реальні фізичні явища перетворюються на цифрові значення, щоб віртуальна цифрова система могла спілкуватися з фізичним світом. Наприклад, на інтелектуальній фабриці Siemens в німецькому місті Амберг. 75% робочого навантаження може бути замінено машинами, при цьому фабрика буде мати вихід майже 100% [10,11]. Дослідження та застосування розподілу завдань у мультироботній системі [13], яка є інтелектуальною фабрикою, розроблялися протягом багатьох років, але поточний механізм призначення завдань мультироботам нелегко реалізувати безпосередньо в реальних роботах. Це дослідження пояснює проблему гетерогенного багатороботного кооперативного призначення завдань.

Відповідно між роботом і завданням була створена модель задачі-призначення для вирішення неоднорідної багатозадачної проблеми, зокрема система розподілу завдань для роботи. Результати моделювання показують, що модель правильна, а алгоритм ефективний. Поточне дослідження надає план від існуючих виробничих систем до розумної фабрики. Емпіричне дослідження було проведено провідною компанією з рідкокристалічних дисплеїв на тонкоплівкових транзисторах (TFT-LCD) [13], яка запропонувала засновану на моделюванні модель динамічного планування та диспетчеризації для виробництва матриці TFT-LCD. Результати показали, що втрата потужності робочої станції з вузьким місцем і затримка доставки можуть бути значно покращені за допомогою запропонованого гібридного генетичного алгоритму. Цей внесок дав уявлення про те, як можна досягти цієї мети, використовуючи програмно визначену мережу для конкретного використання Інтернету розумної фабрики [14]. Щоб задовольнити неоднорідні та мінливі вимоги користувачів, фабрика зробила гнучкими не лише свої виробничі активи, але й свою мережу з точки зору управління та конфігурації. Після глибокого контролю якості на

основі навчання задовільні продукти направляються на етапи виробництва, а незадовільні видаляються [15,16].

1.2. Диспетчеризація виробничих процесів

Диспетчеризація виробничих процесів є важливою складовою управління виробничими лініями і має на меті оптимізацію використання ресурсів, покращення продуктивності та ефективності виробництва. Основна мета диспетчеризації полягає в розподілі завдань, контролі та координації виробничих процесів з метою досягнення максимальних результатів. Як приклад на рис.1.3. приведено інтерфейс віддаленого моніторингу виробничої лінії [4].



Рис.1.3.Інтерфейс віддаленого моніторингу виробничої лінії

Процес диспетчеризації виробничих процесів включає наступні етапи [1]:
- планування визначаються завдання, терміни їх виконання, послідовність операцій та ресурси, необхідні для виконання завдань; планування враховує наявні ресурси, обмеження та пріоритети виробничих процесів.

- на етапі призначення ресурсів вирішується, які ресурси будуть використовуватись для виконання завдань; це можуть бути люди, обладнання, машини або інші ресурси; призначення ресурсів залежить від їх доступності, кваліфікації, наявності та інших факторів;
- на етапі контролю та моніторингу здійснюється постійний контроль за виконанням завдань та моніторинг виробничих процесів; відбувається збір даних про продуктивність, якість, прогрес виконання завдань та інші важливі показники; це дозволяє виявляти відхилення від плану та приймати необхідні корективи;
- на етапі прийняття рішень на основі зібраних даних та аналізу результатів виробничих процесів приймаються рішення щодо оптимізації використання ресурсів, зміни пріоритетів, перерозподілу завдань або внесення змін у план виробництва; рішення повинні бути обґрунтованими та спрямованими на досягнення максимальної продуктивності та якості виробництва;
- ефективна комунікація є ключовим аспектом диспетчеризації виробничих процесів. Диспетчер повинен підтримувати зв'язок з операторами, технічним персоналом, менеджерами та іншими зацікавленими сторонами; це забезпечує обмін необхідною інформацією, вирішення питань та уникнення непорозумінь;
- диспетчеризація виробничих процесів потребує постійного вдосконалення; аналізуючи результати та дані про продуктивність, якість та ефективність виробництва, можна виявляти слабкі місця та вдосконалювати планування та керування виробничими процесами.

На базі OLE (Object Linking and Embedding – включення і вбудовування об'єктів) з'явився новий стандарт OPC (OLE for Process Control), який був орієнтований на промислову автоматизацію. Він дозволяє об'єднувати на рівні об'єктів різні системи управління і контролю та усуває необхідність використання різного нестандартного устаткування і відповідних комунікаційних програмних драйверів [2-6]. Варіанти обміну SCADA-систем з додатками й фізичними пристроями через OPC приведені на рис.1.4.

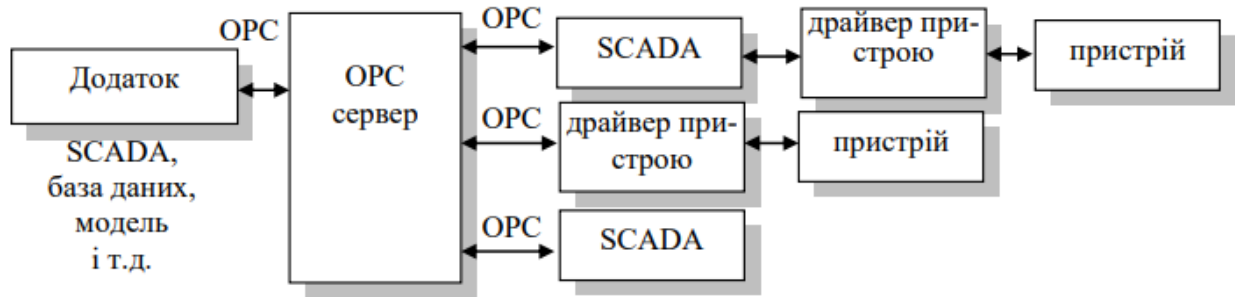


Рис. 1.4. Варіанти обміну SCADA-систем [3]

Реалізація диспетчеризації виробничих процесів може включати використання автоматизованих систем, програмного забезпечення для планування та контролю, розробку алгоритмів та інтерфейсів користувача. Вона сприяє підвищенню продуктивності, зменшенню часу простою та покращенню якості виробництва на виробничих лініях.

