

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий
інститут електроенергетики

(інститут)

Факультет інформаційних технологій

(факультет)

Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Кутній Кирило Станіславович

(П.І.Б.)

академічної групи 123-19-1

(шифр)

спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 123 Комп'ютерна інженерія

(офіційна назва)

на тему Кіберфізична система з виготовлення концентрованого соку для ТОВ
«Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням
побудови, налаштування корпоративної мережі

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
кваліфікаційної роботи	доц. Я.І. Шедловська			
розділів:				
розробка апаратної частини	доц. Бешта Д.О.			
розробка корпоративної мережі	ас. Панферова Я.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	проф. Цвіркун Л.І.			
----------------	--------------------	--	--	--

Дніпро
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

_____ Гнатушенко В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

"__" _____ 2023 року.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр

студента Кутній К.С. академічної групи 123-19-1
(прізвище, ініціали) (шифр)

спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 123 Комп'ютерна інженерія
(офіційна назва)

на тему Кіберфізична система з виготовлення концентрованого соку для ТОВ
«Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням
побудови, налаштування корпоративної мережі
(назва за наказом ректора)

затверджена наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 16.05.2023 №350-с

Розділ	Зміст завдання	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	На основі матеріалів виробничих практик, інших науково-технічних джерел конкретизується предмет та мету роботи та виконується постановка завдання	18.05.2023
Розробка апаратної частини	На основі аналізу підприємства формуються технічні вимоги до комп'ютерної системи та розробляється апаратна частина системи	28.05.2023
Розробка корпоративної мережі	Виконується розрахунок налаштувань корпоративної мережі та перевірка роботи системи, розробляються методи та налаштування обладнання для захисту інформації в системі	08.06.2023

Завдання видано, доц. _____
(підпис керівника)

Шедловська Я.І.
(прізвище та ініціали)

Дата видачі

04.04.2023 р.

Дата подання до атестаційної комісії

16.06.2023 р.

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Кутній К.С.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 87 с., 52 рис., 17 табл., 2 дод., 12 джерел.

СИСТЕМА, МЕРЕЖА, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, МЕРЕЖЕВІ ЗАСОБИ

Об'єкт розробки: кіберфізична система з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням побудови, налаштування корпоративної мережі.

Мета: створення кіберфізичної система з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням побудови, налаштування корпоративної мережі.

Розроблена кіберфізична система з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням побудови, налаштування корпоративної мережі.

Ця система, яка є відкритою, надає можливість технічної та програмної модернізації, а також забезпечує функції об'єднання підрозділів у мережу. Вона також здатна збирати, обробляти та зберігати інформацію у базах даних, забезпечувати комунікацію між кінцевими користувачами в різних підрозділах та надавати доступ до спільних ресурсів.

Кваліфікаційна робота бакалавра передбачає розробку комп'ютерної мережі відповідно до завдання.

За допомогою симулятора Cisco Packet Tracer схема мережі створена у вигляді моделі.

Пояснювальна записка або додатки містять результати перевірки, насамперед це таблиці та графіки

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	6
Вступ	7
1 Стан питання і постановка завдання	10
1.1 Характеристика підприємства та умов застосування КС	10
1.1.1 Технологічна лінія для виробництва соків та концентратів	10
1.1.2 ТОВ «Яблуневий дар»	24
1.2 Принципи, технічні способи та математичні методи інформаційного забезпечення підприємства	26
1.3 Огляд існуючих інженерних рішень КС в галузі та визначення можливих напрямків рішення поставлених завдань	28
1.3.1 Автоматизації в службах управління мережею підприємства	28
1.3.2 Переваги автоматизації в службах управління мережею підприємства	30
1.4 Розробка схеми організаційної структури підприємства	31
1.5 Постановка завдання	33
2 Розробка апаратної частини комп'ютерної системи підприємства	34
2.1 Розробка структурної схеми підсистеми керування	34
2.2 Датчики	37
2.3 Виконавчі пристрої	39
2.4 Пристрій керування	42
2.5 Джерела живлення	46
2.6 Розробка функціональної схеми автоматизації	47
2.7 Розробка схеми електричної принципової	49
2.8 Висновки за розділом	Ошибка! Закладка не определена.
3 Розробка корпоративної мережі	51
3.1 Завдання по створенню корпоративної мережі	51
3.2 Адресація в мережі	52

3.2.1 IP-адреса	52
3.2.2 Маска підмережі змінної довжини	55
3.3 Розрахунок схеми адресації корпоративної мережі	57
3.4 Розробка топологічної схеми корпоративної мережі	60
3.5 Налаштування корпоративної мережі	61
3.6 Налаштування та перевірка роботи комп'ютерної системи	61
3.6.1 Базове налаштування конфігурації пристроїв	61
3.6.2 Налаштування маршрутизаторів корпоративної мережі	63
3.6.3 Налаштування роботи Інтернет	64
3.6.4 Перевірка роботи комп'ютерної системи	65
3.7 Захист інформації в комп'ютерній системі від несанкціонованого доступу	69
3.7.1 Розробка методів для захисту інформації в комп'ютерній системі	69
3.7.2 Налаштування мережах VLAN та параметрів безпеки комутаторів	70
3.8 Висновки за розділом	72
4 Розробка системи інтернету речей	73
4.1 Обладнання та сервіси системи IoT	73
4.2 Висновки за розділом	79
Висновки	80
Перелік посилань	82
Додаток А - Текст програми	Ошибка! Закладка не определена.
Додаток Б - Налаштування мережі комп'ютерної системи	91
Таблиці маршрутизації	91
Відгуки консультантів кваліфікаційної роботи	96

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

КС	– Комп'ютерна система;
ПК	– Персональний комп'ютер;
Ethernet	– Технологія передачі даних по мережі;
Wi-Fi	– технологія бездротової локальної мережі з пристроями на основі стандартів IEEE 802.11;

ВСТУП

Щорічно в Україні виробляють більш ніж 2 млн. т. ягід та плодів, менше з тим 46% це яблука. Професійні засадження або сади становлять 67 тис. гаг, та основною культурою для вирощування продовжує залишатись яблуко, на яке припадає 90% усієї площі. Яблукове виробництво рівномірне по всіх регіонах України. Садівники вкладають великі інвестиції у яблучний бізнес. Продуктивність яблуневих садів, протягом останніх семи років подвоїлася та це дало великий імпульс для виробництва яблук.

Яблука є одним з найбільш часто споживаних і широко оцінених фруктів завдяки своїм поживним перевагам. Деякі з поширених сортів яблука - Класичний червоний, Медовий хрусткий яблучний, Гала, Гренні Сміт, Макінтош золотистий і Ред делішес. Ред делішес, червоне яскраве яблуко, відоме хрусткою текстурою та м'яко солодким смаком. Гала хрустка і має ароматичну солодку особливість. Яблука Фуджі - надзвичайно солодке і ароматне яблуко. Яблука Гренні Сміт відомі своїм смачним терпким смаком і хрусткістю. Завдяки своїй зручності та здатності перероблятися у фруктовий сік, їх споживання було зміщено на фруктовий сік.

Яблучний сік є другим найбільш широко споживаним фруктовим соком і популярним серед усіх вікових груп завдяки своєму рідному смаку. Яблучний сік вважається функціональною їжею завдяки перевагам, що сприяють здоров'ю, крім поживного вмісту. На поживність яблучного соку впливає багато сфер факторів, які включають тип сорту, зрілість, клімат і технологію переробки соку. Методика переробки соку грає життєва важливу роль в поживному складі врожаю соку. Наприклад, втрата вмісту вітаміну С у прозорому яблучному соку більша, ніж у каламутному яблучному соку, оскільки перший вимагає подвійної пастеризації порівняно з одноразовою пастеризацією другого.

Знаменита фраза «яблуко в день тримає лікаря подалі» відноситься до особливих переваг для здоров'я, які пропонує фітохімічний склад яблучного соку

(поліфеноли та антиоксиданти). Для виробництва фруктових соків вибирають свіжі зрілі яблука, де велика кількість крохмалю перетворилася б на цукор. Найбільш поширені цукру, присутні в яблучному соку, включають фруктозу, глюкозу і сахарозу.

Вміст білка і амінокислотний склад яблучного соку значно низькі, причому аспарагінова і глутамінова кислоти є найбільш присутніми амінокислотами, присутніми в соку. Серед мікроелементів тільки вміст вітаміну С вище, а в мінералах калій, фосфор і кальцій найбільш поширені в яблучному соку. У таблиці 1 узагальнені складові та харчові характеристики яблучних соків. Користь яблучних соків від нутрицевтиків полягає головним чином у багатому фітохімічному складі, який включає загальні феноли та антиоксидантну активність.

Свіжовичавлений яблучний сік є одним з найпопулярніших і споживаних соків, завдяки своєму приємному смаку, натуральному аромату і поживному багатству. Регулярне вживання яблучного соку пов'язано зі зниженням ризику розвитку раку, серцево-судинних захворювань, астми і діабету. Однак термін зберігання яблучного соку обмежений згубним впливом ферментів. У зв'язку з попитом на корисний поживний продукт, виникає потреба у впровадженні нових нетермічних методів, оскільки вони допомагають зберегти поживність і в той же час сприяють поліпшенню терміну зберігання в порівнянні з термічною обробкою.

Обробка високим тиском, імпульсне електричне поле, ультразвук, імпульсне світло, ультрафіолетове випромінювання, гомогенізація високого тиску та гідродинамічна кавітація - все це приклади нових процедур, перевірених та випробуваних для кращого збереження поживного та фітохімічного складу в яблучному соку. З'ясовано позитивний вплив цих механізмів технологічної обробки на якість і склад яблучного соку.

Обробка яблучного соку успішно досліджена за допомогою нетермічних методів. Вони показали багатообіцяючі результати з точки зору мінімізації фізичного, хімічного, ферментативного та мікробного погіршення яблучного соку,

зберігаючи при цьому високий відсоток поживних компонентів. Хоча всі нетермічні процеси вимагають перешкодного підходу для інактивації ферментів, що може бути кращою альтернативою з точки зору експлуатаційних витрат і простоти в обробці основних обсягів соку [4].

Всі ці нові сучасні технології виготовлення соку успішно застосовуються на сучасних заводах.

Комп'ютерні системи управління дозволяють поступово автоматизувати процес і оцифрувати процес виробництва соку або концентратів в залежності від поточного рівня технології конкретного виробничого підприємства, і розміру самої компанії. Від модернізації мережі через платформу ІТ-технологій до повної інтеграції з бізнес-інструментами, системами та алгоритмами машинного навчання.

1 СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Характеристика підприємства та умов застосування КС

1.1.1 Технологічна лінія для виробництва соків та концентратів

В Україні щороку збирають тонни яблук з плантацій садів. Велика їх частина експортується, а решта продається в необробленому вигляді або використовується як сировина для виробництва соків і концентратів [2].

Серед усіх видів переробки яблук для отримання концентрату використовується найбільша кількість сировини. Вихід становить 1:7, тобто на 1 т концентрату потрібно 7 т яблук. Сік з концентрату - це продукт, отриманий шляхом додавання в сік концентрованої та / або розім'ятої натуральної питної води з відновленням аромату, додаванням натуральних ароматизаторів або без відновлення запаху. Сік прямого віджиму або NFC це продукт виробітки без концентрату, натуральний сік, що отриманий за допомогою механічного впливу фруктових пресів на свіжу садовину. NFC сік має велику різницю від соку відновленого з концентрату, містить якомога більше всіх корисних для фруктів природних речовин. З 1кг сировини (яблук або іншої садовини) після обробки виходить близько 700-800 мл концентрованого соку.

При виробництві соків прямого віджиму допускається використовувати не тільки консерванти, а й інші добавки, навіть натуральні, такі як цукор, вода, кислота і т. д. Головним способом зберігання при тривалому часі цього продукта є термічна обробка іншими словами пастеризація при температурі 78°C. Кількість використаної сировини для виготовлення соку або концентрату впливає на вартість. Деякі великі господарства в Україні, які мають 50...100 га яблуневого саду, мають власне виробництво соків прямого віджиму, переробляючи всі некондиційні яблука. Яблуневі сади на карликових коренях (М-9) дають врожайність 45...60 т/га (в залежності від віку дерева), цього може бути достатньо для цього виду діяльності, якщо для переробки використовується весь урожай [3].

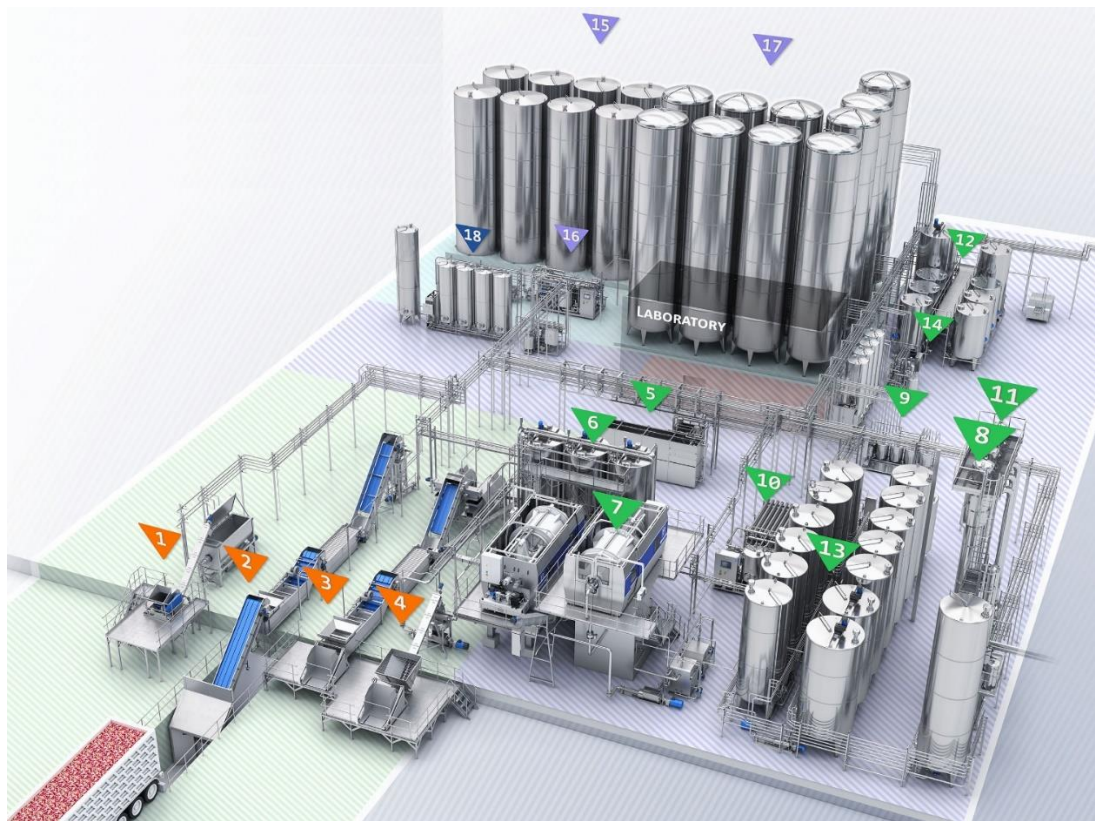


Рисунок 1.1 - Технологічна лінія для виробництва соків та концентратів

1. Прийом заморожених фруктів - прийом заморожених фруктів з дробленням і розморожуванням;
2. Яблучний прийом та грушевий прийом – прийом яблуни та груші з системою очищення та станцією приготування затору;
3. Приймальна секція граната - прийом граната зі станцією очищення та дроблення;
4. Кольорова фрукта-приймальна дільниця - кольоровий фрукта-приймальний з конвеєром і дробильною станцією;
5. Підігрівач затору – підігрівач або охолодження фруктового пюре, підготовка до оптимального виробництва соку;
6. Резервуар для затору – буферізація затору перед пресуванням;
7. Фруктові преси IPS – сокопреси, види фруктових пресів 5 000, 10 000 та 15 000;
8. Випарна станція I – секція опалення та рекуперації аромату;
9. Станція підготовки плавильних речовин – приготування розчину бентоніту та кремнезему для змішування та нагрівання желатинового розчину;
10. Система ультрафільтрації XL – види ультра-фільтраційної системи від XL 100 до 500;
11. II випарна станція – станція концентрації прозорого соку;
12. Станція змішування соків – приготування розчину суміші з виробничих партій, наявних на складі;
13. Технологічний резервуар;
14. Система пастеризації – станція пастеризації соків і концентрованих соків;
15. Відстійник та асептик – зберігання концентрованих соків та прямих соків;
16. Система асептичної фільтрації MONA – елімінація бактерій аліциклобацили;
17. Вирівнювальні баки – видача готового продукту автоцистерні;
18. Станція самоочищення – очищення обладнання та трубопроводів.

1. Приймання сировини. Процес виробництва фруктових соків і концентратів починається із закупівлі сировини. Перед вивантаженням фрукти перевіряються на якість. Вони повинні виглядати здоровим і бути стиглим. Існує два способи розвантаження: мокре (відоме як гідро-розвантаження) і сухе. Обидва способи використовуються для розвантаження і транспортування яблук до силосу складу попереднього виробництва.



Рисунок 1.2 – Сухе розвантаження сировини

Система гідро-розвантаження складається з:

- автоматично керованого водомету, який використовується для змивання фруктів з кузова автомобіля;
- операторська з пультом для керування роботою системи гідро-розвантаження;
- ковшовий конвеєр для вертикального транспортування сировини та відділення води;
- плаваючий жолоб з дренажними пристроями, який приймає сировини з ковшового конвеєра та системою заслінок направляє її до відповідного силосу.