1.3. Проблеми управління виробничими лініями

У правління виробничими лініями може стикатися з рядом проблем, які впливають на ефективність та продуктивність виробничих процесів. Деякі з найпоширеніших проблем управління виробничими лініями включають [1-4]:

- недостатнє управління ланцюгом постачання може призводити до затримок поставок сировини або комплектуючих деталей, що порушує графік виробництва та призводить до перебоїв у роботі виробничої лінії.
- коли різні елементи виробничої лінії працюють незалежно один від одного без належної координації, можуть виникати проблеми, такі як надмірний час очікування між операціями, перевантаження або недостатнє використання обладнання.
- брак системи збору та аналізу даних про виробничі процеси може ускладнювати виявлення проблем та прийняття обґрунтованих рішень; відсутність ретельного моніторингу ефективності може призводити до втрати продуктивності та якості продукції;

- змінні вимоги ринку та швидкі технологічні зміни можуть створювати труднощі для управління виробничими лініями; нездатність швидко переключатися на нові продукти або виробничі процеси може призводити до втрати конкурентоспроможності;
- неправильне планування та розподіл завдань може призводити до нерівномірного використання обладнання; це може призвести до перевантаження окремих елементів виробничої лінії, тим самим створюючи затримки та погіршення продуктивності;
- управління виробничими лініями повинне бути гнучким та адаптивним до змінних умов та вимог; відсутність механізмів для швидкого впровадження змін або вирішення проблем може утруднити ефективне функціонування лінії;

Вирішення цих проблем вимагає впровадження ефективної системи диспетчеризації та управління, яка забезпечуватиме координацію, моніторинг, аналітику та адаптивність виробничих процесів. Така система дозволить знизити ризики та забезпечити оптимальну продуктивність виробничої лінії.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

2.1. Опис виробничої лінії

У даній роботі розглядається система автоматизації візуального контролю якості за допомогою камери, встановленої над конвеєром у моделі розумної фабрики [4]. Було використали технології «хмарного сполучення» та «підключи та працюй», щоб створити нову фабрику або модернізувати існуючу. Розглянута система дозволяє ефективно контролювати та керувати виробничими процесами, забезпечуючи покращення продуктивності та ефективності.

Мережеву архітектуру хмарних обчислень можна ефективно використовувати для зберігання, аналізу та використання накопичених даних на розумних фабриках [17].

У роботі [4] створено та оцінено модель системи та розроблено тестовий стенд на основі запропонованої архітектури. У результаті хмара, розроблена у відкритому стеку, може використовуватися для операцій розумної фабрики, аналізу різних типів даних і перевірки стану обробки в режимі реального часу через інформаційну панель. Ці процеси створюють найбільш підходящу структуру для середовища розумної фабрики, яка потребує продуктивності в реальному часі. Обговорюються деякі проблеми, з якими промислові системи великих даних стикаються на розумній фабриці [18]. Проблеми проектування промислової системи на основі великих даних абстрагуються від точки зору життєвого циклу продукту. Дизайн стосується фокусування на вимоги споживачів, розробників систем та інших зацікавлених сторін розумної фабрики.

Концептуальна схема інтелектуальної автоматизованої системи керування виробничою лінією (IAPLCS - intelligent automated production-line control system), приведена на рис. 2.1 [4]. Вона автоматично обробляє, аналізує, передає та передає конструктивну інформацію в режимі реального часу до інтерфейсу користувача, коли вбудовані датчики надсилають повідомлення на сервер даних

через мережу. Ця система являє собою інтеграцію структур «машина-машина» та «машина-система», і вона ефективно керує зв'язками обладнання для автоматизації. У цій системі виробничі процеси можна вибирати за допомогою мобільних телефонів або комп'ютерів. Крім того, поточний стан виробничої лінії відображається в інтерфейсі користувача цієї системи. Коли виникає несправність або подія, спрацьовує сигнал тривоги, а потім електронною поштою або SMS-повідомленням надсилається відповідний персонал.

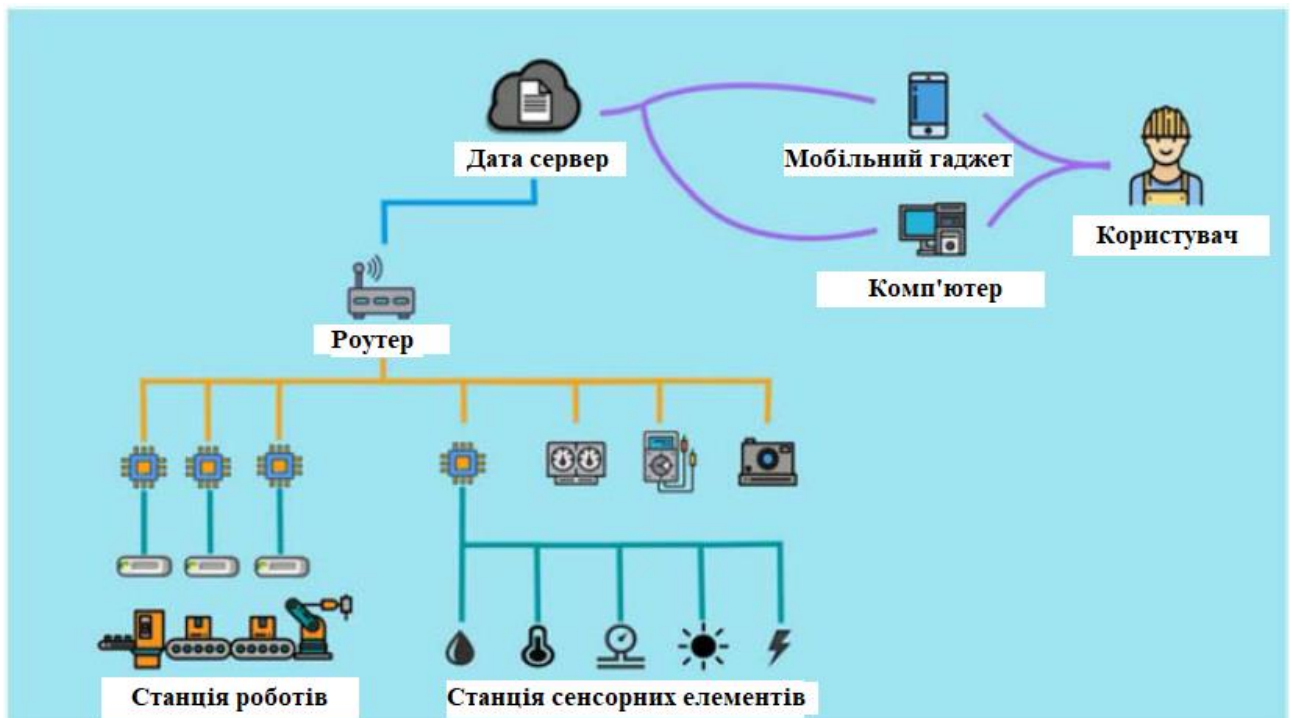


Рис. 2.1. Концептуальна діаграма розумної виробничої лінії

Завдяки розвитку інтелектуальних технологій режим виробництва перейшов від масового виробництва до індивідуального попиту, і виробничі лінії повинні бути добре адаптовані до індивідуального попиту. Багато різних проектів інноваційної архітектури для Індустрії 4.0 продовжують пропонуватися [18-20]. Крім того, існує ширша потреба в модернізації та підвищенні рівня автоматизації існуючих виробництв. Загалом дрібні виробники часто не можуть інвестувати достатньо капіталу для створення

розвиненого інтелектуального виробництва, такого як фабрики з виробництва напівпровідників і суміжні галузі. Часто вони можуть лише поступово модернізувати наявне обладнання. В останні роки виробничі лінії все більше покладаються на гнучкі або інтелектуальні робочі клітини, особливо в контексті Індустрії 4.0. Хоча багато людей хочуть побудувати розумну фабрику, підвищення рівня автоматизації існуючих фабрик є більш важливою вимогою. Тому технології «машина-машина» (M2M) та Інтернет речей (IoT) постійно впроваджуються в галузь для аналізу виробництва та діагностики проблем з метою покращення автоматизації виробництва.

Зараз вчені обговорюють програмне забезпечення Orchestrator [21], яке може автоматично отримувати інструкції з заданих вхідних даних, відповідно налаштовувати фабричні процеси та здійснювати виробництво незалежно, реалізуючи динамічну організацію ресурсів. Автоматизація систем керування роботами на основі автоматизованого середовища програмування мінімізує час обробки та аналізу користувача, коли це часто вимагається самоспостереженням робота, незалежним перепрограмуванням або – через інтегроване середовище M&S – перепризначенням завдань робота Підтримка та полегшення повторного використання моделі [22,23] , також забезпечують автоматичне створення моделі для оптимальних рішень. Зараз навіть у внутрішньому навчанні персоналу підприємства запроваджено навчання інтелекту [24]. Нейронна мережа CNN з класифікатором SVM може здобувати та ділитися експертними знаннями з даного матеріалу, ефективно покращуючи процес навчання співробітників виробничих компаній і скорочувати часові витрати на навчання персоналу. У роботі [4] IAPLCS було успішно розроблено та застосовано до реального автоматичного виробництва. Редагувати та контролювати процес контролю за допомогою ГКС стане зручніше. Користувачі також можуть отримати інформацію про обладнання, дані інтелектуальних датчиків, моніторинг виробничої лінії в реальному часі тощо.

Як приклад розглянемо інтелектуальну виробничу лінію, яка була розроблена в роботі [4] для реалізації комунікаційної інтеграції, збору даних і

візуалізації. Остання складається з п'яти робочих станцій [4]: станції подачі, станції лазерного гравірування, станції автоматичного оптичного контролю, станції склеювання та станції складання (рис. 2.2). Люксометр був використаний як датчик IoT у червоному полі на рис.2.2 [4], щоб переконатися, що візуальний огляд був правильним. Якщо потрібні інші дані з датчиків, такі як освітленість, температура, колір, тиск, швидкість тощо, вони будуть зібрані та відображені в IAPLCS.



Рис. 2.2. Виробнича лінія з окремими станціями

Таким чином розглянемо принцип керування автоматизованим обладнанням з інтеграцією зв'язку та графічним інтерфейсом керування, який може адаптуватися до процесу виробничої лінії для виконання різних виробничих вимог.

2.2. Інтеграція зв'язку в інформаційній мережі

«Зв'язок» означає, що комп'ютер або контролер надсилає різні дані від передаючого терміналу до одержувача через пристрій зв'язку. Різні типи машин

можуть спілкуватися один з одним для досягнення координації або передачі повідомлень. Таким чином, розуміння принципів комунікаційних технологій є необхідним, щоб технологію можна було гнучко застосовувати.

Для організації ефективного управління виробничим процесом всі його етапи повинні бути зв'язані інформаційними мережами. Мережі, що забезпечують інформаційні потоки між датчиками, контролерами і різноманітними виконавчими механізмами, об'єднуються загальною назвою «Промислові мережі» (FieldBus, польова шина). Fieldbus – це фізичний спосіб об'єднання пристроїв (наприклад, RS485) і, по-друге, програмно-логічний протокол їх взаємодії.

Таблиця 2.1

Характеристики стандартних фізичних інтерфейсів [3]

Характеристика	RS-232C	ИРПС	RS-422	RS-485
Вид передачі	синхр./асинхр.	асинхр.	синхр./асинхр.	синхр./асинхр.
Середовище передачі	вита пара	чотири провідний зв'язок	2 інф. лінії, 1 лінія заземл.	вита пара/дві виті пари
Завадочутливість	властива двохпровідній передачі		рівень синфазних завад в каналі до 3 В	
Спосіб кодування	12 В	40 мА і 20 мА	12В	
Макс. число приймачів / передавачів на лінії	1/1		1/10	32/32
Макс. довжина лінії (без повторювачів), м	15	500	1300	
Макс. швидкість передачі, Кбод	38,4	6,6	90	90...500

«Протокол зв'язку» означає, що комп'ютери спілкуються між собою однаково. Вони всі повинні дотримуватися певних вказівок і норм, щоб вони могли зрозуміти значення один одного, щоб співпрацювати один з одним для досягнення спільного завдання. В даний час одним із найбільш часто використовуваних автоматичних контролерів на заводах є програмований логічний контролер (PLC). Таким чином протокол зв'язку – «Modbus». Відповідно до методу кодування в Uart цей протокол можна розділити на «Modbus ASCII» і «Modbus RTU». Однак Modbus також можна надсилати через

Ethernet, і можна отримати інший формат передачі, наприклад, “Modbus TCP”. Незважаючи на те, що Modbus поділяється на ASCII, RTU та TCP, формати подібні, кожен з яких складається з Start, Address, Function, Data, LRC, END [4].

Частини зв'язку та транскодування перевіряються в окремих програмах як класи, а їхні зв'язки один з одним встановлюються відповідно до плану. Під час виконання програми створюється необхідний об'єкт відповідно до обраного користувачем способу зв'язку та обладнання. Завдяки співпраці між об'єктами можна досягти комунікаційної інтеграції.

В даній роботі розглядаються можливості застосування системи диспетчеризації для автоматизованої виробничої лінії. Вона має практичне значення для компаній, що застосовують автоматизовані виробничі лінії, оскільки може сприяти поліпшенню їхньої продуктивності та ефективності.

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Система збору та аналізу даних

Система збору та аналізу даних є важливою складовою диспетчеризації виробничих процесів. Її метою є збір, зберігання, обробка та аналіз даних, які стосуються виробничих процесів з метою прийняття обґрунтованих рішень та оптимізації виробництва. Основні кроки реалізації такої системи включають наступні етапи [25,26]:

- визначення типу даних, які потрібні для ефективної диспетчеризації виробничих процесів; це можуть бути дані про продуктивність, якість, стан обладнання, витрати ресурсів тощо; важливо визначити, які параметри впливають на ефективність та які дані необхідні для аналізу та контролю процесів;
- вибір системи збору даних, яка задовольняє потреби вашої виробничої лінії; це можуть бути автоматизовані системи збору даних, сенсори, IoT-рішення або інші технології; важливо враховувати сумісність з існуючими системами та можливість отримання реального часу даних;
- реалізація процесу збору даних з різних джерел, таких як сенсори, обладнання, бази даних тощо; забезпечення їх зберігання в безпечному та доступному форматі, наприклад, у базі даних або хмарних системах зберігання;
- використання методів обробки даних, такі як фільтрація, агрегація, валідація, для очищення та підготовки даних для аналізу; застосовуйте методи аналітики даних, статистичні моделі та алгоритми машинного навчання для отримання цінної інформації та патернів у даних; це може допомогти виявити аномалії, прогнозувати виробничі результати, визначати оптимальні параметри та приймати рішення;
- представлення зібраних та проаналізованих даних у зручному вигляді, наприклад, у вигляді графіків, діаграм, таблиць або інтерактивних інтерфейсів;

це дозволить операторам та менеджерам легко сприймати інформацію та здійснювати швидкий аналіз стану виробництва;

- на основі аналізу даних та інформації, отриманої з системи, здійснення прийняття рішень та реакції на виявлені аномалії або відхилення від плану; це може включати зміни в плануванні, перерозподіл ресурсів або управління технічним обладнанням;

- вдосконалення системи збору та аналізу даних повинна бути постійно; вивчення результатів, постійний моніторинг та аналіз даних, виявлення нових можливостей для оптимізації виробничих процесів.