В комплект поставки системи сухого розвантаження входить:

- гідравлічний перекидач для транспортних засобів - сировина вивантажується з автомобіля через підйом передньої частини платформи та вивантаження плодів у бункер;
- кабіна оператора;
- спіральний сортувальник - відокремлює домішки, такі як: листя, гілки, пісок і каміння;
- похилий стрічковий транспортер - забирає сировину з бункера;
- розвантажувальний стрічковий конвеєр - розташовано над силосом, направляє прийняту сировину до відповідних камер зберігання;

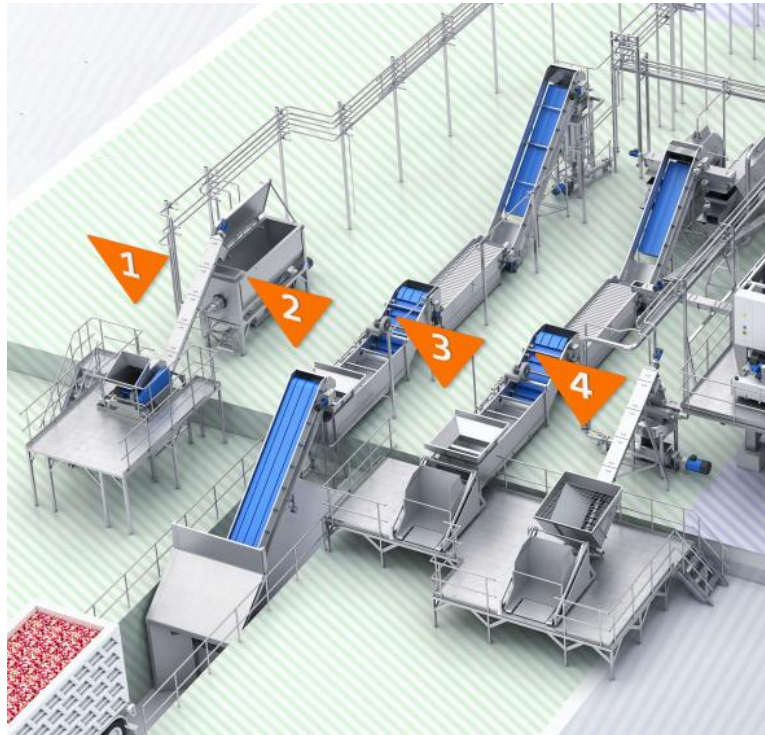


Рисунок 1.3 – Прийом сировини:

Зберігати яблука потрібно в маленьких відсіках, як що виробник націлений на якнайшвидшу переробку отриманої сировини, щоб запобігти гнильним процесам і погіршенню якості.

Фрукти миють залежно від застосованого способу вивантаження: у два або в три етапи:

- під час гідротранспорту із силосу;

- шляхом розбризкування води перед вертикальним елеватором, який транспортує фрукти до стрічки огляду;
- в кінці оглядової стрічки столів через систему розпилювальних форсунок.

II. Підготовка та обробка м'якоті плодів. Плоди з силосу, сортувальним агрегатом передаються на ділянку підготовки жому. Розпочинається черговий етап виробництва соку: підготовка та переробка фруктової м'якоті.

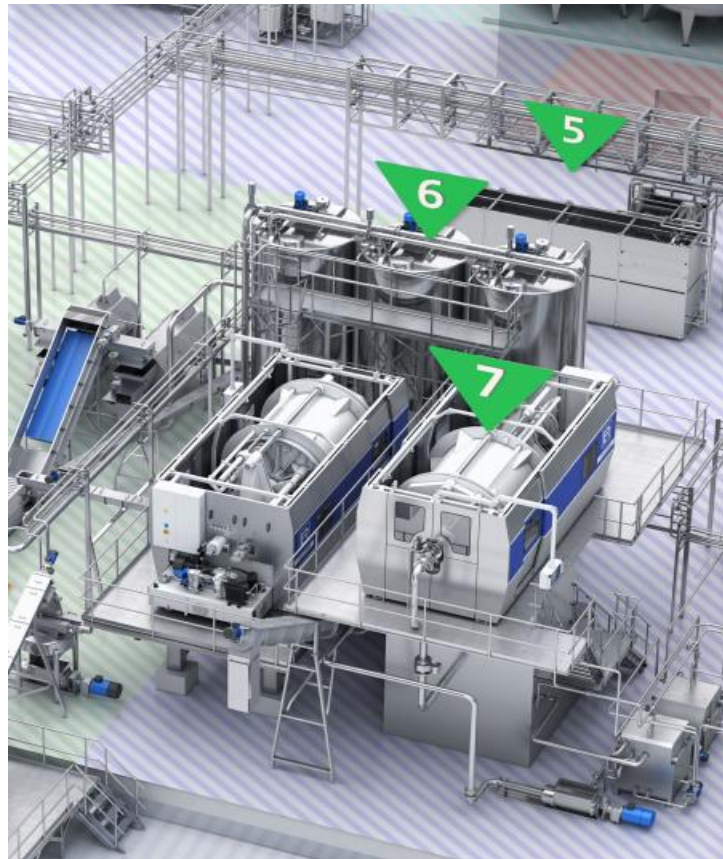


Рисунок 1.4 – Підготовка та обробка м'якоті плодів:

Сировина зі складу попереднього виробництва передається в блоки дозування (відомі як блоки сортування). Завдання сортувального агрегату - рівномірно дозувати яблука у вертикальний шнековий живильник (відомий як елеватор). Конструкції сортувальних установок індивідуально адаптовані до місткості елеватора та плавучих лотків.



Рисунок 1.5 – Блоки сортування

Яблука, що транспортуються годівницею, виготовленою з кислотостійких матеріалів і пластику, придатного для використання з харчовими продуктами, переносяться на інспекційну стрічку або роликівий стіл. Навчені працівники проводять перевірку та відбраковують сировину, яка не відповідає вимогам.

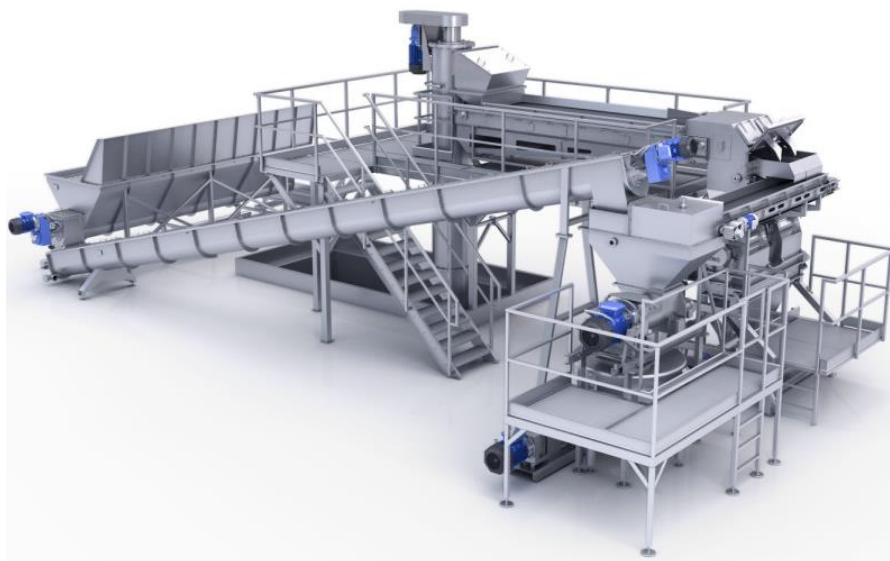


Рисунок 1.6 – Обладнання фруктового пресу IPS

Відсортований матеріал потрапляє на млин. Змінні або регульовані елементи млина, такі як: ножі, сита, пресувальні ролики, дозволяють підлаштуватися під якість сировини та отримати оптимальні параметри пульпи.

Лінія розкрою управляється автоматизованою системою з візуалізацією та управляється з сенсорної панелі на шафі керування.

Під час помелу сировини з використанням мембранного насоса додаються ферментні препарати, які підвищують ефективність процесу пресування.

У технологічно обґрунтованих випадках м'якоть фруктів з млина направляється на трубний підігрівач жому. М'якоть надходить у трубу внутрішнього модуля і нагрівається гарячою водою до заданої температури.

Потім фруктову м'якоть перекачують у резервуари для м'якоті, звідки і її передають на наступний етап виробництва соку та концентратів.

III. Віджим соку. Правильно проведений етап пресування гарантує максимальний вихід соку із сировини.



Рисунок 1.7 – Станція екструзії

Процес екструзії починається з попереднього заповнення гідравлічного поршнево-циліндрового преса IPS 10.000 . Пульпа перекачується в закритий циліндр, заповнюючи простір барокамери. Це повністю автоматизований процес завдяки самооптимізуючій системі керування пресом, яка визначає рівень екструзії продукту на кожному етапі процесу.

Після завершення циклу заповнення преса відбувається пресування. Поршень пресує м'якоть, і сік витікає через фільтруючі елементи в обидві сокові камери, укладені в опорну дошку та притискну дошку. Потім поршень втягується, а циліндр обертається, таким чином вся пульпа акуратно розпушується. Ця фаза

повторюється циклами, і кожна подача поршня на кілька міліметрів довша за попередню.

Постійне обертання циліндра під час циклів пресування та розширення забезпечує найбільш вигідне розпушення пресованої пульпи, таким чином гарантуючи максимальну ефективність пресування.

Прес IPS 10000 забезпечує екстрагування за один робочий цикл шляхом їх зрошення та додаткового пресування. Цикл пресування завершено. Шерсть розкривається, і пресовані вичавки вивантажуються. Пресовані вичавки досягають шнекового живильника, який транспортує їх до місця зберігання.

Закрита система гарантує гігієну процесу без втрат соку, а також простий і автоматизований процес миття. Віджатий у пресі сік стікає в проміжні баки.

IV. Пастеризація та деароматизація.

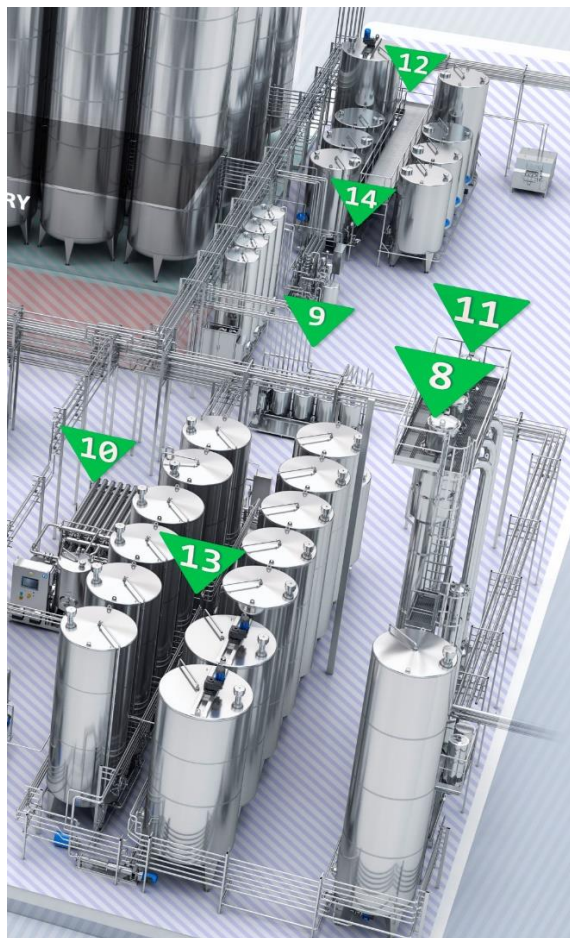


Рисунок 1.8 – Ділянка пастеризація та деароматизація

Неосвітлений сік із пресів направляють із проміжних резервуарів на ділянку пастеризації та відновлення аромату випарної станції. Пастеризація відбувається при температурі 95...105 °С і полягає в інактивації ферментів, отриманні мікробіологічної стабілізації соку, клейстеризації крохмалю та денатурації білка.



Рисунок 1.9 – Станція пастеризація

При цьому в процесі деароматизації відбувається випаровування ароматичних речовин. Виходить одно-двохсоткратний аромаконцентрат. Випарна станція забезпечує високу ефективність процесу, швидке випаровування та низьке споживання пари. Автоматичне керування з візуалізацією дозволяє оператору в поточному режимі контролювати параметри пастеризованого соку. Пастеризований сік перекачується в резервуари для депектинізації.



Рисунок 1.10 – Станція депектинізації

Процес депектинізації здійснюється в кислотостійких резервуарах, які оснащені мішалками. Резервуари мають ідеальні розміри, що забезпечують

правильне дозування ферментних препаратів через станцію приготування освітлювачів.

Станція приготування освітлювача складається з чотирьох резервуарів. Дві ємності використовуються для приготування розчину бентоніту, а третя - для золю. Четверта ємність призначена для змішування і підігріву розчину желатину. Для дозування препарату достатньо встановити дозу, вказати кількість води та вибрати технологічну ємність. Станція приготування освітлювача – це повністю автоматизоване та компактне обладнання з системою візуалізації. Система управління гарантує точне дозування освітлювачів і обмеження втрат.



Рисунок 1.11 – Випарна станція

Після дозування розчину відбувається промивка живильної лінії та автоматичне відключення станції приготування освітлювача.



Рисунок 1.12 – Станція приготування освітлювача

Усі дані архівуються відповідно до вимог виробничого контролю, включаючи, але не обмежуючись системою НАССР. Процес депектинізації завершується перекачуванням неосвітленого соку в порційний резервуар, з якого потім надходить до системи ультрафільтрації.

V. Ультрафільтрація. Стадія ультрафільтрації починається з перекачування неосвітленого соку з резервуарів для депектинізації в резервуар дозування - це повністю автоматизований фільтраційний пристрій.

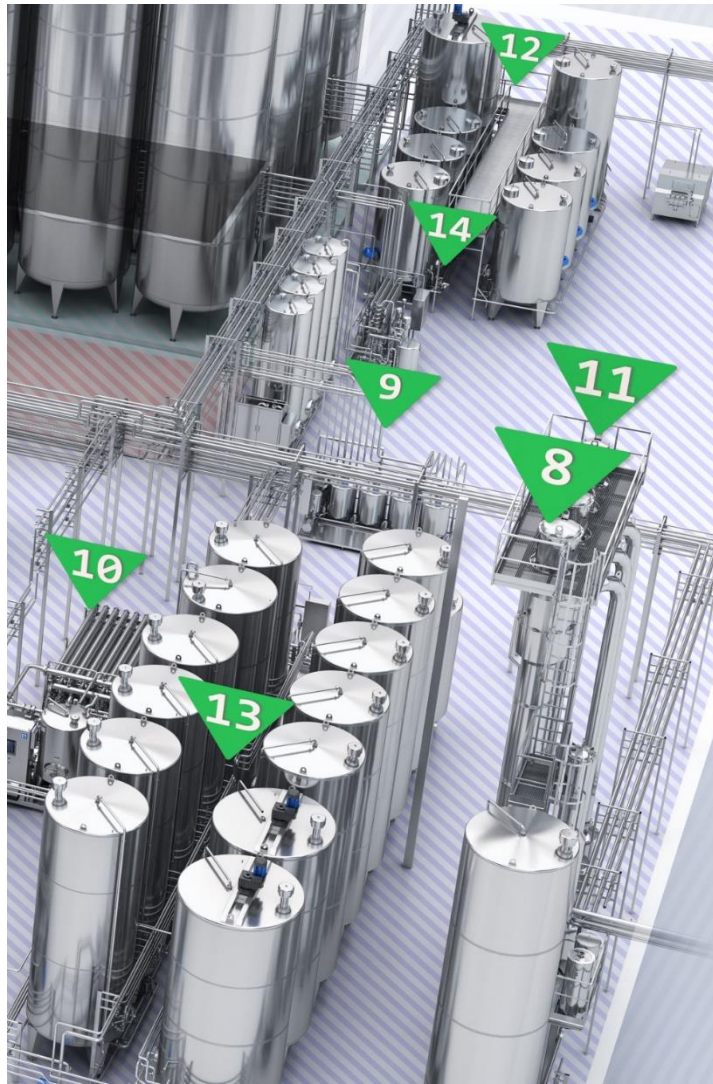


Рисунок 1.13 – Ділянка ультрафільтрації

Депектинований неосвітлений сік надходить у дозатор, і високоефективний відцентровий насос прокачує сік з високою швидкістю через мембранні модулі. На поверхні мембран утворюється тонкий верхній шар, і деяка кількість рідини

проникає через мембранний канал у вигляді готового продукту до резервуара пермеату. Ретентат конденсується для отримання максимальної концентрації. Потім він може пройти діафільтрацію для отримання екстракції. Після процесу ультрафільтрації сік подається в резервуари для дрібнодисперсного соку і знову потрапляє на випарну станцію для його конденсації.

VI. концентрація. Серцем лінії для виробництва фруктових концентратів є багатоступенева випарна станція падаючої плівки з крапельною плівкою соку, яка використовується для згущення яблучного соку та м'яких фруктів (кольорових).

За весь процес виробництва соку сировина двічі надходить на випарну станцію:

- вперше як неосвітлений сік перед процесом ультрафільтрації з метою пастеризації та деароматизації;
- вдруге, як дрібнодисперсний сік для того, щоб піддати процесам початкової та кінцевої конденсації, міжстадійної фільтрації та охолодження продукту.



Рисунок 1.14 – Станція міжстадійної фільтрації

Процес згущення полягає в подачі в нагрівальні колони дрібнодисперсного соку, який стікає у вигляді краплинної плівки. Гаряча пара нагріває колону ззовні, досягає точки кипіння та точки випаровування рідини, яка виділяється на наступний рівень конденсації. Пари направляються в сепаратор і використовуються

для подальшого нагріву. Продукт проходить наступні стадії випаровування для отримання відповідного ступеня концентрації. Сучасний інтуїтивно зрозумілий інтерфейс забезпечує просту та безпечну роботу; він вибирає параметри в повністю автоматизований спосіб для виробничих циклів. Сік, що згущується у випарній станції, охолоджується і перекачується по трубопроводах у зрівняльну ємність і після стандартизації в резервуари-накопичувачі.

VII. Стандартизація та зберігання. Концентрат, згущений на випарній станції, охолоджується до температури приблизно $5...8^{\circ}\text{C}$ і транспортується на склад. Сучасні склади мають повну конвеєрну установку та засоби керування, які дозволяють архівувати інформацію. Робочий стан пристроїв і відповідних систем у приміщенні візуалізується на сенсорній панелі, що дозволяє контролювати та контролювати систему з одного місця.



Рисунок 1.15 – Станція зберігання

Перед передачею концентрату в резервуари для зберігання відбувається стандартизація. Це важливий етап, який дозволяє контролювати якість і параметри концентрату. Лабораторні випробування екстракції, кислотності, NTU та кольору на основі проміжної проби резервуару.



Рисунок 1.16 – Станція стандартизації

Концентрати розподіляються і відправляються зі складу через зрівняльні резервуари. Це дозволяє повністю контролювати якість і повторюваність партій завантаження. Тому немає втрат продукту, легше підтримувати чистоту і менше часу займає заправка автоцистерн.

Додаткове обладнання: пастеризатор, система асептичної фільтрації Mona, адсорбер.

Пастеризатор призначений для пастеризації концентрату з метою його збереження. Концентрат нагрівається до температури від 65°C до 99°C, щоб зробити мікроорганізми нешкідливими, а потім охолоджується. Пастеризація вбиває мікроорганізми, шкідливі для життя та здоров'я. Після належного завершення пастеризації наш яблучний концентрат має довший термін зберігання та зберігає органолептичні властивості.



Рисунок 1.17 – Система асептичної фільтрації MONA

Система асептичної фільтрації MONA (елімінація *Alicyclobacillus*) дозволяє знищити бактерії АСВ, а також покращити якість концентрованих соків, наприклад, якість яких погіршилася внаслідок зберігання. Принцип роботи MONA заснований на трьох процесах: нагрівання, фільтрація, охолодження. Застосування системи Мона – єдиний ефективний спосіб знищення бактерій АКБ [2].

1.1.2 ТОВ «Яблуневий дар»

ТОВ "Яблуневий дар" засновано у 2003 році у місті Городок Львівської області.