Реалізація системи збору та аналізу даних вимагає інтеграції різних технологій, таких як сенсори, IoT, бази даних та аналітичні інструменти. Така система допомагає забезпечити збір, обробку та аналіз даних для ефективного управління виробничими процесами та прийняття обґрунтованих рішень.

Під час процесів комунікаційної інтеграції ми повинні дозволити створити попередній проект структури комунікаційного класу. Однак функція перекодування недоступна для зв'язку в цій структурі. Тому ідея вирішення цієї проблеми полягає в тому, щоб додати три різні класи, такі як *AbsModbus*, *Delta* та *Mitsubishi* [4], як показано на рис. 3.1.

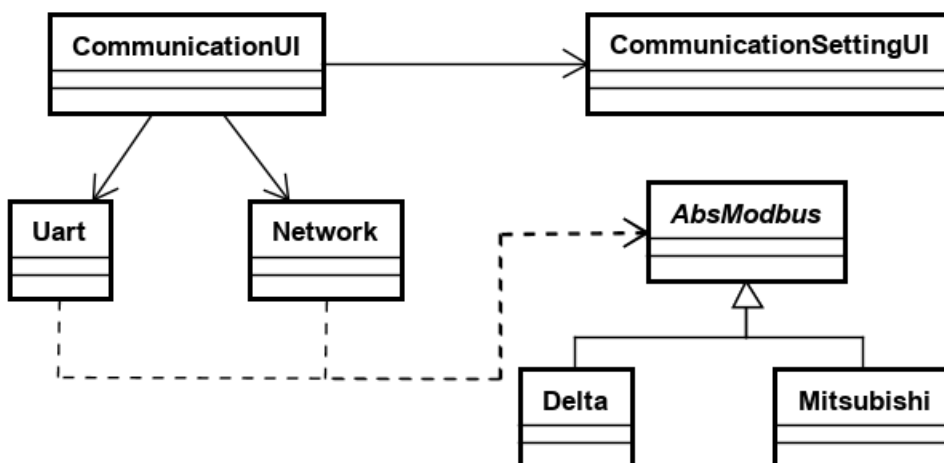


Рис. 3.1. Архітектура комунікаційної системи

Спочатку користувач викликає форму `CommunicationSettingUI` через головний інтерфейс (`CommunicationUI`). Тут користувач може ввести необхідні параметри зв'язку. З цієї форми користувач створює відповідний об'єкт, наприклад мережу або `Uart`, і об'єкт перекодування (`Delta` або `Mitsubishi`).

Коли потрібне спілкування, об'єкт зв'язку викликає об'єкт перекодування як параметр, а потім перетворює його на правильний код команди. Нарешті, надішлеть команду через об'єкт зв'язку. Відповідно до попередньо визначеної структури, при побудові структури зв'язку «один-до-одного» потрібні об'єкти зв'язку та транскодування. Останнім дозволено співпрацювати один з одним для досягнення контролю над передачею повідомлень. Однак передача не може бути виконана правильно в структурі зв'язку "один до багатьох".

Причина полягає в тому, що створюється багато об'єктів зв'язку та перекодування, що ускладнює відображення між об'єктами. Клас `CommunicationUI` можна використовувати для запису процесів зв'язку об'єкта, він може викликати запис для розпізнавання відносного об'єкта. Однак програмування `CommunicationUI` може стати більш складним [4]. Тому було внесено кілька модифікацій, і вдосконалена структура показана на рис. 3.2.

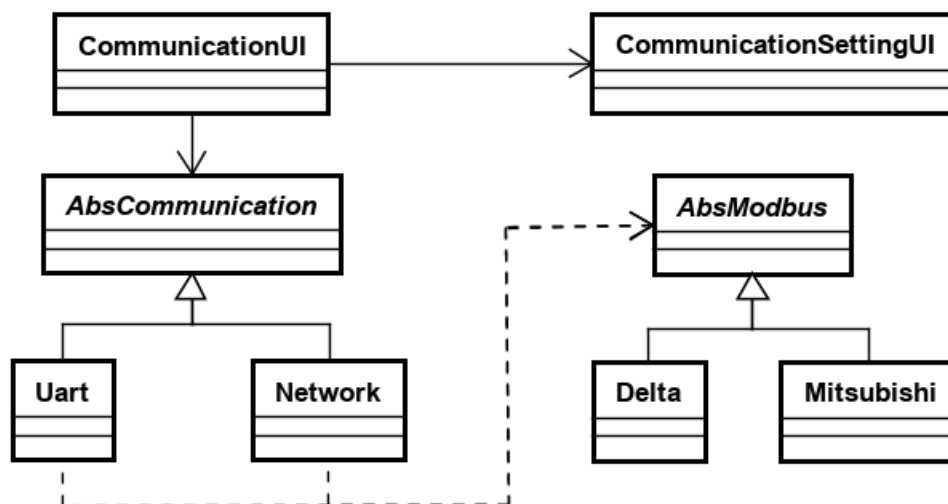


Рис. 3.2. Вдосконалена архітектура комунікаційної системи

У частині зв'язку абстрактний клас `AbsCommunication` використовується для визначення основного формату зв'язку, тобто підключення, роз'єднання,

надсилання та отримання значень. Класи Uart і Network успадковують абстрактний клас і створюють функції, які фактично використовують ці два методи зв'язку, такі як підключення, роз'єднання, надсилання та отримання значень Uart і Network. Подібним чином метод абстрактної класифікації об'єднує різні протоколи керування обладнанням у частині перекодування.

3.2. Прийняття рішень та оптимізація виробничих процесів

Прийняття рішень та оптимізація виробничих процесів є важливими етапами диспетчеризації та управління виробництвом. Ці процеси спрямовані на досягнення більшої продуктивності, ефективності та якості виробництва. Нижче наведено кілька ключових аспектів прийняття рішень та оптимізації виробничих процесів [27-34]:

- першим кроком у прийнятті обґрунтованих рішень є збір і аналіз даних про виробничі процеси; це можуть бути дані про продуктивність, якість, використання ресурсів, витрати тощо; збір і аналіз даних дозволяють отримати об'єктивну картину про поточний стан виробництва та ідентифікувати можливі проблеми або можливості для оптимізації;
- для вимірювання ефективності та успішності виробничих процесів необхідно визначити ключові метрики; це можуть бути такі показники, як час циклу, відсоток відмов, використання обладнання, витрати ресурсів тощо; вибір правильних метрик допомагає відстежувати результати та виявляти можливість для оптимізації.
- прийняття рішень та оптимізація виробничих процесів вимагають аналізу причин проблем або відхилень; важливо визначити кореневі причини проблем та виявити фактори, які впливають на ефективність; Це може включати аналіз технологічних процесів, обладнання, персоналу, матеріалів тощо;
- після аналізу даних та ідентифікації проблем, необхідно вибрати оптимальні рішення для вирішення проблем та досягнення бажаних результатів; Це можуть бути вдосконалення процесів, зміни в технологіях, перерозподіл ресурсів, нав-

чання персоналу тощо; вибір рішень повинен базуватися на аналізі та даних, що зібрані в системі диспетчеризації;

- після прийняття рішень, вони повинні бути впроваджені у виробничі процеси; важливо встановити механізми моніторингу та контролю, щоб переконатися, що вибрані рішення працюють ефективно і приносять очікувані результати; моніторинг даних дозволяє виявляти можливі відхилення та вносити корективи при необхідності.

- виробничі процеси постійно еволюціонують, тому важливо здійснювати постійне вдосконалення; цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act) дозволяє постійно аналізувати, вдосконалювати та контролювати виробничі процеси; це дозволяє забезпечувати стале покращення та адаптацію до змін у виробництві;

Прийняття рішень та оптимізація виробничих процесів вимагають поєднання аналітики даних, експертного знання та практичного досвіду. Застосування системи диспетчеризації та інтелектуальних аналітичних інструментів допомагає забезпечити обґрунтоване та ефективне прийняття рішень для оптимізації виробничих процесів. При програмуванні системи графічного керування GCS вона повинна відповідати класам, розробленим на етапі проектування. За структурою, зображеною на рис. 3.3 [4] Коли функція процесу додає нові вимоги, користувач повинен додати більше умовних операторів у CanvasUI, щоб переконатися, що система може реагувати на правильну графіку. Це здається легким для кодування, але додаток стає складнішим. Крім того, при використанні функціональних можливостей певного класу рішення щодо класу повинні прийматися серед багатьох подібних класів. Зі збільшенням кількості категорій збільшується обчислювальне навантаження. Ступінь зв'язку між класами високий, і під час модифікації програм може виникати багато помилок. Загалом цю задачу можна вирішити «абстрактними» методами [4].

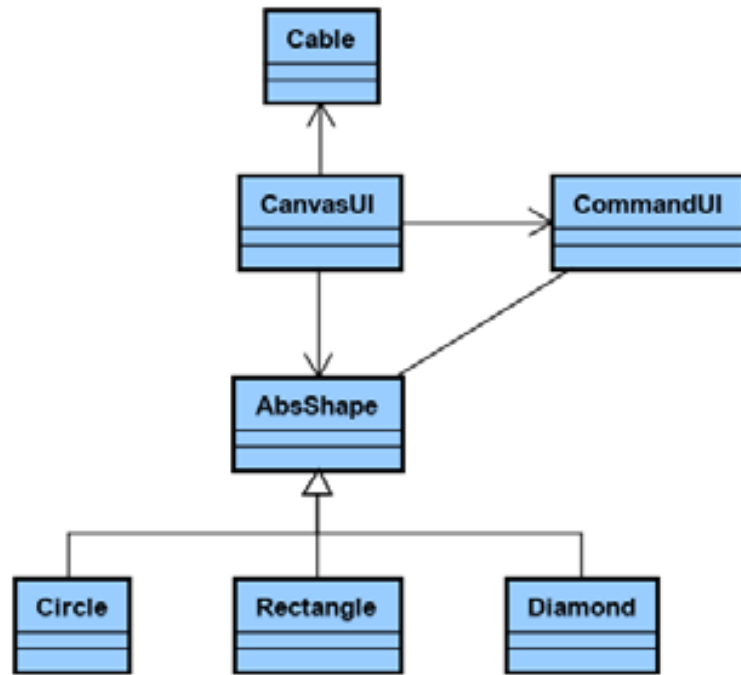


Рис. 3.3. Модифікація архітектури системи графічного керування (GCS) [4]

Використання абстрактної функції, яка визначає лише формат функції, але не метод обробки, може чітко визначити формат функції графіки. Якщо необхідно додати нову графіку, вона може безпосередньо успадкувати клас і виконати виклик функції. Відповідний клас можна викликати без визначення типу. Тому використовується додатковий абстрактний клас, а саме *AbsShape*, і змінюється графічний елемент керування на етапі проектування, як показано на рис 3.3.

3.3. Інтелектуальна автоматична система управління виробничою лінією

Інтелектуальна автоматична система управління виробничою лінією IAPLCS контролює автоматичною виробничою лінією, людино-машинним інтерфейсом (HMI) і попереджувальними лампами з різними загальнозживаними методами зв'язку, включаючи RS232, RS485 і TCP. На рис. 3.4 приведено схема архітектури експериментальної системи. Окремий ПЛК надсилає команду на HMI, виробничу лінію та сигнальну лампу, коли отримує

рекомендацію від GCS. Тільки користувач змінює процес графічного інтерфейсу GCS, що автоматично задовольняє ефективну зміну графіка виробництва.

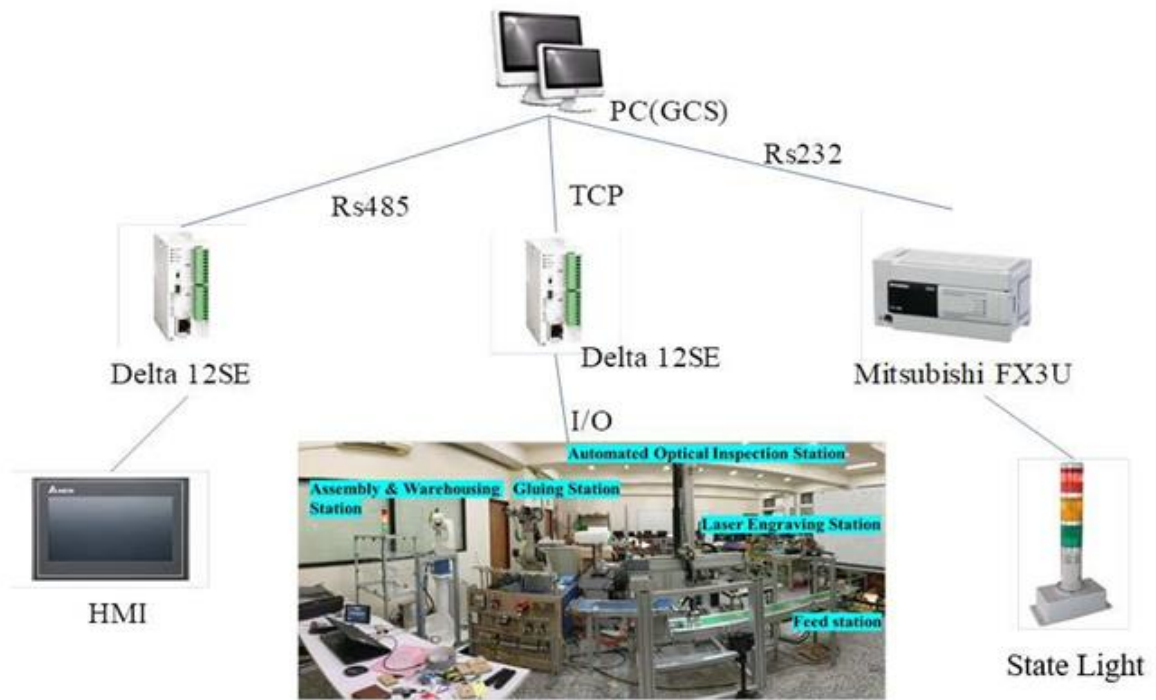


Рис 3.4. Архітектура інтелектуальної автоматичної системи управління виробничою лінією [4]