Геолокація розташування ТОВ «Яблуневий дар» - 81500, Львівська обл., Городоцький район, м. Городок, вул. Львівська, будинок 274 А.

За 7 років існування підприємство «Яблуневий дар» пройшло багато етапів розвитку, та стало виробником концентрованих соків і підприємств з обробки садовини №1 в Україні, отримав безліч нагород та увійшовши у десятку найбільших у Європі. 2011 рік став вирішальним для компанії з боку реорганізації виробництва і відбулося перейменування у «Т.В.Fruit»



Рисунок 1.18 – ТОВ «Яблуневий дар»

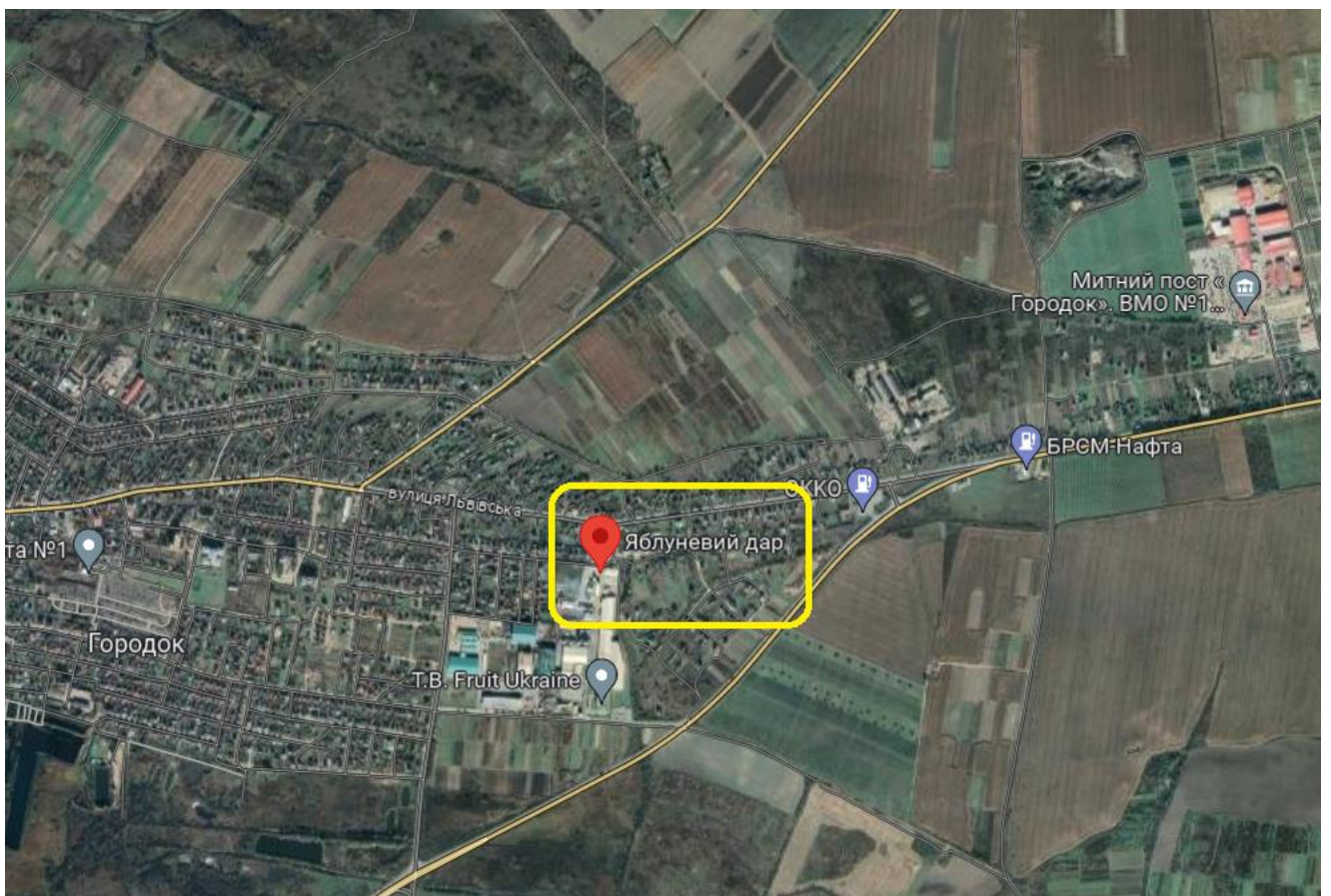


Рисунок 1.19 – Геолокація розташування ТОВ «Яблуневий дар»

На сьогоднішній день компанія «Т.В. Fruit» має п'ять заводів з переробки садовини та ягід в Україні, серед них завод у місті Городок, завод у Хмельницькому, Харківський завод та підприємство у Польщі, після виходу на європейський ринок.

Як відповідальний виробник T.V. Fruit має свій садівничий комплекс T.B. Сад що має вже понад 600 га садів фруктових дерев серед яких: яблуні, вишні, малини, полуниці. Для спрощення логістики засновано також дві транспортні компанії «Tank Trans Ukraine» та «Tank Trans Polska». За даними 2011 року на наявних потужностях компанія переробила 200 тис. тонн яблук, що становить 60% ринку концентрованих соків. У цьому ж році компанія представила новий продукт – соки прямого віджиму Galicia. [1]

1.2 Принципи, технічні способи та математичні методи інформаційного забезпечення підприємства

Суспільство в його повсякденних починаннях стало настільки залежним від комп'ютерних систем, що важко уявити життя без них. Крім промислового виробництва, з яким вони асоціюється в народі, зараз вони охоплюють ряд несподіваних областей. Торгівля, інженерія захисту навколишнього середовища, транспортна інженерія, сільське господарство, будівельне машинобудування та медична інженерія - це лише деякі з областей, де комп'ютерні системи і мережі передачі даних відіграють помітну роль. Інженерія комп'ютерною систем для автоматизації - це перехресна дисципліна, яка вимагає пропорційних знань у розробці апаратних та програмних засобів та їх застосування. У минулому інженерія автоматизації в основному розумілася як інженерія управління, що мала справу лише з рядом локальних електричних та електронних компонентів.

Ця картина змінилася з тих пір, як комп'ютери і програмне забезпечення проникли в кожен компонент і елемент комунікацій і автоматизації. Інженери промислової автоматизації несуть велику відповідальність у своїй професії. Жодна інша сфера не вимагає такої якості з такої кількості точок зору функції, але зі значними обмеженнями бюджету. Керівники проектів промислової автоматизації мають значну ресурсну обмеженість, враховуючи постійно мінливі вимоги її керівництва, намагаються взяти на озброєння швидке прискорення технологічних

змін і одночасно намагаються зберегти надійність і непорушну безпеку заводу і його приладів.

Комп'ютерні системи і мережі передачі даних, як засоби з автоматизація або кіберфізичних систем - це по-перше за все використання безлічі різних систем управління для роботи обладнання, такого як машини, процеси на заводах, котли та печі термічної обробки, комутація в телефонних мережах, рульове управління та стабілізація кораблів, літаків та інших застосувань з мінімальним або зменшеним втручанням людини.

Основна перевага автоматизації полягає в тому, що вона економить робочу силу; Однак він також використовується для економії енергії, матеріалів та підвищення якості, точності та точності.

Існує три основні цілі визначення промислового процесу, матеріалу, енергії та інформації.

Основною метою автоматизації заводу є виявлення інформації та маніпулювання матеріалами та енергією, необхідними для даного процесу, бажаним, оптимальним способом.

Найбільш поширеними перевагами автоматизації є:

- підвищення продуктивності;
- зниження собівартості продукції;
- контроль безпеки заводу;
- оптимальне планування виробництва;
- підвищення якості продукції.

В даний час для оптимального вирішення складних завдань автоматизації в промисловості використовуються поєднання звичайних і сучасних засобів автоматизації, тобто контрольно-вимірювальних приладів і комп'ютерів управління технологічними процесами, а також методів системної інженерії. Постановка проблеми.

В кваліфікаційній роботі бакалавра треба спроектувати, встановити та розробити кіберфізичну система з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній T.V.FRUIT) з детальним опрацюванням побудови, налаштування корпоративної мережі [5].

1.3 Огляд існуючих інженерних рішень КС в галузі та визначення можливих напрямків рішення поставлених завдань

1.3.1 Автоматизації в службах управління мережею підприємства

Однією з найбільших проблем управління мережами підприємства є зростаюча складність сучасних мереж через еволюцію нових та нових робочих навантажень, пов'язаних з аналітикою великих даних, потоковим відео тощо. Це вимагає, щоб мережа була високо-доступною та реагувала на потреби користувачів. Крім того, зі збільшенням кількості пристроїв, додатків та користувачів у мережі мережева інфраструктура стала більш складною, і, отже, традиційні методи управління мережею не обладнані для обробки цих вимог і часто призводять до простоїв мережі та повільної роботи. Ця складність ускладнює управління та налаштування мережі вручну, а також збільшує ймовірність помилок та вразливостей безпеки.

Традиційний ручний підхід до управління мережею та налаштування може зайняти багато часу та бути схильним до помилок. Ручна конфігурація мережі може призвести до помилок конфігурації, які можуть створити вразливості безпеки, які можуть бути використані зловмисниками. Ручне управління мережею та налаштування також може бути дорогим з точки зору часу та ресурсів.

Впровадження автоматизації в службах управління мережею підприємства може принести ряд переваг організації. Давайте розглянемо деякі передбачувані переваги:

1. Автоматизація може відігравати вирішальну роль у оптимізації управління та налаштування мережі. Ось кілька способів, якими автоматизація може допомогти:

2. Підготовка: Автоматизація може допомогти прискорити процес підготовки, автоматично налаштовуючи нові пристрої та забезпечуючи їх відповідність мережевим політикам. Це може скоротити час і зусилля, необхідні для настроювання нових пристроїв, і допомогти забезпечити узгоджене настроювання мережі.

3. Управління конфігурацією: Автоматизація може допомогти забезпечити стандартизованість конфігурацій і узгодженість у всій мережі. Автоматизація може допомогти впорядкувати процес налаштування та оновлення мережеских пристроїв. Це може включати автоматизацію таких завдань, як оновлення мікропрограми, налаштування нових пристроїв та розгортання нових мережеских політик. Організації також можуть використовувати шаблони конфігурації, створені засобами автоматизації, які можна застосувати до кількох пристроїв, скорочуючи час і зусилля, необхідні для налаштування пристроїв, і забезпечуючи узгодженість конфігурацій. Це також може допомогти у відстеженні змін конфігурацій, що полегшує усунення проблем і відкат змін, якщо це необхідно.

4. Моніторинг мережі: автоматизація може допомогти контролювати мережу на предмет проблем продуктивності та безпеки, попереджаючи адміністраторів мережі про потенційні проблеми та надаючи їм інформацію, необхідну для вжиття коригувальних дій.

5. Відповідність: Автоматизація може допомогти забезпечити відповідність мережі галузевим нормам і внутрішнім політикам шляхом автоматизації таких завдань, як відстеження змін конфігурацій, створення звітів про відповідність і проведення регулярних аудитів.

6. Усунення несправностей: автоматизація може допомогти діагностувати та усувати неполадки мережі, скорочуючи час і зусилля, необхідні для виявлення та вирішення проблем.

7. Звітність: Автоматизація може допомогти створювати звіти про продуктивність, безпеку та відповідність мережі, надаючи адміністраторам мережі дані, необхідні для прийняття обґрунтованих рішень.

8. Безпека: Автоматизація також може допомогти підприємствам у моніторингу мережі на предмет загроз безпеці, виконувати регулярну оцінку вразливостей і швидко реагувати на інциденти безпеки.

1.3.2 Переваги автоматизації в службах управління мережею підприємства

Ручне керування мережею вимагає значного часу та зусиль для виконання рутинних завдань, таких як моніторинг мережі, налаштування та усунення несправностей. Автоматизація дозволяє значно скоротити час, необхідний для виконання цих завдань, звільняючи мережевих адміністраторів для зосередження на більш складних і стратегічних завданнях.

Ручне керування мережею може стати складнішим і трудомісткішим, оскільки мережа зростає та додається більше пристроїв. Автоматизація може допомогти масштабувати управління мережею, автоматизуючи рутинні завдання, забезпечуючи узгодженість у всій мережі та скорочуючи час і зусилля, необхідні для управління цими мережами.

Однією з головних переваг автоматизації є підвищення продуктивності мережі. Автоматизовані інструменти управління мережею можуть контролювати мережу в режимі реального часу, виявляти потенційні проблеми і вживати коригувальних дій, перш ніж вони призведуть до простою мережі. Це призводить до підвищення продуктивності мережі, що призводить до підвищення продуктивності та підвищення задоволеності клієнтів.

Ще однією перевагою автоматизації є підвищення доступності мережі. Автоматизовані інструменти можуть швидко виявляти та вирішувати проблеми з мережею, скорочуючи час простою та гарантуючи, що мережа завжди доступна, коли це необхідно. Це призводить до підвищення безперервності бізнесу та зниження операційних витрат.

На закінчення, критичну потребу в автоматизації в службах управління мережею підприємства неможливо переоцінити. Зростаюча складність сучасних мереж, потреба в зв'язку в режимі реального часу та зростаючий попит на пропускну здатність роблять необхідним впровадження організаціями засобів автоматизованого управління мережею для надання послуг з управління мережею більш ефективно, точно та економічно, а також підвищення продуктивності та безпеки мережі [6].

1.4 Розробка схеми організаційної структури підприємства

Ефективна організаційна структура підприємства ТОВ «Яблуневий дар» це велика перевага яка складається з п'яти рівнів управління:

1. Вищій рівень – рада акціонерів яка встановлює загальні цілі компанії на наступні роки
2. Другий рівень це наглядова рада яка складається з представників акціонерної ради. Другий рівень управління виконує функції контролю над ефективністю досягнення запланованих цілей ради акціонерів.
3. Виконавчий директор та його заступник.
4. Директори структурних підрозділів, найбільша середня ланка управління в компанії.
5. Замикаюча ланка управління це три відділи що спеціалізуються на вирішенні вузьких спеціалізацій діяльності компанії.

Головними перевагами такої організаційної структури є:

- підрозділи просто та чітко реагують між собою;
- виконавці та їх дії узгоджені між собою;
- оперативно прийняті рішення;
- отримання розпоряджень і вказівок пов'язаних між собою
- за результатами діяльності підрозділу керівник несе особисту відповідальність

Головними ж недоліками є:

- керуючий персонал має високі вимоги, необхідна кваліфікація та різнобічні знання;
- перевантаження інформації, документація має великий потік, безліч контактів із підлеглими
- зростаючим вимогам сучасного виробництва [8].

Для вдалого використання організаційної структура слід поєднати команду фахівців ТОВ «Яблуневий дар» за допомогою комп'ютерної мережі. Як визначено завданням до кваліфікаційної роботи для синтезу кіберфізичної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням побудови, налаштування корпоративної мережі маємо наступні початкові дані:

- | | |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| – блок адрес для виділення підмереж: | 10.23.IPn.0/22; |
| – значення IPn блоку адрес виділення підмереж | IPn: 44; |
| – кількості вузлів для мережі LAN1: | 13; |
| – кількості вузлів для мережі LAN2, од.: | 15; |
| – кількості вузлів для мережі LAN3, од.: | 37; |
| – кількості вузлів для мережі LAN4, од.: | 38; |

- кількості вузлів для мережі LAN5, од.: 50;
- інтенсивність трафіку найбільшої мережі, μ (кадрів/с): 101.

1.5 Постановка завдання

Завданням даної кваліфікаційної роботи є розробка кіберфізичної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням побудови, налаштування корпоративної мережі.

Ураховуючи архітектуру кіберфізичної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» з заданою кількістю мереж та підмереж, те як вони взаємозв'язані та взаємореагують, кількістю підключених комп'ютерів необхідно розрахувати налаштування для заданої топології мереж, порівняти та вибрати протокол обміну між мережами, інтерфейс каналів зв'язку, розрахунок топології КС. Останнім етапом виконати моделювання і перевірити роботу системи.

Наступним етапом є аналіз проектування нової мережі підприємства, підбір сумісного фізичного середовища та інтерфейсу: портів, кабелів, з'єднувачів.

Також, здійснюється вибір мережевих пристроїв і інших компонентів. Аналіз та розрахунки вживаної потужності, швидкості передачі даних, затримок на обробку даних.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розробка структурної схеми підсистеми керування

У кваліфікаційній роботі розглядаються питання по створенню кіберфізичної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» для групи компаній T.V.FRUIT.

В якості об'єкта управління для кіберфізичної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» обрано технологічний об'єкт пастеризатор для фруктового соку - Pierre GUERIN [9].



Рисунок 2.1 - Пастеризатор соку Pierre GUERIN

Пастеризаційні модульна платформа Pierre Guerin має продуктивність 500...15 000 л/г. Ця модульна платформа повністю попередньо змонтована,

попередньо протестована виробником, що забезпечує більш просту та швидку установку та введення в експлуатацію на місці.

Пастеризатор соку Pierre GUERIN призначено для установки в безпосередній близькості від сирних чанів, резервуарів для дозрівання або технологічних емностей. Управління здійснюється вручну. Тому операції з управління пастеризації, контролем та реєстрації температури та часу пастеризації треба автоматизувати за допомогою кіберфізичної системи, яка призначена для ТОВ «Яблуневий дар».

Основні функції пастеризатора Pierre GUERIN:

- висока тепловіддача;
- низькі втрати напору;
- оптимізоване споживання електроенергії;
- очищення на місці без демонтажу;
- просте розширення за рахунок додавання пластин теплообмінника;
- компактні та ергономічні пристрої;
- швидке встановлення.

Пастеризаційна рама Pierre GUERIN з пластинчастим теплообмінником призначена для пастеризації будь-яких рідин, таких як: молоко, вершки, молочні продукти (йогурти, свіжий сир, десерти, суміш морозива тощо), фруктові соки, цукровий сироп та ін.

Кіберфізична системи управління пастеризатором соку Pierre GUERIN має наступні технічні параметри:

- | | |
|-------------------------------------------------|---------------|
| – температура соку початкова, °C | 3...35; |
| – температура пастеризованого соку, °C | 72...95; |
| – тиск пастеризованого соку, кг/см ² | 4,7...6,8; |
| – витрати перегрітої пари, кг/Г | 1000...5 000; |
| – тиск перегрітої пари, кг/см ² | 2,0...5,0; |

– насос подачі соку, В / кВт ~380 / 18.

Кіберфізична система управління має підтримувати задану температуру пастеризованого яблучного соку в межах встановленого діапазону температур за допомогою управління витратою перегрітою парою. Технологічні параметри розливу яблучного соку впливають на технологічні параметри саме пастеризації соку.

На рис. 2.1 показана структурна схема кіберфізичної система управління Pierre GUERIN.