В даній роботі було розглянуто інтелектуальну автоматичну систему управління виробничою лінією IAPLCS (Додаток А), яка була застосована до реального автоматизованого виробництва [4]. Система графічного керування GCS, яка керує виробничою лінією, поділяється на кілька категорій відповідно до використовуваних функцій, включаючи зв'язок і команди контрольованого обладнання. IAPLCS спрощує оновлення системи та зменшує вплив заміни машин або зміни послідовності робочих процесів. У GCS багато складних операційних процедур приховано у функціональних блоках, і вони організовані впорядкованим чином відповідно до розробленого процесу керування. Сполучні лінії показують зв'язок між модулями, дозволяючи користувачам більш чітко розуміти та змінювати процес керування. Розглянутий IAPLCS реалізовано в [4]

для керування фактичною виробничою лінією для завершення одного виробництва. На додаток до простоти використання GCS для управління змінами процесів, користувачі можуть контролювати виробничі лінії та отримувати інформацію про виробництво, включаючи рівні використання, дані датчиків IoT та інформацію про виробництво в реальному часі через Інтернет.

GCS_UI використовується для керування іншими малими системними інтерфейсами. Потім невеликі системні інтерфейси використовуються для керування різними класами функцій. Вони можуть розділити складну систему на кілька структур і спростити технічне обслуговування або оновлення системи. Крім того, для зв'язку між двома системами, представленими вище, додано публічні статичні класи. Інтерфейс зв'язку зберігає встановлений AbsCommunication у Collect і готує його для використання іншими системами. Коли всі робочі параметри системи налаштовано, GCS_UI викликає CanvasUI для запуску графічного керування після натискання кнопки запуску. Відповідно до вимог програми параметри зв'язку задаються CommunicationSettingUI, а відповідні сигнали дій витягуються з Collect і надсилаються до AbsCommunication для перекодування, передачі, порівняння результатів та інших функцій. AbsCommunication складається з таких чотирьох методів зв'язку: UartModbus, NetworkModbus, Uart і Network. Крім того, можна розширити нові методи зв'язку, такі як CC-link, Devicenet тощо. У роботі [4] створено новий AbsModbus, який включає пристрої від двох виробників, Mitsubishi та Delta, які використовуються для обробки протоколів зв'язку Modbus. Окрім цього, пристрої з протоколом зв'язку Modbus і різними адресами даних також можна розширити відповідно до архітектури, показаної у додатку А.

ВИСНОВКИ

У даній науковій роботі була розглянуто системи диспетчеризації для автоматизованих виробничих ліній з метою поліпшення управління та оптимізації виробничих процесів. Дослідження показали, що впровадження таких систем має потенціал значно покращити ефективність виробництва, знизити витрати та підвищити якість продукції.

Система диспетчеризації забезпечує централізоване керування виробничими процесами, збір та аналіз даних, прийняття рішень та моніторинг результатів. Вона включає в себе такі компоненти, як сенсори, засоби збору даних, системи зберігання та обробки даних, аналітичні інструменти та інтерфейси для взаємодії з операторами та менеджерами.

Результати дослідження показали, що впровадження системи диспетчеризації дозволяє підвищити продуктивність шляхом ефективного планування та розподілу ресурсів, виявлення та усунення проблем у реальному часі, а також оптимізацію використання обладнання та персоналу. Крім того, система надає операторам та менеджерам зручні інструменти для моніторингу та аналізу виробничих процесів, що дозволяє швидко реагувати на зміни та приймати обґрунтовані рішення.

Отже, впровадження системи диспетчеризації для автоматизованої виробничої лінії може значно покращити управління виробництвом, забезпечити ефективність та якість продукції, а також знизити витрати. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розширення функціональності системи та впровадження її в реальному виробничому середовищі з метою перевірки ефективності та визначення оптимальних стратегій управління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

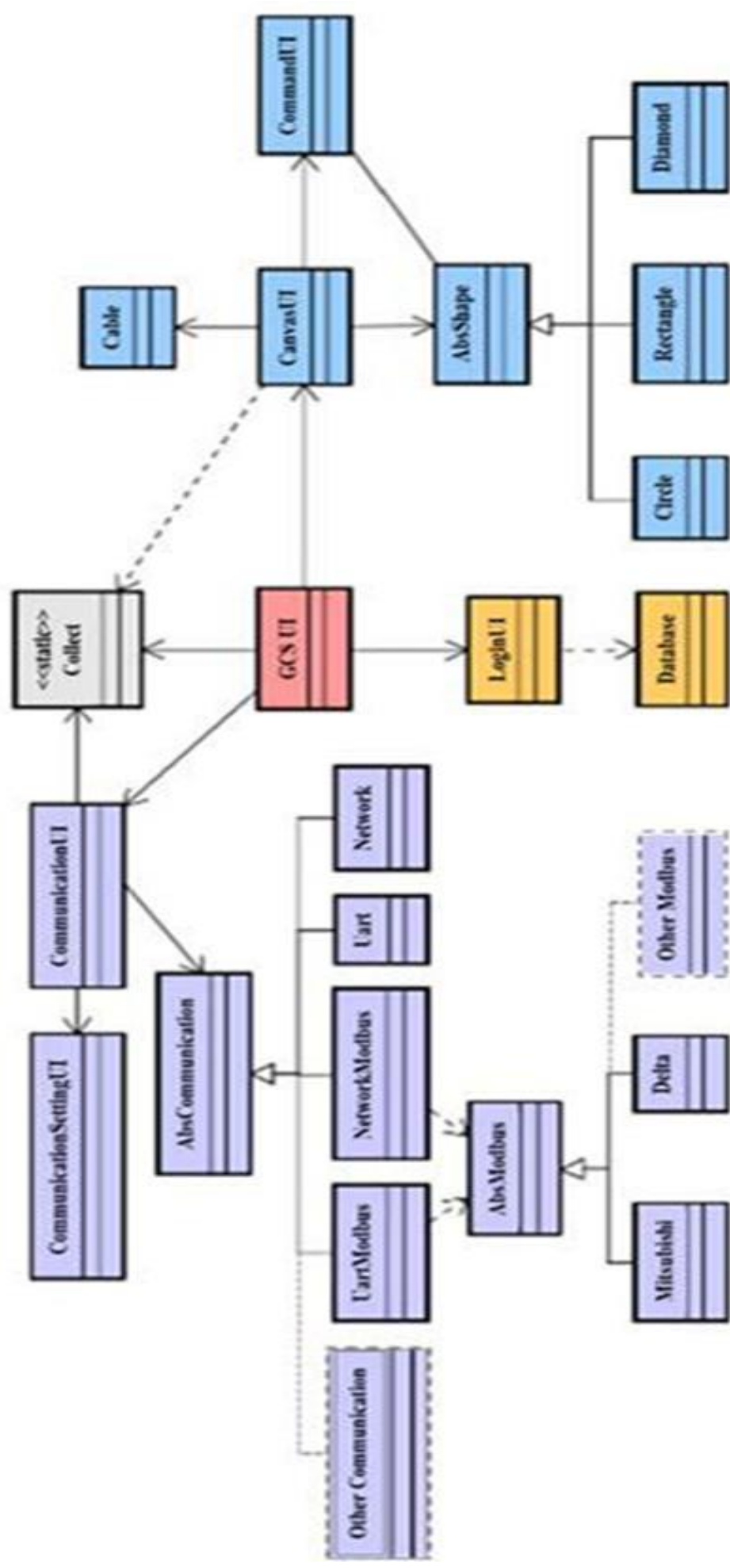
1. Черевко О.І. Автоматизація виробничих процесів: підручник / Черевко О.І., Кіптела Л.В., Михайлов В.М. та ін. – Харків: ХДУХТ, 2014. – 186 с.
2. Палькевич І.А. Основи побудови автоматизованих систем управління / І.А. Палькевич, К.В. Молодецька, І.І. Сугоняк, Н.М. Лобанчикова. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – 180с.
3. Автоматизовані системи управління технологічного процесу в хімічних виробництвах: курс лекцій / Укладач Л.В.Борисова. – Х.: НУЦЗУ, 2015. – 98 с.
4. Design and Implementation of Intelligent Automated Production-Line Control System / J.-D. Lee, H.-Y. Hsu, C.-Y. Li, J.-Y. Yang, // Electronics. – 2021. – V. 10. – P.2502.
5. Smart, and Sensing Technologies for CyberPhysical Manufacturing Systems: A Systematic Literature Review / M. Andronie, G. Lăzăroiu, R. Ștefănescu et all. // Symmetry. – 2021. – 13. – P. 5495.
6. Self-adaptation techniques in cyber-physical systems (CPSs) / S. Zeadally, T. Sanislav, G.D. Mois // IEEE Access 2019, 7, 171126– 171139.
7. Platform-centric self-awareness as a key enabler for controlling changes in CPS / M. Möstl, J. Schlatow, R.Ernst et all. // P IEEE. – 2018. – V.106. – P.1543–1567.
8. Cloud-based cyber-physical robotic mobile fulfillment systems: A case study of collision avoidance / K.L. Keung, C.K. Lee, P. Ji et all.// IEEE Access. – 2020. – V.8. – P. 89318–89336.
9. Onieva, E. Implementation of a large-scale platform for cyber-physical system real-time monitoring / M. Canizo, A. Conde, S.Charramendieta et all. // IEEE Access 2019, 7, 52455–52466
10. <http://electricalschool.info/automation/2157-kak-ustroeny-scada-sistemy.html> - SCADA-системи), дата доступу: 18.05.2023 р.