Датчики забезпечують призначені для збору первинної інформації поточних параметрів пастеризатору Pierre GUERIN.

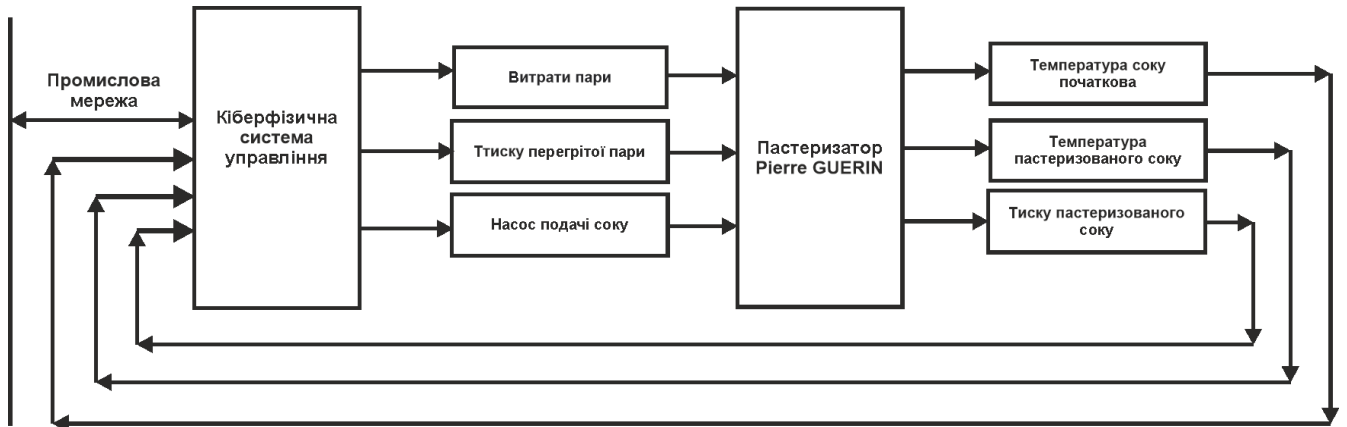


Рисунок 2.1 – Структурна схема кіберфізичної система управління Pierre GUERIN

Кіберфізична система управління Pierre GUERIN має наступними ланцюгами:

- засувкою пари – пропорційний режим управління;
- засувкою скидання надлишкового тиску пари – пропорційний режим управління;
- насос подачі соку – пропорційний режим управління.

кіберфізичної система управління Pierre GUERIN відповідає загальним стандартам вимогам до автоматичного управління технологічним обладнанням. Вона складається з: пристроїв збору інформації (первинні датчики), системи автоматичного контролю стану обладнання, еталонів стану обладнання (технологічні параметри), програми управління, задачею якої є реалізація

управляючих впливів для підтримки роботи – пастеризатору соку Pierre GUERIN, має протиаварійний захист та блок переводу до ручного режиму керування, виконавчі пристрої. Та найголовніше, передбачає проти-аварійний захист та систему переводу пристрою до безпечного ручного режиму керування у виняткових ситуаціях.

2.2 Датчики

Для вимірювання параметрів температури використаємо перетворювач SITRANS T [10].

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики датчику температури SITRANS T TW

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	SITRANS T TW
2	Номинальний діапазон вимірювання, °C	0...+200
3	Принцип вимірювання	Cu25 ... Cu1000
4	Точність, °C	0,1
5	Вихідний сигнал, мА	4...20
6	Напруга живлення, В	12...30
7	Потужність споживання, Вт	2
8	Температура експлуатації, °C	-25...+85
9	Матеріал корпусу	сталь 1.4571/316Ti
10	Різьба	G1/2В зовнішня і G1/8В внутрішня



Рисунок 2.2 – Датчик температури SITRANS T TW

Для вимірювання параметрів тиску використаємо датчик SIEMENS SITRANS P ZD [11].



Рисунок 2.3 – Датчик тиску SITRANS P ZD

Таблиця 2.2 – Технічні параметри датчику тиску серії SITRANS P ZD

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Комплексне вимірювання
2	Діапазон вимірювання, МПа	0...1,0
3	Похибка вимірювання, %	±0,1%
4	Частота відгуку, Гц	0,1

5	Напруга живлення, В	12...24
6	Потужність споживання, Вт	1
7	Діапазон температур, °С	-40 до 85
8	Вихідний сигнал, мА	4...20

На підставі обраних датчиків та їх технічних характеристик складена таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Датчики

№	Назва параметру	Принцип дії	Тип	Діапазон змін	Точність	Значення виходу	Період	Напруга живлення	Потужність споживання
1	Температура соку початкова	Cu25 ... Cu1000	Аналого вий	0...100°C	±0,5 %	4...20 мА	0.1 с	12...36 В	1 Вт
2	Температура пастеризованого соку	Cu25 ... Cu1000	Аналого вий	0...100°C	±0,5 %	4...20 мА	0.1 с	12...36 В	1 Вт
3	Тиск пастеризованого соку	Комплексе не вимір.	Аналого вий	0...1 МПа	±0,5 %	4...20 мА	0.1 с	12...24 В	1 Вт

2.3 Виконавчі пристрої

Для реалізації лінійного управління продуктивністю подачі пари і тиску пари використаємо електрозасувку High Performance Valves: HP 114 Lugged [12].



Рисунок 2.4 - Засувка HP 114 Lugged

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики засувки HP 114 Lugged

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Електромагнітний
2	Підключення, in (мм)	G6 (150)
3	Робочий тиск, МПа	1...32
4	Умовний прохід, мм	150
5	Максимальна витрата, л/г	50 000
6	Температура носія, °С	-50...500
7	Керуюча напруга, В	12...24
8	Потужність споживання, Вт	25
9	Живлення, В	~220
10	Керування, мА	4...20

Для управління приводом насосу обрано трьохфазний частотний перетворювач Altivar Process ATV930U22N4 на потужність 22 кВт [13]. Технічні характеристики частотного перетворювача наведені в табл. 2.5.



Рисунок 2.5 – Частотний перетворювач Altivar Process ATV930U22N4

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики частотного перетворювача Altivar Process ATV930U55N4

Найменування параметра	Значення
Тип	Скалярний
Напруга живлення, В	~320...~550
Потужність, кВт	22,0
Діапазон частот, Гц	0...240
Діапазон аналогового сигналу управління, мВ	±10
Ступінь захисту	IP20

На підставі наведеного вище для виконавчих пристроїв, та їх технічних характеристик складена табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Виконавчих пристроїв

№	Назва параметру	Принцип дії	Тип	Діапазон змінення	Лінійність	Період оновлення	Напруга живлення, В	Потужність споживання, Вт
1	Продуктивність перегрітої пари	4...20 мА	Пропорційний	0...100 %	Лінійний	0,1 с	24	1
2	Тиск перегрітої пари	4...20 мА	Пропорційний	0...100 %	Лінійний	0,1 с	24	1
3	Насос подачі соку	4...20 мА	Пропорційний	0...100 %	Лінійний	0,1 с	24	5

2.4 Пристрій керування

Для правильного вибору пристрою керування необхідно дотримуватися принципів вибору, наприклад пристрій має мати модульну структуру, для забезпечення підключення необхідного обладнання і легкого розширення подальшого функціоналу.

Необхідне підключення датчиків з уніфікованим типом виходу 4...20 мА.

Для управління продуктивністю подачі пари та регулювання тиску пари використані засувки, які мають аналоговий вхід управління 4...20 мА.

Так як кіберфізична система управління пастеризатором соку Pierre GUERIN, повинна інтегруватися з автоматизованою системою керування технологічним обладнанням (АСК ТП), вона повинна мати класичний послідовний канал зв'язку, визначений для цієї системи а саме – RS-485 з підтримкою протоколу MODBUS, або використання мережевого каналу Ethernet. Програмованим логічним контролером (ПЛК) який найкраще підходить та відповідає вимогам до кіберфізичної системи є VIPA 214-2BS33. Він підтримує інтерфейс RS-485 (рис. 2.6) та має 144 кбайт об'єму пам'яті програм, 96 кбайт об'єму робочої пам'яті.

Технічні характеристики ПЛК наведені в таблиці 2.7.



Рисунок 2.6 – ПЛК VIPA 214-2BS33

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики ПЛК VIPA 214-2BS33

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	CPU 214SER
2	Пам'ять, кбайт	144
3	Робоча пам'ять, кбайт	96
4	Максимальна кількість модулів, штук	32
5	Час виконання команди над бітом, мкс	0,18
6	Час виконання команди над байтом, мкс	0,78
7	Час виконання команди над словом, мкс	1,8
8	Час виконання команди над двійним словом, мкс	40,0
9	RS-485 інтерфейс	Присутній
10	Напруга живлення, В	24
11	Споживана потужність, Вт	5

Обрано модуль аналогового вводу VIPA 231-1BD40 який буде використовуватися для підключення аналогових датчиків які мають струмовий сигнал у розмірі 4...20 мА та має по чотири аналогові входи (рис. 2.7) Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.8.



Рисунок 2.7 – Модуль аналогового вводу VIPA 231-1BD40

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики модуля аналогового вводу VIPA 231-1BD40

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	SM 231, ECO
2	Кількість каналів	4
3	Тип каналу	Аналоговий
4	Діапазон вхідного сигналу, мА	4...20
5	Довжина екранованого провідника, м	200
6	Споживана потужність, Вт	0.6

Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.9.

Засувка управління продуктивністю перегрітої пари та її тиском та засувка керування продуктивністю подачі соку до пастеризатору повинні бути підключені до контролеру. Обидві засувки мають вхідний струмовий канал керування 4...20 мА. Для їх підключення потрібен модуль аналогового виводу з діапазоном аналогового вихідного сигналу відповідно також 4...20 мА. Було вибрано модуль VIPA 232-1BD40 з можливістю підключення до чотирьох аналогових виходу 4...20 мА (рис. 2.8)

Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.9.



Рисунок 2.8 – Модуль аналогового виводу VIPA 232-1BD40

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики модуля дискретного виводу VIPA 232-1BD40

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	SM 231, ESO
2	Кількість каналів	4
3	Тип каналу	Аналоговий
4	Діапазон вхідного сигналу	комбінований
5	Довжина екранованого провідника, м	200
6	Споживана потужність, Вт	0,6

В якості підсистеми керування виступає логічний контролер, пульта оператора – персональний комп'ютер, організовується мережа за допомогою інтерфейсу RS-485. Логічний контролер VIPA 214-2BS33 відповідно використовує інтерфейс RS-485.

На підставі обраного програмованого логічного контролера та його модулів складена табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Пристрій керування та його модулі

№	Назва модуля	Пристрій	Напруга живлення	Потужність споживання
1	VIPA 214-2BS33	Центральний процесорний модуль	24 В	5,0 Вт
		Зв'язок - АСК ТП		
2	VIPA 231-1BD40	Модуль аналогового вводу	24 В	0,6 Вт
		Температура соку початкова	24 В	1,0 Вт
		Температура пастеризованого соку	24 В	1,0 Вт
		Тиск пастеризованого соку	24 В	1,0 Вт

3	VIPA 232- 1BD40	Модуль дискретного виводу	24 В	2,0 Вт
		Засувка продуктивності тиску	24 В	1,0 Вт
		Засувка передачі тиску	24 В	1,0 Вт
		Насос подачі соку	24 В	1,0 Вт

2.5 Джерела живлення

Напруга живлення програмованого логічного контролера та модулів до нього складає +24 В. Розрахунок загальної потужності споживання цього програмованого логічного контролера:

$$P = 5,0 + 1 * 0,6 + 1 * 2,0 = 7,6 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

В результаті розрахунку потужності споживання цього ПЛК обрано блок живлення SPD24301 з вихідною напругою +24В та номінальною потужністю 30 Вт (рис. 2.9) Технічні характеристики блока живлення наведені в табл. 2.11.



Рисунок 2.9 – Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики блока живлення Carlo Gavazzi SPD24301

№	Найменування параметра	Значення
1	Напруга живлення, В	~85...~264
2	Вихідна напруга, В	24
3	Потужність, Вт	30
4	Максимальний вихідний струм, А	1,25

Проаналізувавши обране обладнання робимо висновок що для живлення трьох аналогових датчиків та формування трьох аналогових сигналів управління потрібен зовнішній блок живлення.

Вбудовані блоки керування засувками живляться від мережевої напруги яка складає ~220 В. Виходячи з цього, потужність споживання напруги живлення становить:

$$P = 3 * 1,0 + 3 * 1,0 = 6,0 \text{ Вт.} \quad (2.2)$$

За розрахунком потужності споживання датчиків та виконавчого пристрою було обрано блок живлення аналогічний блоку живлення логічного контролера SPD24301 з вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт.

2.6 Розробка функціональної схеми автоматизації

Виходячи з цього до підсистеми керування технологічним обладнанням - пастеризатором Pierre GUERIN розроблена схема автоматизації, яка функціонує згідно вимог, яка наведена на рис. 2.10.

У якості пристрою управління пастеризатором Pierre GUERIN використано попередньо запрограмований логічний контролер (PLC) UY 7 - VIPA 214-2BS33. Цей програмований логічний контролер підключений до технологічного обладнання автоматизованої системи управління технологічним процесом (АСУ ТП). За зв'язок між PLC UY 7 та системою автоматизації більш високого рівня (PLC UY 8) відповідає інтерфейс RS-485. Вимірювання початкової температури соку виконує датчик (TE 1.1 - SITRANS T TW) та перетворювач 4...20 мА (ТТ 1.2 - SITRANS T TW).

Вимірювання температури пастеризованого соку виконує датчик (TE 2.1 - SITRANS T TW) та перетворювач 4...20 мА (ТТ 2.2 - SITRANS T TW).

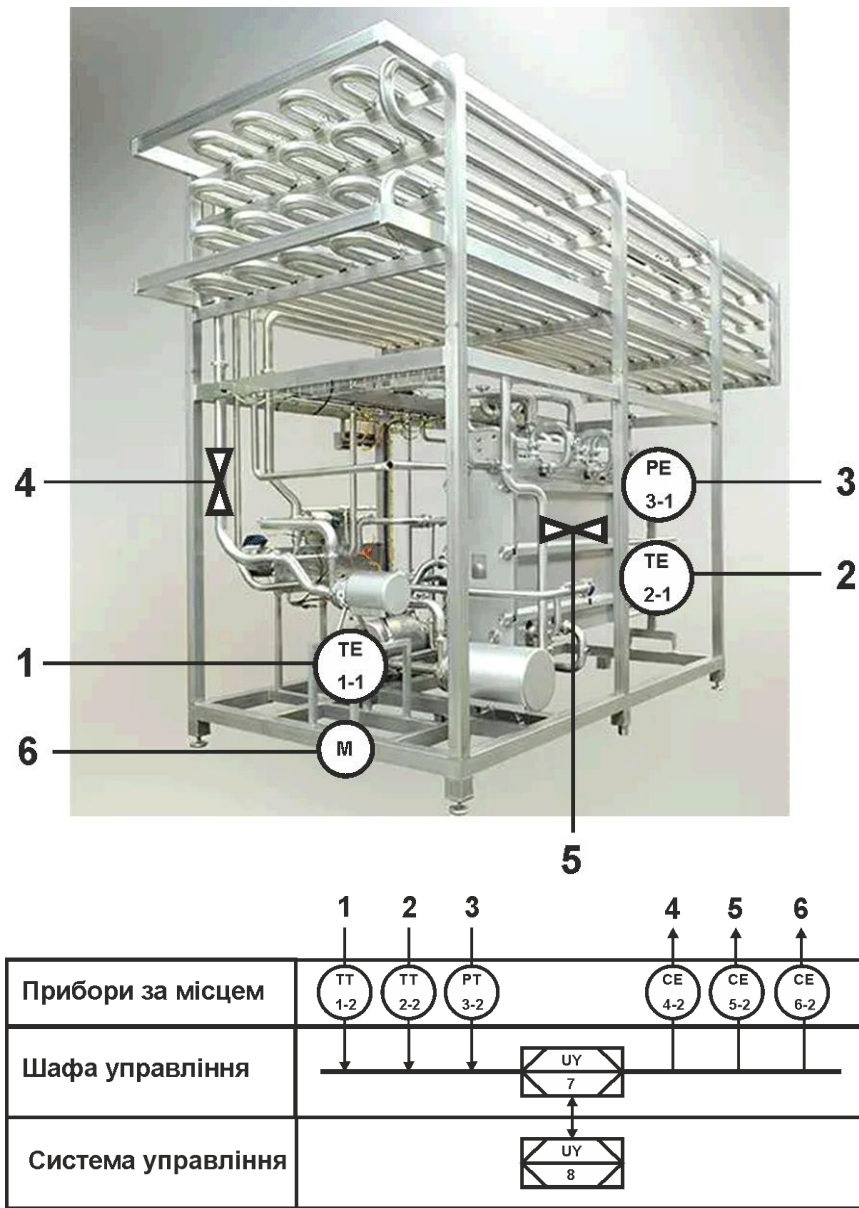


Рисунок 2.10 – Функціональна схема автоматизації

Вимірювання тиску пастеризованого соку призводиться завдяки датчику (PE 3-1 - SITRANS P ZD) та перетворювача 4...20 мА (РТ 3-2 - SITRANS P ZD).

Продуктивність подачі насиченої пари та скидання надлишкового тиску регулюється за допомогою електрозасувки (СЕ4 - НР 114 Lugged, СЕ5 - НР 114 Lugged) з каналом керування 4...20 мА.

Керування продуктивністю насосу подачі соку у пастеризатор Pierre GUERIN використовує частотний перетворювач (CE6 Altivar Process ATV930U22N4) з каналом керування 4...20 мА.

При отриманні первинних значень від датчиків, підключених до програмованого логічного контролера (PLC) UY 7 - VIPA 214-2BS33, здійснюється формування керуючих впливів з метою підтримки заданого режиму роботи при особливій температурі пастеризатора Pierre GUERIN.

Зв'язок між ПЛК (UY 7 – VIPA 214-2BS33) та АСК ТП верхнього рівня (UY 8) реалізовано за допомогою мережевого інформаційного каналу.

2.7 Розробка схеми електричної принципової

Електрична схема кіберфізичної системи управління технологічним обладнанням - пастеризатором Pierre GUERIN (рис. 2.11) розроблена на основі обраного апаратного забезпечення, інтерфейсів та функціональної схеми автоматизації.

У підсистемі використовуються два блока живлення. Один з них, блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G1), підключений до програмованого логічного контролера VIPA 214-2BS33 (A1). Крім того, другий блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G2) використовується для живлення модуля аналогового виводу VIPA 232-1BD40 (A1 - X3) та для живлення датчиків початкової температури соку (BK1), температури пастеризованого соку (BK2) та тиску пастеризованого соку.

Керуючі входи, а саме вхід тиску пари YA2 засувки та входи продуктивності підігрітого пару YA1 підключені до модулю аналогового виводу VIPA 232-1BD40 (A1 – X2) до каналів 1,0 використовуючи стандартний струмовий сигнал 4...20 мА.

Частотний перетворювач YA підключений до модулю дискретного виводу VIPA 232-1BD40 (A1 – X2) до каналу 3 за допомогою класичного струмового сигналу 4...20 мА керує продуктивністю подачі соку у пастеризаторі Pierre GUERIN

Для забезпечення зв'язку між програмованим логічним контролером VIPA 214-2BS33 (A1) та АСК ТП верхнього рівня (A2) використовується інтерфейс RS-485 (A1 - X2).

2.8 Висновки за розділом

У якості об'єкта управління для кіберфізичної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» для групи компаній T.V.FRUIT виступає технологічне обладнання з виготовлення яблучного соку - пастеризатор Pierre GUERIN.

У цьому розділі було вибрано апаратно-програмні засоби для створення підсистеми керування. Була розроблена функціональна схема для автоматизації, а також принципова схема для підсистеми керування. Також був складений перелік елементів, які будуть використовуватись у схемі електричної принципової.

3 РОЗРОБКА КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Завдання по створенню корпоративної мережі

Згідно з завданням до теми кваліфікаційної роботи бакалавра «Кіберфізична система виготовлення концентрованого соку ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT) з детальним опрацюванням побудови та налаштування корпоративної мережі маємо використати наступні початкові дані:

- блок адрес для виділення підмереж: 10.23.IPn.0/22;
- значення IPn блоку адрес виділення підмереж IPn: 44;
- кількості вузлів для мережі LAN1: 13;
- кількості вузлів для мережі LAN2, од.: 15;
- кількості вузлів для мережі LAN3, од.: 37;
- кількості вузлів для мережі LAN4, од.: 38;
- кількості вузлів для мережі LAN5, од.: 50;
- інтенсивність трафіку найбільшої мережі, μ (кадрів/с): 101.

Розподіл мереж між маршрутизаторами (WAN):

- блок адрес для каналів між маршрутизаторами 10.0.№.0/24;
- номер варіанту № 8;
- перші IP-адреси призначати інтерфейсам і під-інтерфейсам маршрутизаторів у LAN;
- інші IP-адрес призначати комутаторам у LAN;
- адреса серверів: перший можливий адресу у мережі + 9 + №.
- адреса вузлів: інші з використаних;
- в мережах VLAN використовувати адресацію кінцевих пристроїв за протоколом DHCP.

Для заданих мереж, які наведені в табл. 3.1, треба розрахувати діапазони можливих адресів.

3.2 Адресація в мережі

3.2.1 IP-адреса

Якщо ми хочемо встановити з'єднання з іншим комп'ютером у мережі, нам потрібно знати його IP-адресу. Кожен комп'ютер повинен мати окрему IP-адресу. Тому що інакше було б неможливо розрізнити, з яким комп'ютером ми хочемо спілкуватися. Один комп'ютер може мати кілька IP-адрес. Це якщо він має кілька мережевих адаптерів.

Абревіатура IP розшифровується як Інтернет-протокол.

IP-адреса надається у формі xxx.xxx.xxx.xxx, де xxx — це число в діапазоні від 0 до 255, тобто один байт, оскільки у нас 4 байти, тому ця адреса має 32 біти (1 байт = 8 біт $\rightarrow 4 \times 8 = 32$), тобто стандарт IPv4, інший стандарт – IPv6, де адреса становить 128 біт.

Адреса IPv4 може виглядати так, наприклад: 85.25.151.22 - для кращої ясності, однак, кожна IP-адреса може мати (або не мати) так зване доменне ім'я (ім'я хоста), призначене їй. Наприклад, якщо ви хочете потрапити на веб-сайт Білла Гейтса, вам не потрібно вводити складні для запам'ятовування набір цифр, просто введіть www.bill.gates.microsoft.com у своєму браузері. Одній IP-адресі також може бути призначено кілька доменних імен — принцип віртуальних серверів на одній машині — наприклад, у вас є веб-хостинг у компанії XY, і вона має один сервер, на якому розміщено кілька доменів для кількох клієнтів. Також одна машина може мати кілька IP-адрес - наприклад, щоб розподілити навантаження, якщо це перевантажений поштовий або веб-сервер.

Ми не можемо створювати IP-адреси довільно. Їх призначає міжнародний орган, відповідальний за керування IP-адресами. Зараз використовується 32-розрядна версія IPv4. Оскільки він дозволяє адресувати лише 4 мільярди

комп'ютерів (теоретично 4 294 967 296 IP-адрес), нова версія IPv6 готова. IPv6 вже буде 128-бітним і його впровадження відбувається поступово.

Поділ адрес IPv4 - IP-адреса складається з двох частин: net - ID (адреса мережі) і host - ID (адреса комп'ютера). Залежно від того, наскільки великі окремі мережі (скільки в них гостей), ми розрізняємо три основні класи IP-адрес - А, В і С.

Клас А – в основному він належить транснаціональним компаніям, урядовим організаціям США тощо. Він дозволяє адресувати лише 126 мереж, але кожна з них може містити до 16 мільйонів комп'ютерів. Діапазон значень IP-адрес: від 0.0.0.0 до 127.255.255.255.

Клас В дозволяє адресувати 16 000 мереж і 65 000 комп'ютерів у кожній мережі. Перші два байти - це мережева адреса, а наступні два - адреса комп'ютера. В Україні його мають важливі організації. Діапазон значень у класі В: від 128.0.0.0 до 191.255.255.255.

Клас С - тут можемо адресувати до 2 мільйонів мереж за допомогою IP-адреси класу С. Кожна мережа може мати 254 комп'ютери. IP-адреса класу С є найбільш використовуваною в Чехії. Перші три байти - це мережева адреса, а один байт - адреса комп'ютера. Діапазон: 192.0.0.0. до 223.255.255.255. Спеціальні IP-адреси - деякі IP-адреси зарезервовано для спеціальних цілей:

- діапазон від 224.0.0.0 до 239.255.255.255 входить до класу D, цей клас використовується для багатоадресної розсилки, це засіб для масової трансляції відео чи аудіо;
- діапазон від 240.0.0.0 до 247.255.255.255 відноситься до класу E, ці значення зарезервовані для подальшого використання та в експериментальних цілях;
- 127.0.0.0 або 127.0.0.1 призначені для тестування, це так звані петлеві адреси.

Ці адреси використовуються мережевим програмним забезпеченням. Якщо ми надішлемо дані на цю адресу, вони не будуть передаватися в мережу через жоден

із мережевих адаптерів комп'ютера. Ми лише дізнаємося, чи працює програмне забезпечення, незалежно від того, чи працює мережеве обладнання.

Мережеві адреси, тобто адреси, гостьова частина яких містить усі нулі. Ці адреси використовуються протоколом IP для правильного маршрутизації пакетів між мережами.

Широкомовна адреса 255.255.255.255 призначена для всіх гостей цієї мережі. Вони використовуються для масової відправки пакетів.

Адреси 127.x.x.x (так званий localhost, найчастіше використовується адреса 127.0.0.1) зарезервовані для так званого loopback, логічного циклу, який дозволяє надсилати пакети самому собі.

Інтранет, якщо мережа ізольована, без підключення до Інтернету, можна використовувати будь-які IP-адреси. Під час підключення внутрішньої мережі до Інтернету може виникнути ситуація, коли існують дві однакові IP-адреси. Шлюз PROXY запобігає цьому факту. Проксі-шлюз може обслуговувати будь-які служби протоколу TCP/IP.

Проксі - це фактично комп'ютер, підключений до Інтернету будь-яким способом. Він повинен мати справжню IP-адресу, щоб бачити «зовні» і бачити його «зовні».

Під час введення www-адреси на комп'ютері у внутрішній мережі браузер надсилає цей запит на проксі-шлюз. Він запитує своє ім'я в Інтернеті, а потім передає запит назад на комп'ютер. А на сусідніх комп'ютерах буде встановлено адресу, зарезервовану для внутрішніх мереж. Зарезервований IP для внутрішніх мереж:

- клас А: 10.0.0.0 до 10.255.255.255
- клас В: 172.16.0.0 до 172.31.0.0
- клас С: 192.168.0.0 до 192.168.255.0

Розділення адрес IPv6:

У IPv6 адреса має довжину 128 біт, що означає, що кількість можливих адрес становить $2^{128} \approx 3 \times 10^{38}$. Це астрономічно велике число; щоб дати вам уявлення: теоретично це 6×10^{23} IP-адреси на 1 м^2 земної поверхні. Навіть якщо взяти до уваги, що навіть у IPv6 велика частина адрес має бути зарезервована, а адресний простір не може використовуватися ідеально, таких адрес достатньо для кожного пристрою, який можна підключити до Інтернету, щоб отримати власну унікальну адресу .

Адреса IPv6 записується у вигляді восьми груп із чотирьох шістнадцяткових цифр, наприклад: 2001:0718:1c01:0016:0214:22ff:fec9:0ca5

Початкові нулі в кожній групі можна опустити в позначенні. Тому наведену вище адресу можна записати у формі: 2001:718:1c01:16:214:22ff:fec9:ca5.

Якщо адреса містить кілька послідовних нульових груп, замість них можна записати лише «::». Ця аббревіатура в адресі може бути лише одна. Він часто використовується для префіксів для нульового кінця адреси або для спеціальних адрес, таких як loopback, чия форма ::1 набагато краща, ніж 0000:0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001.

Архітектура адреси IPv6 визначена RFC 4291. Вона вводить три типи адрес:

- індивідуальні (одноадресні), які ідентифікують точно один мережевий інтерфейс.
- група (мультикаст) відноситься до групи мережевих інтерфейсів, членам яких дані повинні бути доставлені, датаграма, адресована групі, доставляється всім членам групи.
- вибіркової (анюкаст) також відноситься до групи мережевих інтерфейсів, але дані доставляються лише найближчому члену.

3.2.2 Маска підмережі змінної довжини

Маска підмережі змінної довжини (VLSM) - це техніка, яка використовується в проектуванні IP-мереж для створення підмереж із різними масками підмережі. VLSM дозволяє мережевим адміністраторам призначати IP-адреси ефективніше та

ефективніше, використовуючи менші маски підмережі для підмереж із меншою кількістю хостів і більші маски підмережі для підмереж із більшою кількістю хостів.

Маска VLSM - це числова послідовність маскування або підмножина IP-адрес, яка базується на загальних вимогах мережі. VLSM дозволяє адміністратору мережі використовувати довгі маски мережі для кількох хостів і короткі маски для кількох хостів. VLSM використовується з маршрутизатором VLSM і повинен мати підтримку протоколу маршрутизації.

VLSM також відомий як безкласова адреса Інтернет-протоколу (IP). Ключові особливості VLSM включають:

- проста конфігурація мережі;
- IP-адресація мережі шляхом заповнення порожньої підмережі;
- більша ефективність маски підмережі з фіксованим часом (FLSM);
- спрощена маршрутизація, де маршрутизатор працює лише з послідовністю VLSM, по всій IP-адресі.

VLSM (маска підмережі змінної довжини) - функція деяких протоколів маршрутизації , яка дозволяє розділяти та відрізняти підмережі від існуючих підмереж.

VLSM дає змогу розділити адресу, наприклад, клас C (254 хости, маска 255.255.255.0) на кілька менших підмереж, що містять різну кількість хостів. Щоб мережева інформація була добре розподілена між маршрутизаторами, відповідні протоколи маршрутизації повинні обмінюватися повною мережевою інформацією, включаючи маски.

VLSM підтримує наступні протоколи маршрутизації:

- RIP v2;
- EIGRP;
- OSPF;
- Є-Є;

– BGP.

Ці протоколи маршрутизації також часто називають безкласовими.

Приклад розбиття мережі класу C, у нас є приклад діапазону адрес класу C 192.168.1.0/24, і ми хочемо розділити його на підмережі:

- містить 2 хости - 64 можливі підмережі - 192.168.1.4/30 адрес: 192.168.1.4 - 192.168.1.7 (2 хости, мережева адреса, ширококомвна адреса);
- 14 хостів - 16 можливих підмереж - 192.168.1.16 /28 адрес: 192.168.1.16-192.168.1.31 (14 хостів, мережева адреса, ширококомвна адреса);
- 62 хости - 4 можливі підмережі - 192.168.1.64 /26 адрес: 192.168.1.64-192.168.1.127 (62 хости, мережева адреса, ширококомвна адреса);
- 126 хостів - 2 можливі підмережі хостів - 192.168.1.128/25 адрес: 192.168.1.128-192.168.1.255 (126 хостів, мережева адреса, ширококомвна адреса).

3.3 Розрахунок схеми адресації корпоративної мережі

Використовуючи VLSM калькулятор можна швидко та ефективно налаштувати мережу.

Кількість вузлів в підмережах L1...L5 наведена табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість вузлів в підмережах

L1	L2	L3	L4	L5
13	15	37	38	50

Результат розрахунку для мережі з використанням заданого блоку адрес 10.23.44.0/22 для підмереж L1...L5 представлено в табл. 3.2.

Розрахуємо адресацію між маршрутизаторами для мереж WFN1...WAN7. Визначення підмереж між маршрутизаторами наведено на рис. 3.1.

Враховуючі максимальну кількість вузлів в підмережі WAN, яка дорівнює 2, можна застосувати замість блоку адрес 10.0.8.0/24 блок адрес 10.0.8.0/30.

Результат розподілу підмереж WAN1...WAN7 представлено в табл. 3.3.

Розрахуємо адресацію в LAN3 для в мережі VLAN, яка складається мінімум з 37 комп'ютерів, для чотирьох підмереж: WLAN20, WLAN30, WLAN40 та WLAN50 (резервний) із застосуванням розрахованого блоку адрес для L3 з табл. 3.2 10.23.0.128/26.

Результат розподілу для 4 підмереж VLAN20, VLAN30, VLAN40 та VLAN50 представлено в табл. 3.3.

Розрахуємо адресацію в підмережі провайдера для в мережі IPS, яка складається з 4 комп'ютерів під назвою Remout із застосуванням заданого блоку адрес 209.165.202.0/30. Схема адресації пристроїв мережі наведена в табл. 3.

Таблиця 3.5 – Схема адресації пристроїв мережі

Ім'я пристрою	Інтерфейс	ІР-адреса	Маска	Шлюз
Маршрутизатори				
R_Kutniy_0	Fa0/0	10.23.0.64	/26	-
	Se0/1/0	64.100.13.1	/30	-
R_Kutniy_1	Fa0/1	10.23.0.193	/27	-
	Fa0/0	10.23.0.129	/26	-
	Se0/1/0	10.0.8.17	/30	-
	Se0/1/1	10.0.8.9	/30	-
R_Kutniy_2	Fa0/0	10.23.0.225	/28	-
	Se0/1/0	10.0.8.1	/30	-
	Se0/1/1	10.0.8.5	/30	-
R_Kutniy_3	Fa0/0	10.23.0.129	/26	-
	Se0/1/0	10.0.8.2	/30	-
	Se0/1/1	10.0.8.14	/30	-
	Se0/3/0	10.0.8.10	/30	-
	Se0/3/1	209.165.13.2	/30	-
R_Kutniy_4	Se0/1/0	10.0.8.13	/30	-
	Se0/1/1	10.0.8.17	/30	-
	Se0/3/0	10.0.8.6	/30	-
R_Kutniy_SPS	Fa0/0	209.165.202.1	/29	-
	Se0/1/0	209.165.13.2	/30	-
	Se0/1/1	64.100.13.1	/30	-
LAN1				
L1PC0	Fa0	10.23.0.225	/28	10.23.0.224
L1PC1	Fa0	10.23.0.226	/28	10.23.0.224
L1PC2	Fa0	10.23.0.227	/28	10.23.0.224
L1PC3	Fa0	10.23.0.228	/28	10.23.0.224
L1PC4	Fa0	10.23.0.229	/28	10.23.0.224
L1PC5	Fa0	10.23.0.230	/28	10.23.0.224
L1PC6	Fa0	10.23.0.231	/28	10.23.0.224
L1PC7	Fa0	10.23.0.232	/28	10.23.0.224
Server_HTTP	Fa0	10.23.0.240	/28	10.23.0.224
LAN2				
L2PC0	Fa0	10.23.0.194	/27	10.23.0.192
L2PC1	Fa0	10.23.0.195	/27	10.23.0.192
L2PC2	Fa0	10.23.0.196	/27	10.23.0.192
L2PC3	Fa0	10.23.0.197	/27	10.23.0.192
LAN3				
L3PC0	Fa0	10.23.0.129	/26	10.23.0.128
L3PC1	Fa0	10.23.0.130	/26	10.23.0.128
L3PC2	Fa0	10.23.0.145	/26	10.23.0.128
L3PC3	Fa0	10.23.0.146	/26	10.23.0.128
L3PC4	Fa0	10.23.0.161	/26	10.23.0.128
L3PC5	Fa0	10.23.0.162	/26	10.23.0.128
L3PC6	Fa0	10.23.0.177	/26	10.23.0.128

Продовження таблиці 3.5

L3PC7	Fa0	10.23.0.176	/26	10.23.0.128
LAN4				
L4PC0	Fa0	10.23.0.65	/26	10.23.0.64
L4PC1	Fa0	10.23.0.66	/26	10.23.0.64
L4PC2	Fa0	10.23.0.67	/26	10.23.0.64
L4PC3	Fa0	10.23.0.68	/26	10.23.0.64
Server_TFTP	Fa0	10.23.0.69	/26	10.23.0.64
LAN5				
L5PC0	Fa0	10.23.0.129	/26	10.23.0.128
L5PC1	Fa0	10.23.0.130	/26	10.23.0.128
L5PC2	Fa0	10.23.0.131	/26	10.23.0.128
L5PC3	Fa0	10.23.0.132	/26	10.23.0.128
Provider				
LRemoutPC0	Fa0	209.165.202.2	/29	209.165.202.0
LRemoutPC1	Fa0	209.165.202.3	/29	209.165.202.0
LRemoutPC2	Fa0	209.165.202.4	/29	209.165.202.0
LRemoutPC3	Fa0	209.165.202.5	/29	209.165.202.0
LRemoutPC4	Fa0	209.165.202.6	/29	209.165.202.0

3.4 Розробка топологічної схеми корпоративної мережі

Розроблена топологічна схема кіберфізична система виготовлення концентрованого соку ТОВ «Яблуневий дар», представлена на рис. 3.1.

3.5 Налаштування корпоративної мережі

В кіберфізичній системі з виготовлення концентрованого соку у ТОВ «Яблуневий дар», згідно технічних вимог, застосований протокол динамічної маршрутизації EIGRP, який є дистанційно-векторним протоколом, з номером автономної системи 6.