11. <https://www.sw.siemens.com/en-US/sw-terms/supplements/> - Supplemental Terms, дата доступу: 25 травня 2023.
12. Multi-robot system task allocation mechanism for smart factory / Y. Huang, Y. Zhang, H.Xiao // In Proceedings of the 2019 IEEE 8th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC), Chongqing, China, 24–26 May 2019.
13. Hong, Z. Smart Manufacturing System Based on Industry 3.5—The Empirical Study of TFT-LCD Array Dynamic Scheduling and Dispatching. Doctoral Dissertation, National Tsing Hua University, Hsinchu City, Taiwan, 2019.
14. Utilizing SDN infrastructure to provide smart services from the factory to the cloud / T. Kobzan, S. Heymann, S. Schriegel et al. // In Proceedings of the 2019 15th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS), Sundsvall, Sweden, 27–29 May 2019.
15. A quality control application on a smart factory prototype using deep learning methods / R. Ozdemir, M. Koc // In Proceedings of the 2019 IEEE CSIT, Lviv, Ukraine, 17–20 Sept. 2019.
16. Cloud-based plug and work architecture of the IIC testbed smart factory web / S. Heymann, L. Stojanovci, K. Watson, et al. // In Proceedings of the 2018 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFAs), Torino, Italy, 4–7 September 2018.
17. A novel cloud-based fog computing network architecture for smart factory big data applications / D.J. Ahn, J. Jeong, S. Lee // In Proceedings of the 2018 South-Eastern European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Society Media Conference (SEEDA_CECNSM), Kastoria, Greece, 22–24 September 2018.
18. Design concerns for industrial big data system in the smart factory domain: From product lifecycle view / H. Zhao, J. Hou // In Proceedings of the 2018 23rd International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS), Melbourne, VIC, Australia, 12–14 December 2018.

19. Advancing technology in upgrading or replacing vintage low-voltage motor control centers / D.B. Durocher, M.R. Hussey // *IEEE Trans. Ind. Appl.* – 2019. – V.55. – P.6576–6584.
20. China's tourism industrial upgrading and transformation strategies and countermeasures in the background of big data / L. Wei, L.Min // *In Proceedings of the 2020 International Conference on Big Data and Informatization Education (ICBDIE)*, Zhangjiajie, China, 23–25 April 2020.
21. A phased paper machine drive & control system upgrade / E. Rivera, R. Vasquez // *In Proceedings of the 2018 IEEE IAS Pulp, Paper and Forest Industries Conference (PPFIC)*, Melbourne, Australia, 12–14 December 2018.
22. Towards a Flexible Smart Factory with a Dynamic Resource Orchestration / M. Pisarić, V. Dimitrieski, Vještica et al. // *M.Appl. Sci.* – 2021. – V. 11. – P. 7956.
23. Learning-Based Automation of Robotic Assembly for Smart Manufacturing / S. Ji, S. Lee, S. Yoo et al. // *P IEEE.* – 2021. –V.109. – P. 423–440.
24. An integrative user-level customized modeling and simulation environment for smart manufacturing / B.S. Kim, Y. Jin, S. Nam // *IEEE Access.* – 2019. – V.7. – P.186637–186645.
25. A model for generating workplace procedures using a CNN-SVM architecture / J. Patalas-Maliszewska, D. Halikowski // *Symmetry.* – 2019. –V.11. –P.1151.
26. Куцик А.С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах. Навчальний посібник/ Куцик А.С., Місюренко В.О. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 200 с.
27. Ситник В.Ф. Основи інформаційних систем: Навч. посібник. – Вид. 2-ге, перероб. і доп./ Ситник В.Ф., Писаревська Т.А, Єр'оміна Н.В., Краєва О.С.; За ред. В. Ф. Ситника. — К.: КНЕУ, 2001. — 420 с.
28. Bruckner L.The current and future use of simulation in discrete and process industries / L.Bruckner, M. Oppelt, L.Urbas et al. – Siemens AG, 2020. – 39p.

29. <https://www.siemens.com/global/en/markets/chemical-industry/solutions/process-engineering-technical-consulting/automation-digitalization-readiness.html> - Automation & Digitalization Readiness, дата доступу: 26 травня 2023.
30. <http://tracemode.com.ua/stati/scada-preimushhestva-primeneniya.html>
<https://www.ijser.org/researchpaper/Development-of-a-Monitoring-System-for-Off-Grid-Wind-Power-Generation.pdf> - SCADA Trace Mode, дата доступу: 18.05.2023 р.
<https://masterkit.livejournal.com/169822.html> - Пряма взаємодія Laurent-5 / 5G через TCP клієнт, дата доступу: 19.05.2023 р.
31. <http://appinventor.mit.edu/about-us> - MIT App Inventor, дата доступу: 21.05.2023 р.
32. А.О. Бобух. Автоматизовані системи керування технологічними процесами: Навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2006. - 185 с.
33. Грищук Ю.С. Мікроконтролери: архітектура, програмування та застосування в електромеханіці / Ю.С. Грищук.– Харків: НТУ «ХП», 2019 – С. 26-30.
34. Новацький А.О. Програмування мікропроцесорних систем на базі мікроконтролерів сімейства MCS-51 / А.О. Новацький– Київ: НТУУ «КП», 2016 – 16 с.