При налаштуванні маршрутизації на роутерах даної КС, на serial-інтерфейсах, відповідно до технічних умов, встановлено пропускну спроможність 128 кб/с , вартість метрики 7'500 та швидкість каналу 128'000.

```
R_Kutniy_4(config)#interface s0/1/0
R_Kutniy_4(config-if)#bandwidth 128
R_Kutniy_4(config-if)# clock rate 128000
```

3.6 Налаштування та перевірка роботи комп'ютерної системи

3.6.1 Базове налаштування конфігурації пристроїв

Процес базового налаштування конфігурації активних мережних пристроїв включає:

- застосування сервісу шифрування паролів;
- захист привілейованого режиму ОС, консольного порту та ліній vty;
- призначення банера MOTD;
- для віддаленого доступу до пристрою на лініях vty застосований протокол SSH;
- створено локальні облікові записи (*username 12319_Kutniy*) з паролем *admincisco12318*;
- створено доменне ім'я пристрою (*ip domain-name R_Kutniy_1*);
- створено ключ RSA завдовжки 1024 біт для шифрування даних.

Приклад базових налаштувань на роутері R1.

Заборонено пошук DNS на маршрутизаторі:

Router(config)#no ip domain-lookup

Задання пристрою унікального імені:

Router(config)#hostname R_Kutniy_1

Зашифровано всі паролі, що зберігаються у відкритому вигляді:

R_Kutniy_1(config)#service password-encryption

Встановлення паролю на вхід до привілейованого режиму:

R_Kutniy_1(config)#enable secret class12319

Встановлено парою на вхід до консольної лінії:

R_Kutniy_1(config)#line console 0

R_Kutniy_1(config-line)#password cisco12318

Налаштування запиту пароля при вході:

R_Kutniy_1(config-line)#login

R_Kutniy_1(config-line)#exit

Налаштування банера MOTD:

R_Kutniy_1(config)#banner motd # 123-19 Kutniy. Enter only have key#

Налаштування протоколу SSH, Створення користувача:

R_Kutniy_1(config)#username 12319_Kutniy password admincisco;

Створення домену:

R_Kutniy_1(config)#ip domain-name R_Kutniy_1

Для шифрування даних створено ключ RSA довжиною 1024 біт:

R_Kutniy_1(config)#crypto key generate rsa

How many bits in the modulus [512]: 1024

% Generating 1024 bit RSA keys, keys will be non-exportable...[OK]

Налаштування лінії VTY:

R_Kutniy_1(config)#line vty 0 4

Встановлення необхідності введення логіну та пароля для входу лінії:

R_Kutniy_1(config-line)#login local

Встановлення входу на лінію тільки по протоколу SSH:

```
R_Kutniy_1(config-line)#transport input ssh
```

Встановлення IPv4-адрес відповідно до таблиці 3.3:

```
R_Kutniy_1(config)#interface g0/1
```

```
R_Kutniy_1 (config-if)# ip address 10.22.208.1 255.255.255.0
```

Для запуску інтерфейсу до роботи слід його обов'язково увімкнути:

```
R_Kutniy_1(config-if)#no shutdown
```

3.6.2 Налаштування маршрутизаторів корпоративної мережі

Приклад налаштування маршрутизації на R_Kutniy_3:

Включити протокол EIGRP на маршрутизаторі:

```
R_Kutniy_2(config)#router eigrp 6
```

```
R_Kutniy_2(config-router)# eigrp router-id 8.8.8.8
```

Об'явлені мережі, підключені до маршрутизатора:

```
R_Kutniy_2(config-router)#network 10.0.6.1 0.0.0.3
```

```
R_Kutniy_2(config-router)#network 10.22.209.0 0.0.0.255
```

Задано інтерфейси, на які не надсилаються оновлення таблиці маршрутизації:

```
R_Kutniy_2(config-router) #passive-interface G0/1
```

Маршрут за замовчуванням на R_Kutniy_2:

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.202.2
```

Вимкнення підсумування маршрутів:

```
R_Kutniy_2(config-router) #no auto-summary
```

Файл конфігурації роутера зберігається в енерго-незалежну пам'ять.

```
R_Kutniy_4#copy running-config startup-config
```

Перевірити таблицю маршрутизації роутера можна командою:

```
R_Kutniy_4#show ip route
```

Перевірку таблиці маршрутизації роутера R_Kutniy_2 наведено на рис. 3.2.

Таблиці маршрутизації інших роутерів КС наведено в додатку А.

```

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 209.165.202.2 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 6 masks
C       10.0.6.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.6.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
D       10.0.6.4/30 [90/21024000] via 10.0.6.2, 00:29:02, Serial0/0/0
D       10.0.6.8/30 [90/21024000] via 10.0.6.2, 00:07:00, Serial0/0/0
D       10.22.208.0/24 [90/21024256] via 10.0.6.2, 00:29:02, Serial0/0/0
C       10.22.209.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.22.209.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D       10.22.210.0/24 [90/21024256] via 10.0.6.2, 00:06:54, Serial0/0/0
D       10.22.211.0/27 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial0/0/0
D       10.22.211.32/27 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial0/0/0
D       10.22.211.64/27 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial0/0/0
D       10.22.211.96/28 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial0/0/0
C       10.22.211.128/26 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L       10.22.211.129/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
D       53.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.2, 00:29:03, Serial0/0/0
D       64.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.2, 00:08:30, Serial0/0/0
D       209.165.202.0/24 [90/20514560] via 10.0.6.2, 00:29:03, Serial0/0/0
S*     0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.2

```

Рисунок 3.3 – Таблиця маршрутизації на R_Kutniy_3

3.6.3 Налаштування роботи Інтернет

NAT на прикордонному маршрутизаторі налаштовано згідно з вимогами:

- пул адрес: 10.23.0.65 - 10.23.0.126;
- адреса 10.23.0.126 та маска 255.255.255.192 Server HTTP;
- номер списку доступу: 6;
- ім'я пулу: Internet.

Приклад налаштування NAT на R_Kutniy_3:

Список контролю доступу, що дозволяє всі адреси внутрішньої мережі:

```
R_Kutniy_3(config)# access-list 6 permit 10.22.208.0 0.0.7.255
```

Пул для динамічного виділення інтернет адрес:

```
R_Kutniy_3(config)#ip nat pool Internet 209.165.202.5 209.165.202.30
netmask 255.255.255.224
```


Використовуємо підміну адреси внутрішньої мережі на інші інтернет адреси зі списку

```
R_Kutniy_3(config)#ip nat inside source list 6 pool Internet
```

Адреса статичного NAT для серверу HTTP:

```
R_Kutniy_3(config)#ip nat inside source static 10.22.210.10 209.165.200.5
```

Призначення інтерфейсу в якості вихідного для трафіку з мережі приватних адрес:

```
R_Kutniy_3(config)#interface F4/0
```

```
R_Kutniy_3(config-if)#ip nat outside
```

Призначення інтерфейсу в якості вхідного для трафіку з мережі приватних адрес:

```
R_Kutniy_3(config-if)#interface Serial2/0
```

```
R_Kutniy_3(config-if)#ip nat inside
```

Для перевірки роботи NAT отримуємо таблицю перетворювань.

3.6.4 Перевірка роботи комп'ютерної системи

Пінгування хостів між підмережами LAN5 та LAN1.

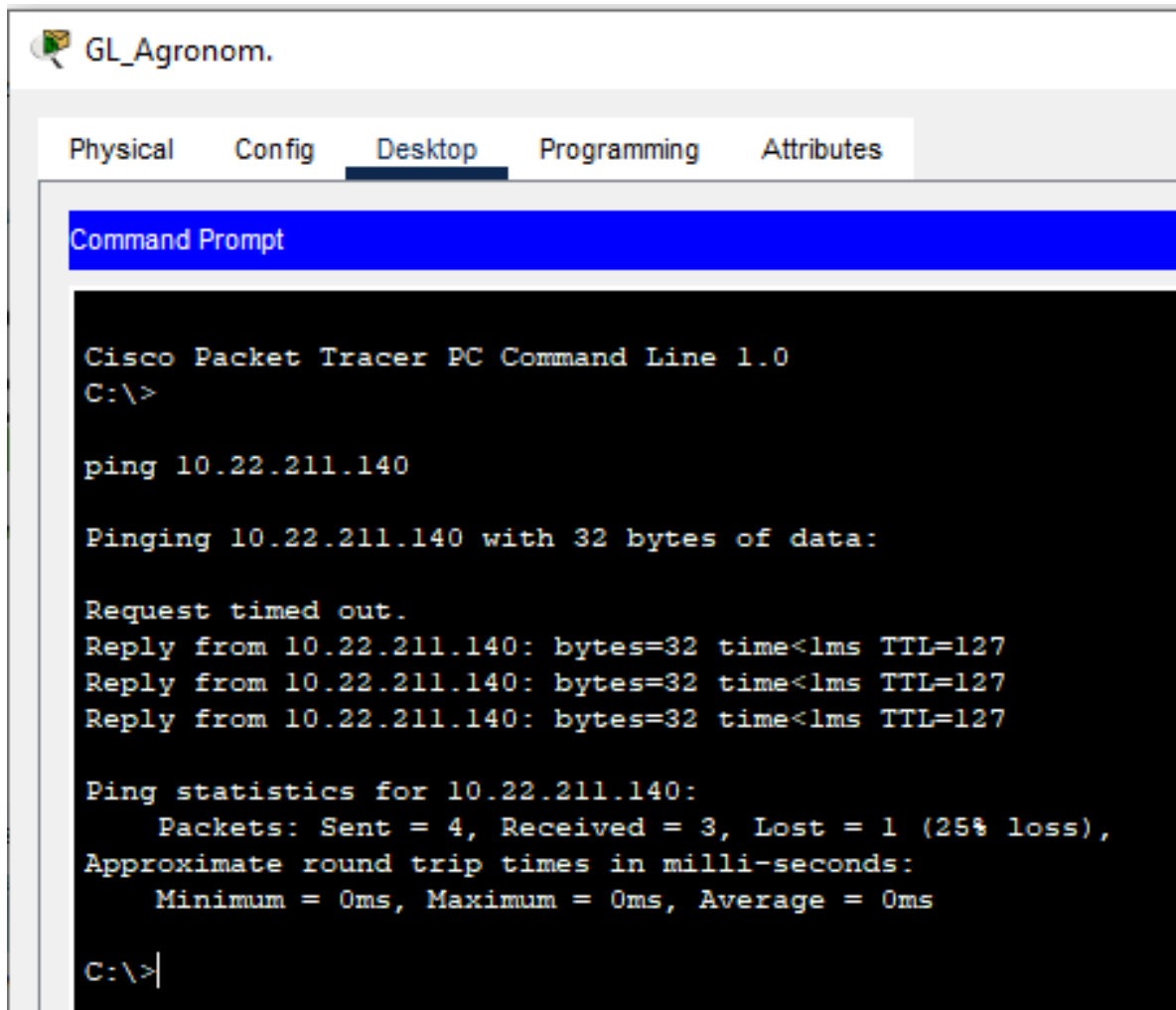


Рисунок 3.5 – Результат команди «ping» між підмережами КС

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit	Delete
	Successful	GL_Agronom.	GL_Engineer	ICMP		0.000	N	0	(edit)	
	Successful	Admin_IT	Director	ICMP		0.000	N	1	(edit)	
	Successful	Admin_IT	Brigadir	ICMP		0.000	N	2	(edit)	
	Successful	Admin_IT	Tehnolog	ICMP		0.000	N	3	(edit)	

Рисунок 3.6 – Пінгування хостів між підмережами КС засобами PacketTracer

Для перевірки SSH зробимо підключення з командного рядка GL_Engineer з підмережі «LAN4» до маршрутизатора R_Kutniy_1 від користувача 12319_Kutniy з паролем admincisco12318 командою *ssh -l username ip-address*.

Physical Config **Desktop** Programming Attributes

Command Prompt

IP address	Client-ID/ Hardware address	Lease expiration	Type
10.22.208.12	00D0.582C.D967	--	Automatic
10.22.208.11	0005.5E4B.8454	--	Automatic
10.22.208.13	00E0.8F49.758A	--	Automatic
10.22.208.16	0001.63E6.EB3E	--	Automatic
10.22.208.15	0001.96C9.1845	--	Automatic
10.22.208.14	0001.424C.8355	--	Automatic
10.22.208.17	00D0.9716.6D21	--	Automatic
10.22.208.18	0050.0FC4.2A0C	--	Automatic
10.22.208.19	0001.979A.514A	--	Automatic

Рисунок 3.7– Перевірка підключення до маршрутизатора R_Kutniy_1 за допомогою протоколу SSH

В підмережі «LAN1» на комутаторах виконано об'єднання фізичних портів f0/1-4 в port-channel (агрегування каналів). Застосований для цієї цілі PAgP в якості каналного протоколу. Port Aggregation Protocol (PAgP) –протокол компанії Cisco Systems, який служить для автоматичного агрегування фізичних Ethernet портів комутатора в один логічний. Агрегування каналів підмережі LAN1 виконане для збільшення пропускну здатність і надійності каналів між трьома комутаторами.

Усі канали комутаторів в активному стані, крім одного. Канал f0/3-4 є запасним каналом, який перейде в активний стан, якщо основні канали стануть неактивними. Канал призначений в якості запасного за допомогою протоколу spanning-tree.

На рис. 3.8 наведений результат налаштування агрегації каналів за допомогою PAgP на комутаторі S_Kutniy_2, було успішно створено два порт-канали, один з яких об'єднує порти Fa0/1-2, а інший – Fa0/3-4.

```

Flags:  D - down          P - in port-channel
        I - stand-alone  s - suspended
        H - Hot-standby (LACP only)
        R - Layer3       S - Layer2
        U - in use       f - failed to allocate aggregator
        u - unsuitable for bundling
        w - waiting to be aggregated
        d - default port

```

```

Number of channel-groups in use: 2
Number of aggregators:          2

```

Group	Port-channel	Protocol	Ports
1	Po1 (SU)	PAgP	Fa0/1 (P) Fa0/2 (P)
3	Po3 (SD)	PAgP	Fa0/3 (I) Fa0/4 (I)

Рисунок 3.8 – Налаштовання агрегації каналів на S_Kutniy_2

В підмережах кіберфізичної система виготовлення концентрованого соку ТОВ «Яблуневий дар» хости отримують мережні налаштування за протоколом DHCP.

Приклад налаштування DHCP на R_Kutniy_2.

```
R_Kutniy_2(config)#interface g0/1
```

Активовано протокол DHCP:

```
R_Kutniy_2(config-if)#service DHCP
```

Створений пул DHCP з ім'ям Organization_department:

```
R_Kutniy_2(config-if)#ip dhcp pool LAN1
```

Вилучено з пулу перші 10 адрес:

```
R_Kutniy_2(config-if)#ip dhcp ex 10.22.211.129 10.22.211.139
```

Зазначена мережа і шлюз за замовчуванням:

```
R_Kutniy_2(config-if)#net 10.22.111.128 255.255.255.192
```

```
R_Kutniy_2(config-if)#def 10.22.211.129
```

```
R_Kutniy_2(config-if)#dns 10.22.210.10
```

IP address	Client-ID/ Hardware address	Lease expiration	Type
10.22.209.12	0001.4243.2DE6	--	Automatic
10.22.209.13	0007.ECD3.27E4	--	Automatic
10.22.209.14	0090.21A2.01EA	--	Automatic
10.22.209.11	00E0.F9E1.81DE	--	Automatic
10.22.209.15	0009.7C42.630E	--	Automatic
10.22.209.16	000C.8512.A747	--	Automatic
10.22.209.17	00D0.BA2B.4745	--	Automatic
10.22.209.18	000C.CF2B.9001	--	Automatic
10.22.211.141	0001.4214.C6C4	--	Automatic
10.22.211.140	00D0.97D3.5C3C	--	Automatic
10.22.211.142	0030.A349.87E6	--	Automatic
10.22.211.143	000A.F37D.0793	--	Automatic
10.22.211.144	0040.0B9C.7B22	--	Automatic
10.22.211.145	00E0.F93A.9B8A	--	Automatic
10.22.211.146	0060.3EC1.B4A4	--	Automatic
10.22.211.147	0007.EC4C.88DB	--	Automatic
10.22.211.148	0030.F294.C618	--	Automatic
10.22.211.149	0002.179A.8CE9	--	Automatic
10.22.211.150	00E0.8F03.DA94	--	Automatic
10.22.211.151	0060.7013.10C4	--	Automatic

Рисунок 3.9 – Таблиця призначення IP-адрес вузлам за протоколом DHCP

3.7 Захист інформації в комп'ютерній системі від несанкціонованого доступу

3.7.1 Розробка методів для захисту інформації в комп'ютерній системі

Приклад налаштування сервісу AAA та серверу RADIUS.

Запуск служби AAA:

```
R_Kutniy_4(config)#aaa new-model
```

Налаштування методу аутентифікації з використання локальної бази користувачів:

```
R_Kutniy_4(config)#aaa authentication login default local
```

Методом аутентифікації використовуємо Login на сервері RADIUS в іншому випадку використовується локальна база користувачів

```
R_Kutniy_4(config)#aaa authentication login Login group radius local
```

Застосування методу аутентифікації Login на консольній лінії та vty:

```
R_Kutniy_4(config)#line console 0
```

```
R_Kutniy_4(config-line)#login authentication Login
```

```
R_Kutniy_4(config)#line vty 0 4
```

```
R_Kutniy_4(config-line)#login authentication default
```

Налаштування RADIUS-серверу:

```
R_Kutniy_4(config)#radius-server host 10.22.210.10 auth-port 1645
```

```
R_Kutniy_4(config)#radius-server key Radius+Kutniy_123
```

Для доступу використовується доменне ім'я пристрою R_Kutniy_3 з паролем Radius+Kutniy_123, що був налаштований на сервері RADIUS.

У комутаторах, які використовуються для підключення серверів КС, встановлені заходи безпеки, що дозволяють доступ лише одному пристрою на кожен порт. MAC-адреси цих пристроїв статично додаються до поточної конфігурації. Якщо система безпеки виявить порушення, відповідний порт буде вимкнено.

3.7.2 Налаштування мережах VLAN та параметрів безпеки комутаторів

Згідно до технічних вимог в підмережі «Відділ Забезпечення діяльності голови правління» були створені 3 підмережі VLAN.

Таблиця 3.5 – Назви VLAN для підмережі

Номер VLAN	Ім'я VLAN	Примітка
16	VLAN20	Відділ продаж
26	VLAN30	Відділ зовнішньої реклами
36	VLAN40	Відділ скрвісу
99	VLAN50	Технічне обслуговування

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Gig0/1, Gig0/2
16 VLAN_16	active	Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23
26 VLAN_26	active	Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14
36 VLAN_36	active	Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9
99 Management	active	
100 Native	active	
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

Рисунок 3.10 – Налаштування VLAN на S_Kutniy_0

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Gig0/1, Gig0/2
16 VLAN_16	active	Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/24
26 VLAN_26	active	Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14
36 VLAN_36	active	Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9
99 Management	active	
100 Native	active	
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

Рисунок 3.11 – Налаштування VLAN S_Kutniy_1

На рисунках наведено розподіл портів комутаторів за віртуальними мережами, які було створено та призначені інтерфейси керування.

Для здійснення передачі трафіку між VLAN необхідно налаштувати порт GigabitEthernet0/1 маршрутизатора R_Kutniy_0 на підтримку технології інкапсуляції 802.1Q.

```
R_Kutniy_0(config)#interface g0/1
R_Kutniy_0(config-if)#no shutdown
Налаштування підінтерфейсу для маршрутизації трафіку між VLAN.
R_Kutniy_0(config)#interface g0/0.16
Тегування пакетів для данного підінтерфейсу.
R_Kutniy_0(config-subif)#encapsulation dot1Q 16 //
```

R_Kutniy_0(config-subif)#ip address 10.22.211.1 255.255.255.224

Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address
GigabitEthernet0/0	Up	--	64.100.13.2/30	<not set>
GigabitEthernet0/1	Up	--	<not set>	<not set>
GigabitEthernet0/1.16	Up	--	10.22.211.1/27	<not set>
GigabitEthernet0/1.26	Up	--	10.22.211.33/27	<not set>
GigabitEthernet0/1.36	Up	--	10.22.211.65/27	<not set>
GigabitEthernet0/1.99	Up	--	10.22.211.97/28	<not set>
GigabitEthernet0/2	Down	--	<not set>	<not set>
Serial0/0/0	Down	--	<not set>	<not set>
Serial0/0/1	Down	--	<not set>	<not set>
FastEthernet0/1/0	Up	1	--	<not set>
FastEthernet0/1/1	Up	1	--	<not set>
FastEthernet0/1/2	Up	1	--	<not set>
FastEthernet0/1/3	Up	1	--	<not set>
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>

Рисунок 3.12 – Перевірка налаштування 802.1Q на R_Kutniy_0

Інкапсуляція 802.1Q R_Kutniy_0 на налаштована.

3.8 Висновки за розділом

В розділі розробка корпоративної мережі, поставлено завдання по створенню корпоративної мережі, описані принципи адресація в мережі, проведено розрахунок схеми адресації корпоративної мережі, розроблена топологічна схеми корпоративної мережі, проведено налаштування корпоративної мережі, здійснена перевірка роботи комп'ютерної системи та розроблені заходи з захисту інформації в комп'ютерній системі від несанкціонованого доступу.

4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

4.1 Обладнання та сервіси системи IoT

Структура системи IoT з реалізації автоматичного освітлення та поливу зеленої зони на території підприємства ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній T.B.FRUIT) наведена на рис. 4.1.

Керування системою IoT та відстеження станів об'єкту можливий з ноутбука адміністратора, а відстеження віддаленими користувачами станів системи можливе за допомогою технології 3G/4G зі смартфонів. Система IoT застосовує хмарні обчислення. Кожному з пристроїв мережі призначені IP-адреси, маски і шлюз за замовчуванням за протоколом DHCP. Виконані налаштування технології WiFi на пристроях IoT для підключення до хмарного сервісу. Засобами хмарного сервісу реалізований сценарій керування пристроями IoT на віддаленому сервері.

Керування зрошенням необхідно виконувати в нічний час – з 23:00 до 4:00. Також, якщо температура оточуючого повітря перевищує 27°C необхідно вмикати розприскувачі і вимикати за температури 21°C. Також, якщо вологість оточуючого повітря перевищує 70 % необхідно заборонити вмикання розприскувачів і зняти заборону при 45% вологості повітря. Показники датчиків виводити на LCD монітор.

Керування розприскувачами необхідно виконати із застосуванням технології туманних обчислень. Але показники датчиків також передавати на віддалений сервер IoT.

На території зеленої зони є вуличне освітлення, ліхтарі оздоблені обладнанням для підтримки технології IoT. Керування ліхтарями необхідно виконати із застосуванням технології хмарних обчислень.

Комунікація пристроїв виконана на базі технології WiFi, що забезпечує маршрутизатор DLC100. Для керування роботою мережі та отримання доступу до веб-інтерфейсу системи безпеки користувачів конфігуровано налаштування Home Gateway та IoT-сервер.

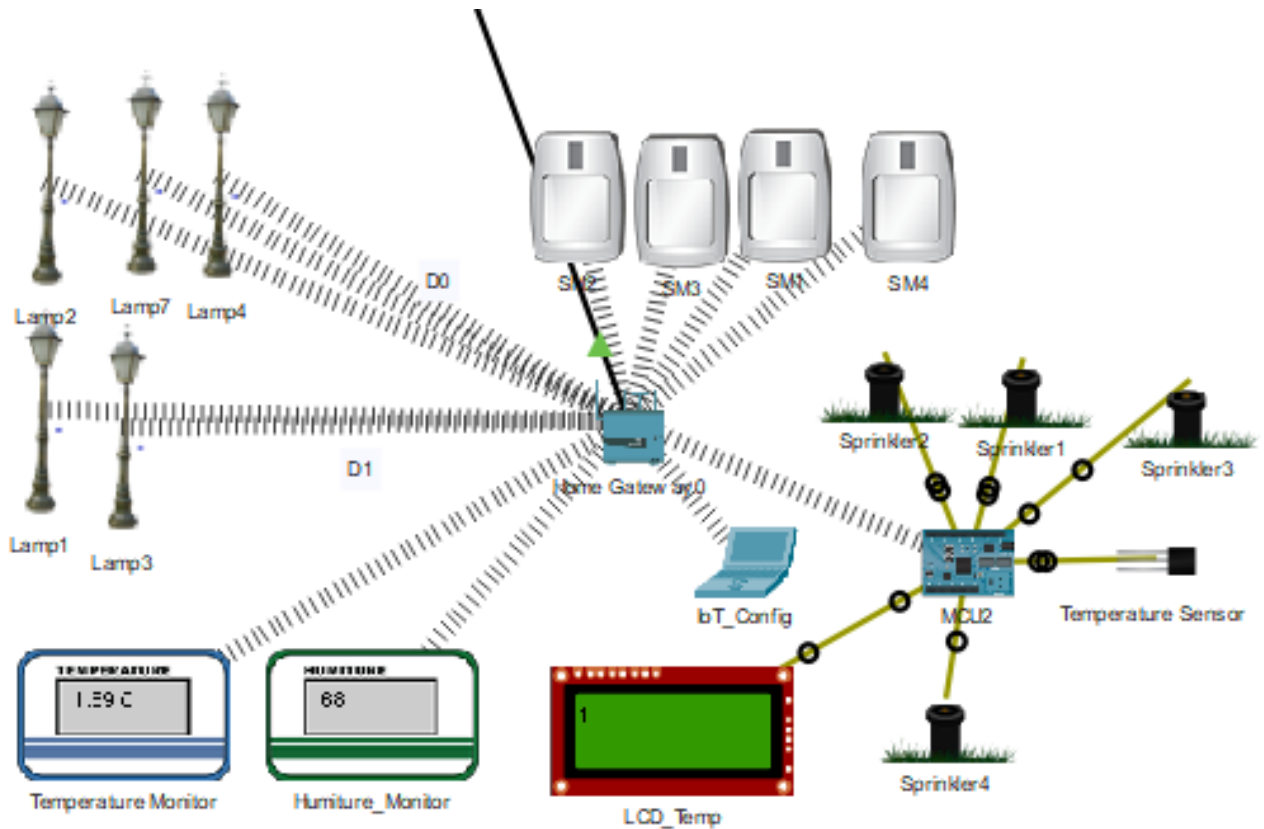


Рисунок 4.1 – Структурна схема мережі IoT

Home Gateway для під'єднаних пристроїв забезпечує розподіл адрес з приватного блоку адрес 192.168.25.100-192.168.25.254 за допомогою протоколу DHCP.

Таблиця 4.1 – Мережні налаштування шлюзу

Параметр	Значення
IP-адреса шлюзу	192.168.25.1
Маска підмережі	255.255.255.0
SSID бездротової мережі	GazonP
Метод автентифікації	WPA2-PSK AES
Ключ автентифікації (<i>пароль</i>)	KytniyKey

Усі розумні речі системи IoT підключені до бездротової мережі, яку підтримує Home Gateway.

Для під'єднання до мережі на речах налаштовані: ідентифікатор SSID, метод автентифікації, ключ автентифікації, отримання IP-адреси за DHCP, то вказаний IoT-сервер.

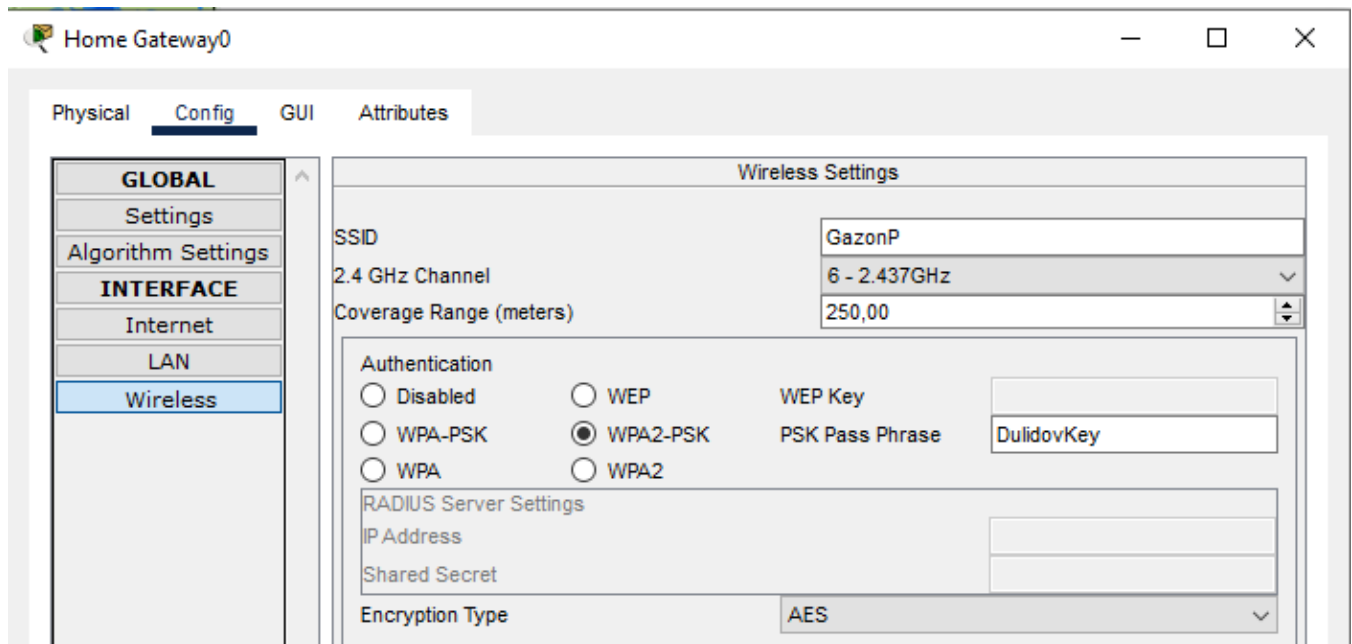


Рисунок 4.2 – Налаштування інтерфейсу wireless IoT-пристрою

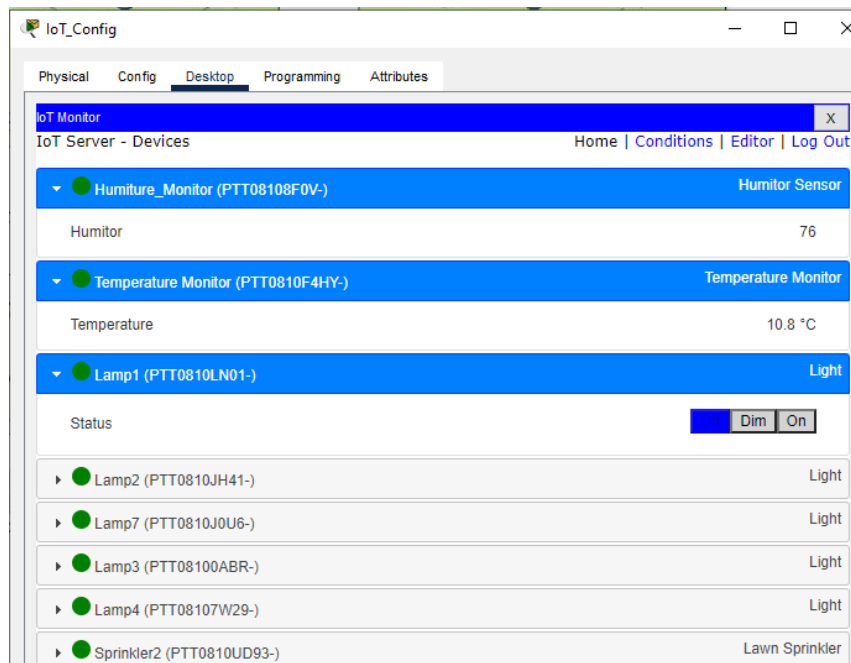


Рисунок 4.3 – Веб-інтерфейс управління IoT-пристроями

Для під'єднання до мережі на речах налаштовані: ідентифікатор SSID, метод автентифікації, ключ автентифікації, отримання IP-адреси за DHCP, то вказаний IoT-сервер.

В якості IoT-серверу налаштований сервер провайдера з IP-адресою 53.200.10.9/24 . На головній сторінці веб-сайту сервера відображений перелік IoT-пристроїв, для кожного з яких є можливість віддаленого керування (увімкнення/вимкнення) або спостереження.

За допомогою web-інтерфейсу IoT-сервера налаштований сценарій системи. Сценарій:

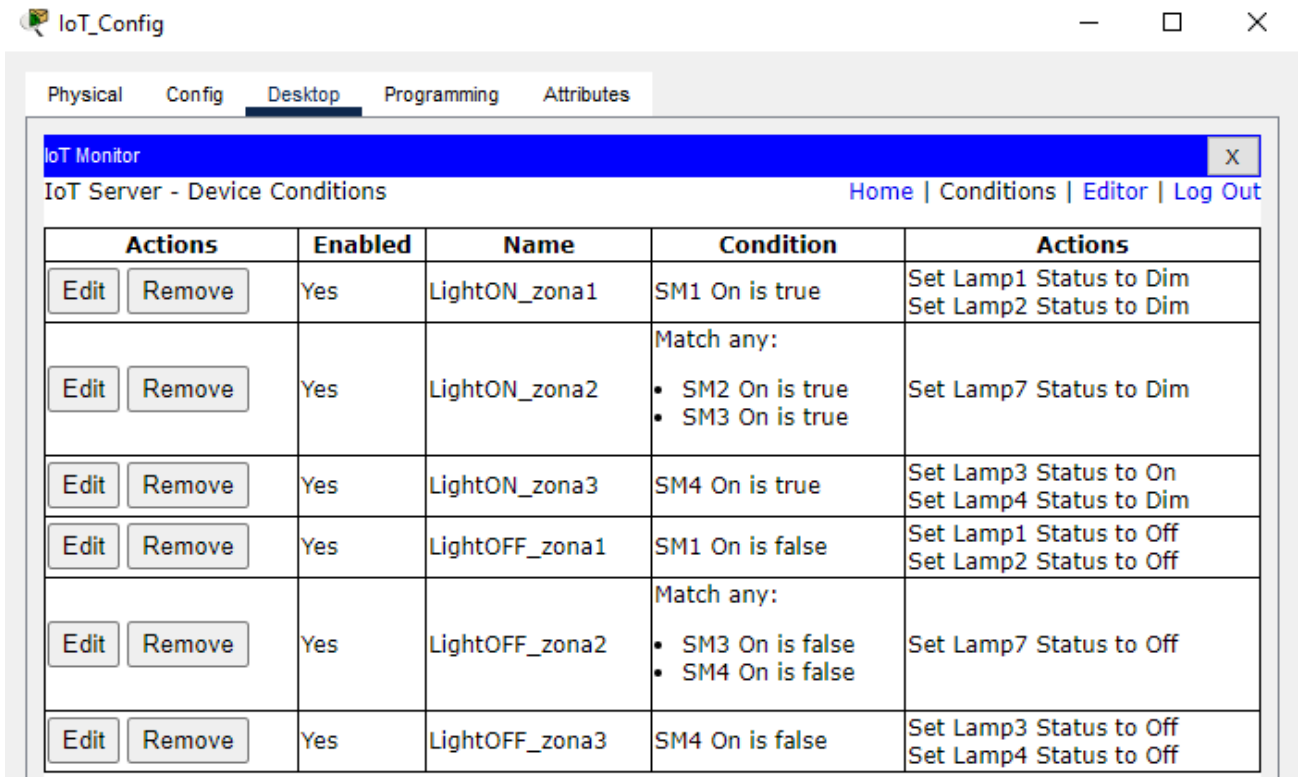


Рисунок 4.4 – Сценарій функціонування системи IoT

Для реалізації туманних обчислень, для контролера системи необхідно скласти таблицю підключення компонентів, та виконати програмування, відповідно до технічних вимог.

Для під'єднання електронних датчиків і виконавчих пристроїв застосований кабель IoT Custom Cable. Схему підключення наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Таблиця підключення компонентів

Пристрій	Вхід	Тип входу	Напряв
Датчик температури	A0	Аналоговий	IN (вхід)
Датчик вологості	A0	Аналоговий	IN (вхід)
Розбрискувач1	D1	Дискретний (цифровий)	OUT (вихід)
Розбрискувач2	D2	Дискретний (цифровий)	OUT (вихід)
Цифровий дисплей	D0	Дискретний (цифровий)	IN (вхід)
Розбрискувач3	D3	Дискретний (цифровий)	OUT (вихід)
Розбрискувач4	D4	Дискретний (цифровий)	OUT (вихід)

Програмування контролера виконане мовою Python.