ІЄРАРХІЯ КЛАСІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ



ДОДАТОК Б

СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ДО РОБОТИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Класичний фаховий коледж

**СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ
АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ЛІНІЇ**

Доповідач:

Савченко А.Ф.

Кіровоград-2023

2

Обґрунтуванням актуальності теми є необхідність впровадження інтелектуальних систем, які дозволяють автоматизувати процес контролю та управління виробничими лініями.

Мета цієї роботи полягає у вивченні систем диспетчеризації для автоматизованих виробничих ліній.

Відповідно до мети, вирішувалися такі задачі:

- вивчення архітектури та функціональності систем управління виробничими лініями;
- особливості використання сучасних технологій та методів, таких як сенсори, IoT, аналітика даних та алгоритми машинного навчання.

При виконанні роботи використовувалися методи аналізу літературних даних про.

У цій роботі розглядається проблема ефективного управління та координації автоматизованою виробничою лінією. Висвітлюються основні проблеми, пов'язані з недостатньою ефективністю та взаємодією між різними компонентами виробничої лінії. Досліджуються основні компоненти системи, такі як збір та аналіз даних, прийняття рішень та оптимізація виробничих процесів.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є інтелектуальні автоматичні системи управління виробничими лініями.

Предметом дослідження є централізоване керування виробничими процесами, збір та аналіз даних, прийняття рішень та моніторинг результатів.

1.1. ПРИНЦИПИ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ЛІНІЇ



Рис. 1.1. Структура системи керування: КерівЕлем – керівний елемент; КеровЕлем – керований елемент

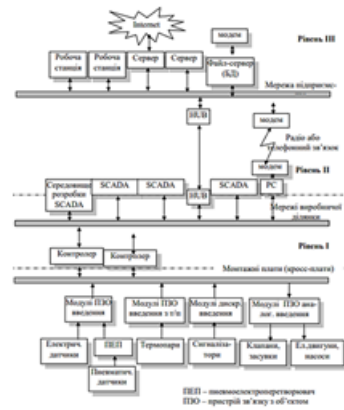


Рис. 1.2. Розгорнена структура автоматизованої системи управління технологічним процесом

1.2. ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

4



Рис.1.3. Інтерфейс віддаленого моніторингу виробничої лінії



Рис. 1.4. Варіанти обміну SCADA-систем

2.1. МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

5

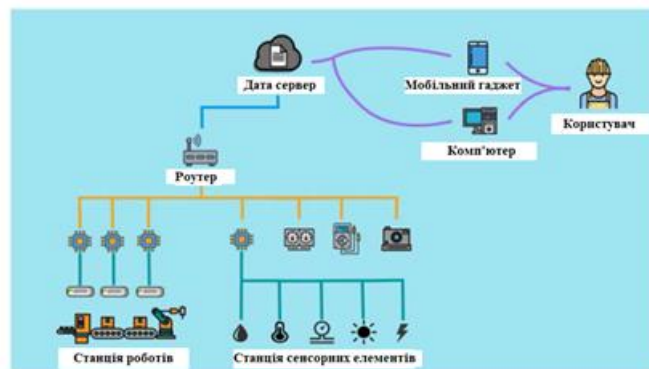


Рис. 2.1. Концептуальна діаграма розумної виробничої лінії

[1] Design and Implementation of Intelligent Automated Production-Line Control System / J.-D. Lee, H.-Y. Hsu, C.-Y. Li, J.-Y. Yang, // Electronics. – 2021. – V. 10. – P.2502.

2.1 МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ
ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ

6



Рис. 2.2. Виробнича лінія з окремими станціями

2.2 РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

7

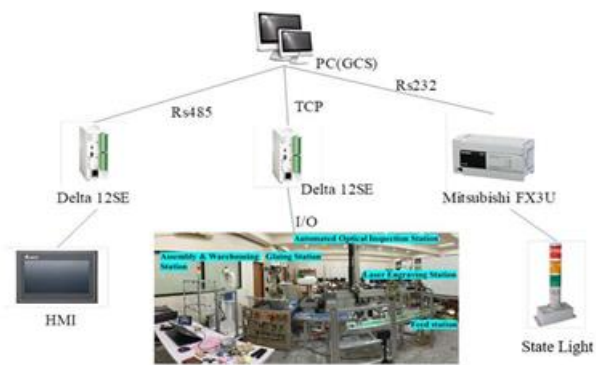


Рис 3.1. Архітектура інтелектуальної автоматизованої системи управління виробничою лінією

3.2. Ієрархія класів автоматизованої системи управління

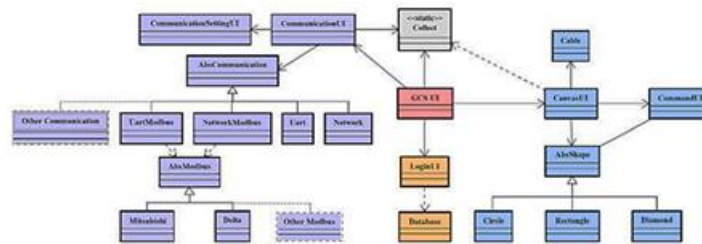


Рис.3.2. Структура інтелектуальної автоматизованої системи управління технологічним процесом

ВИСНОВКИ

9

У даній науковій роботі була розглянуто системи диспетчеризації для автоматизованих виробничих ліній з метою поліпшення управління та оптимізації виробничих процесів. Дослідження показали, що впровадження таких систем має потенціал значно покращити ефективність виробництва, знизити витрати та підвищити якість продукції.

Система диспетчеризації забезпечує централізоване керування виробничими процесами, збір та аналіз даних, прийняття рішень та моніторинг результатів. Вона включає в себе такі компоненти, як сенсори, засоби збору даних, системи зберігання та обробки даних, аналітичні інструменти та інтерфейси для взаємодії з операторами та менеджерами.

Результати дослідження показали, що впровадження системи диспетчеризації дозволяє підвищити продуктивність шляхом ефективного планування та розподілу ресурсів, виявлення та усунення проблем у реальному часі, а також оптимізацію використання обладнання та персоналу. Крім того, система надає операторам та менеджерам зручні інструменти для моніторингу та аналізу виробничих процесів, що дозволяє швидко реагувати на зміни та приймати обґрунтовані рішення.

Отже, впровадження системи диспетчеризації для автоматизованої виробничої лінії може значно покращити управління виробництвом, забезпечити ефективність та якість продукції, а також знизити витрати. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розширення функціональності системи та впровадження її в реальному виробничому середовищі з метою перевірки ефективності та визначення оптимальних стратегій управління.