```

1  from gpio import *
2  from time import *
3  from environment import *
4  import math
5
6  pinMode(0, OUT) # Display
7  pinMode(1, OUT) # Sprinkler1
8  pinMode(2, OUT) # Sprinkler2
9  pinMode(3, OUT) #Sprinkler3
10 pinMode(3, OUT) #Sprinkler4
11
12 print('Temperature|Humiditi')
13
14 ENVIRONMENT_NAME = "Sunlight"
15 MIN = 0
16 MAX = 100
17
18 def main():
19     global ENVIRONMENT_NAME
20
21     while True:
22         value = Environment.get(ENVIRONMENT_NAME)
23         T = analogRead(A0) * 200 / (1023) -100
24         customWrite(5, T)
25         if (T >= 25 or value == MIN):
26             customWrite(1, 1)
27             customWrite(0, 1)
28             customWrite(2, 1)
29             customWrite(4, 1)
30             customWrite(3, 1)
31
32         else:# Temp less than 25, turn off sprinklers
33             customWrite(1, 0)
34             customWrite(0, 0)
35             customWrite(2, 0)
36             customWrite(4, 0)
37             customWrite(3, 0)
38             sleep(1.5)# 1 second in real life == 30 sec
39
40 if __name__ == "__main__":
41     main()

```

Рисунок 4.5 – Код реалізації хмарних обчислень

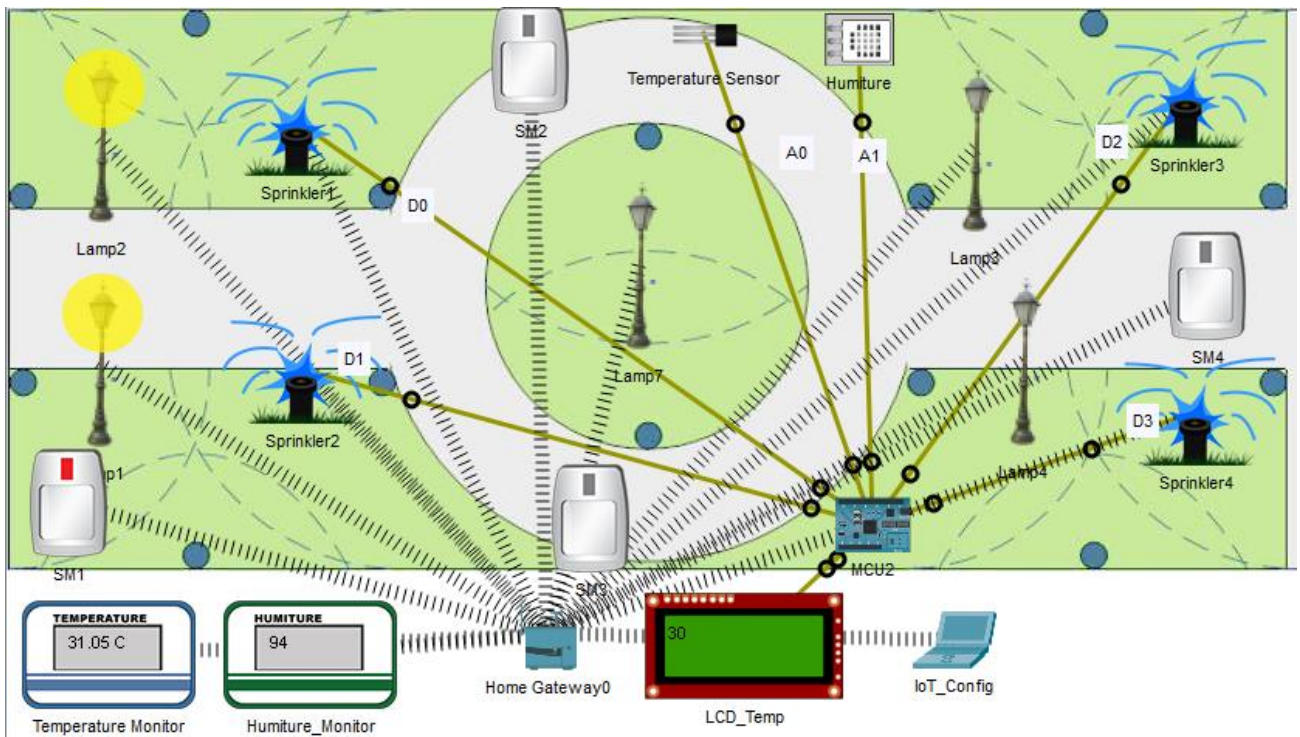


Рисунок 4.5 – Результат роботи IoT системи

4.2 Висновки за розділом

В розділі розробка компонента системи кваліфікаційної роботи розроблена система IoT для автоматичного управління освітленням та поливом зеленої зони на території підприємства ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній Т.В.FRUIT).

ВИСНОВКИ

Завдання кваліфікаційної роботи полягає у розробці кіберфізичної системи для виробництва концентрованого соку для ТОВ "Яблуневий дар". Також приділяється увага на побудові та налаштуванні корпоративної мережі. Архітектура цієї кіберфізичної системи має певну кількість підмереж, взаємозв'язки та комп'ютери. Робота містить в собі розрахунки налаштувань для топологічної схеми мережі та самої топології, вибір інтерфейсів підключення каналів зв'язку та відповідного протоколу обміну даними, налаштування маршрутизації та подальше моделювання та перевірку роботи комп'ютерної системи. Основний акцент роботи ставиться на побудові та налаштуванні корпоративної мережі. Архітектура цієї кіберфізичної системи має певну кількість підмереж, взаємозв'язки та комп'ютери.

Окрім того у межах даної кваліфікаційної роботи необхідно також здійснити відбір відповідного фізичного середовища, кабелів, портів і з'єднувачів для забезпечення з'єднання мережевих пристроїв з іншими пристроями та вузлами мережі. Також потрібно вибрати відповідні мережеві пристрої та компоненти, які відповідають технічним вимогам мережі. У цьому контексті необхідно провести аналітичні розрахунки для визначення споживаної потужності, обсягів та швидкостей передачі даних через канали мережі з урахуванням обраних апаратних засобів та затримок, пов'язаних з обробкою даних на вузлах мережі.

Об'єктом управління для кіберфізичної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар» для групи компаній T.V.FRUIT виступає технологічне обладнання з виготовлення яблучного соку - пастеризатор Pierre GUERIN. У цьому розділі вибрано ефективні засоби розробки та налаштування управління системи, яка відповідає загальним вимогам до управління технологічним обладнанням.

В розділі розробка корпоративної мережі, поставлено завдання по створенню корпоративної мережі, описані принципи адресація в мережі, проведено розрахунок схеми адресації корпоративної мережі, розроблена топологічна схема корпоративної мережі, проведено налаштування корпоративної мережі, здійснене моделювання роботи комп'ютерної системи та розроблені заходи з захисту інформації в комп'ютерній системі від несанкціонованого доступу.

В розділі розробка компонента системи кваліфікаційної роботи розроблена системи IoT для автоматичного управління освітленням та поливом зеленої зони на території підприємства ТОВ «Яблуневий дар» (група компаній T.B.FRUIT).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Яблуневий дар, ТОВ. Режим доступу: <https://galicia.business-guide.com.ua/>
2. В&P Engineering group. Режим доступу: <https://www.engineering-bp.com/news-art/articles-and-publications/the-process-of-production-of-juices-and-concentrates-in-a-nutshell/34>
3. Огляд ринку яблучних соків і концентратів в Україні. Режим доступу: <https://agroportal.ua/blogs/obzor-rynka-yablochnykh-sokov-i-kontsentratov-v-ukraine>
4. Recent progress and future perspectives on non-thermal apple juice processing techniques. Режим доступу: <https://fppn.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43014-023-00149-w>
5. Automation of Multiproduct Herbal Juice Manufacturing Plant. Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ijariit.com/manuscripts/v3i2/V3I2-1548.pdf>
6. The critical need for automation in Enterprise Network management services. Режим доступу: <https://www.expresscomputer.in/guest-blogs/the-critical-need-for-automation-in-enterprise-network-management-services/96004/>
7. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності», 14-15 березня 2019 року, Херсон 2019. Використання яблук та продукції їх післязбиральної доробки в годівлі коней. Соболев О. М. к. с.-г. н., доцент Пелих Н. Л. к. с.-г. н., доцент, Панкєєв С. П., к. с.-г. н., доцент, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
8. Підвищення ефективності управління підприємством шляхом удосконалення організаційної структури Кудінова М.М., кандидат економічних

наук, доцент кафедри економіки та менеджменту, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Рибалка А.С., студентка спеціальності «Менеджмент», Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Чубач О.Р., студент спеціальності «Менеджмент», Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна. Східна Європа: економіка, бізнес та управління, Випуск 3 (14) 2018, УДК 65.015

9. Пастеризатор для фруктового сока. Режим доступу:
<https://www.directindustry.com.ru/prod/pierre-guerin/product-12018-2245349.html>

10. Infocom Ltd, Контрольно-вимірювальні прилади. Режим доступу:
<https://ia.ua/uk/delivery-ua/kontrolno-vimiryuvalni-priladi/>

11. ЕЛЕТЕН, SITRANS P Z, ZD и P COMPACT. Режим доступу:
http://www.eleten.com.ua/SITRANS_P_Z,_ZD_P_COMPACT.html

12. High Performance Valves: HP 114 Lugged. Режим доступу:
<https://www.industry-plaza.com/high-performance-valves-hp-114-lugged-p90891.html>

Додаток А
Текст програми

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

Текст програми
804.02070743.23008-01 12 01

Листів 5

2023

АНОТАЦІЯ

Дана програма містить в собі частину програмного коду для програмування налаштування компонентів корпоративної мережі комп'ютерної системи з виготовлення концентрованого соку для ТОВ «Яблуневий дар». Програма призначена для забезпечення налаштування динамічної маршрутизації, DHCP, AAA, інтерфейсів, протоколу маршрутизації NAT, консольних і vty ліній та створення мереж VPN, домену и SSH комп'ютерної системи.

ЗМІСТ

	стор.
1. Налаштування роутера R_Kutniy_2	4
2. Налаштування комутатора S_Kutniy_5	6

```

1      Налаштування роутера R_Kutniy_2
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
service password-encryption
!
hostname R_Kutniy_2
!
enable          secret          5
$1$mERr$hX5rVt7rPNoS4wqbXKX7m0
!
ip dhcp excluded-address 10.22.209.1
10.22.209.10
ip dhcp excluded-address 10.22.211.129
10.22.211.139
!
ip dhcp pool POOL_LAN5
network 10.22.209.0 255.255.255.0
default-router 10.22.209.1
dns-server 10.22.210.10
ip dhcp pool POOL_LAN1
network 10.22.211.128 255.255.255.192
default-router 10.22.211.129
dns-server 10.22.210.10
!
!
aaa new-model
!
aaa authentication login Login group radius
local
aaa authentication login SSH-LOGIN local
aaa authentication login default group radius
local
!
username 12319_Kutniy password 7
0822455D0A16
!
!
license udi pid CISCO2911/K9 sn
FTX1524CED0-
!
no ip domain-lookup
ip domain-name R_Kutniy_2
!
!
spanning-tree mode pvst
interface GigabitEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
description TO LAN 5
ip address 10.22.209.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/2
description TO LAN1
ip address 10.22.211.129 255.255.255.192
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/0/0
description to WAN1
bandwidth 128
ip address 10.0.6.1 255.255.255.252
clock rate 2000000
!
interface Serial0/0/1
no ip address
clock rate 2000000
shutdown
!
!
interface FastEthernet0/1/0
!
interface FastEthernet0/1/1
!
interface FastEthernet0/1/2
!
interface FastEthernet0/1/3
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router eigrp 6
 redistribute static
 passive-interface GigabitEthernet0/1
 passive-interface GigabitEthernet0/2
 network 10.22.209.0 0.0.0.255
 network 10.0.6.0 0.0.0.3
 network 10.22.211.128 0.0.0.63
!
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.202.2
!

```



```

ip flow-export version 9
!
banner motd #123-19 Kutniy. Enter only have
key#
!
radius-server host 10.22.210.10 auth-port 1645
radius-server key zzz
!
radius server 10.22.210.10
address ipv4 10.22.210.10 auth-port 1645
!
line con 0
password 7 0822455D0A16
!
line aux 0
!
line vty 0 4
password 7 0822455D0A16
login authentication SSH-LOGIN
transport input ssh
line vty 5 15
password 7 0822455D0A16
transport input ssh
!
end

```

```

1      Налаштування      комутатора
S_Kutniy_0
!
version 15.0
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
service password-encryption
!
hostname S_Kutniy_5
!
enable      secret      5
$1$mERr$hX5rVt7rPNoS4wqbXKX7m0
!
!
!
ip domain-name S_Kutniy_5
!
username 12319_Kutniy privilege 1 password
7 0822455D0A16
!
!
!

```

```

spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
shutdown
!
interface FastEthernet0/2
shutdown
!
interface FastEthernet0/3
shutdown
!
interface FastEthernet0/4
shutdown
!
interface FastEthernet0/5
switchport access vlan 36
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 36
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 36
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 36
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 36
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 26
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 26
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 26
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 26

```

```

switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 26
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 16
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 16
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 16
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 16
switchport mode access
interface FastEthernet0/23
switchport access vlan 16
switchport trunk native vlan 100
switchport trunk allowed vlan 16,26,36,99-
100
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
switchport access vlan 16
switchport trunk native vlan 100
switchport trunk allowed vlan 16,26,36,99-
100
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/1
switchport trunk native vlan 100
switchport trunk allowed vlan 16,26,36,99-
100
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan99
description LAN Vnutr_99

```

```

ip address 10.22.211.98 255.255.255.240
!
ip default-gateway 10.22.211.97
!
banner motd #123-19 Kutniy. Enter only have
key#
!
line con 0
password 7 0822455D0A16
login
!
line vty 0 4
password 7 0822455D0A16
login local
transport input ssh
line vty 5 15
password 7 0822455D0A16
login local
transport input ssh
!
!
!
end

```

Додаток Б

Таблиці маршрутизації

Таблиця маршрутизації на R_Kutniy_1

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
 * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
 P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 209.165.202.2 to network 0.0.0.0

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 6 masks
D    10.0.6.0/30 [90/21024000] via 10.0.6.6, 02:38:16, Serial0/0/0
C    10.0.6.4/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    10.0.6.5/32 is directly connected, Serial0/0/0
D    10.0.6.8/30 [90/21024000] via 10.0.6.6, 02:16:14, Serial0/0/0
C    10.22.208.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    10.22.208.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D    10.22.209.0/24 [90/21026560] via 10.0.6.6, 02:38:16, Serial0/0/0
D    10.22.210.0/24 [90/21024256] via 10.0.6.6, 02:16:08, Serial0/0/0
D    10.22.211.0/27 [90/20519680] via 10.0.6.6, 02:17:43, Serial0/0/0
D    10.22.211.32/27 [90/20519680] via 10.0.6.6, 02:17:43, Serial0/0/0
D    10.22.211.64/27 [90/20519680] via 10.0.6.6, 02:17:43, Serial0/0/0
D    10.22.211.96/28 [90/20519680] via 10.0.6.6, 02:17:43, Serial0/0/0
D    10.22.211.128/26 [90/21024256] via 10.0.6.6, 02:38:16, Serial0/0/0
D    53.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.6, 02:38:16, Serial0/0/0
D    64.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.6, 02:17:44, Serial0/0/0
D    209.165.202.0/24 [90/20514560] via 10.0.6.6, 02:38:16, Serial0/0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.2

```

Таблиця маршрутизації на R_Kutniy_2

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
 * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
 P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 209.165.202.2 to network 0.0.0.0

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 6 masks
C    10.0.6.0/30 is directly connected, Serial10/0/0
L    10.0.6.1/32 is directly connected, Serial10/0/0
D    10.0.6.4/30 [90/21024000] via 10.0.6.2, 00:29:02, Serial10/0/0
D    10.0.6.8/30 [90/21024000] via 10.0.6.2, 00:07:00, Serial10/0/0
D    10.22.208.0/24 [90/21024256] via 10.0.6.2, 00:29:02, Serial10/0/0
C    10.22.209.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    10.22.209.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D    10.22.210.0/24 [90/21024256] via 10.0.6.2, 00:06:54, Serial10/0/0
D    10.22.211.0/27 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial10/0/0
D    10.22.211.32/27 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial10/0/0
D    10.22.211.64/27 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial10/0/0
D    10.22.211.96/28 [90/20519680] via 10.0.6.2, 00:08:29, Serial10/0/0
C    10.22.211.128/26 is directly connected, GigabitEthernet0/2
L    10.22.211.129/32 is directly connected, GigabitEthernet0/2
D    53.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.2, 00:29:03, Serial10/0/0
D    64.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.2, 00:08:30, Serial10/0/0
D    209.165.202.0/24 [90/20514560] via 10.0.6.2, 00:29:03, Serial10/0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.2

```

Таблиця маршрутизації на R_Kutniy_3

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
 * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
 P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 7 masks
D    10.0.0.0/8 is a summary, 02:39:00, Null0
C    10.0.6.0/30 is directly connected, Serial2/0
C    10.0.6.4/30 is directly connected, Serial3/0
C    10.0.6.8/30 is directly connected, Serial6/0
S    10.22.208.0/21 is directly connected, FastEthernet4/0
D    10.22.208.0/24 [90/20512256] via 10.0.6.5, 02:38:59, Serial3/0
D    10.22.209.0/24 [90/20514560] via 10.0.6.1, 02:39:00, Serial2/0
D    10.22.210.0/24 [90/2170112] via 10.0.6.9, 02:16:51, Serial6/0
D    10.22.211.0/27 [90/33280] via 209.165.202.2, 02:18:26, FastEthernet4/0
D    10.22.211.32/27 [90/33280] via 209.165.202.2, 02:18:26, FastEthernet4/0
D    10.22.211.64/27 [90/33280] via 209.165.202.2, 02:18:26, FastEthernet4/0
D    10.22.211.96/28 [90/33280] via 209.165.202.2, 02:18:26, FastEthernet4/0
D    10.22.211.128/26 [90/20512256] via 10.0.6.1, 02:39:00, Serial2/0
D    53.0.0.0/8 [90/30720] via 209.165.202.2, 02:39:07, FastEthernet4/0
D    64.0.0.0/8 [90/30720] via 209.165.202.2, 02:18:27, FastEthernet4/0
209.165.202.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D    209.165.202.0/24 is a summary, 02:39:00, Null0
C    209.165.202.0/27 is directly connected, FastEthernet4/0
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, FastEthernet4/0
      [1/0] via 209.165.202.2

```

Таблиця маршрутизації на R_Kutniy_4

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

Dulidov_R4#sh ip route

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
 * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
 P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 209.165.202.2 to network 0.0.0.0

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 6 masks
D    10.0.6.0/30 [90/21024000] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.0.6.4/30 [90/21024000] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
C    10.0.6.8/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    10.0.6.9/32 is directly connected, Serial0/0/0
D    10.22.208.0/24 [90/21024256] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.209.0/24 [90/21026560] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
C    10.22.210.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    10.22.210.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D    10.22.211.0/27 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.32/27 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.64/27 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.96/28 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.128/26 [90/21024256] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    53.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    64.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    209.165.202.0/24 [90/20514560] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.2

```

Таблиця маршрутизації на R_Kutniy_0

Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
 * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
 P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is 209.165.202.2 to network 0.0.0.0

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 6 masks
D    10.0.6.0/30 [90/21024000] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.0.6.4/30 [90/21024000] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
C    10.0.6.8/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    10.0.6.9/32 is directly connected, Serial0/0/0
D    10.22.208.0/24 [90/21024256] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.209.0/24 [90/21026560] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
C    10.22.210.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    10.22.210.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
D    10.22.211.0/27 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.32/27 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.64/27 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.96/28 [90/20519680] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    10.22.211.128/26 [90/21024256] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    53.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    64.0.0.0/8 [90/20517120] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
D    209.165.202.0/24 [90/20514560] via 10.0.6.10, 02:17:15, Serial0/0/0
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.2

```

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