

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 Шацилло Петро 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 для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з детальним опрацюванням побудови, налаштування та безпеки корпоративної мережі
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
кваліфікаційної роботи	доц. Ткаченко С.М.			
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 Шацилло П.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 для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з детальним опрацюванням побудови, налаштування та безпеки 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 формулюються 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 _____
(підпис керівника) (прізвище та ініціали)

Дата видачі

Дата подання до атестаційної комісії

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

доц. Ткаченко С.М.

04.04.2023 р.

16.06.2023 р.

Шацилло П.С.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 89 с., 47 рис., 18 табл., 3 дод., 13 джерел.

СИСТЕМА, МЕРЕЖА, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, МЕРЕЖЕВІ ЗАСОБИ

Об'єкт розробки: кіберфізична система для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту.

Мета: розробка кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з розробкою і детальним налаштуванням корпоративної мережі.

Створена і налаштована система зроблена з можливістю внесення змін у програму, спрямована на розробку мережі для використання автоклавного з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту.

Зроблена система є відкритою і має можливість до модернізації як технічну так і програмну. Ця мережа включає в себе: можливість комунікації між її окремими її частинами; базу даних для збереження інформації, яка збирається під час роботи; можливість перегляду загальної документації та інформації в мережі.

Мережа виконана згідно завдання кваліфікаційної роботи бакалавра. Створена у середовищі симулятора мережі Cisco Packet Tracer.

Таблиці, графіки, зображення та опис надані у пояснювальній записці.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	6
Вступ	7
1 Стан питання і постановка завдання	9
1.1 Характеристика підприємства та умов застосування КС	9
1.1.1 Промислові конвеєри	9
1.2.2 Рухомі частини конвеєра	14
1.2.2 Промислові колеса та конвеєрні ролики та шків	16
1.1.3 Типи матеріалів для покриття роликів конвеєра	22
1.1.4 ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес"	23
1.1.3 Гумове покриття рухомих частин конвеєра	25
1.1.3.1 Загальні відомості	25
1.1.3.2 Технологічний процес футерування методом гарячої вулканізації	26
1.1.3.3 Автоклав «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100	28
1.2 Принципи, технічні способи та математичні методи інформаційного забезпечення підприємства	29
1.3 Огляд існуючих інженерних рішень КС в галузі та визначення можливих напрямків рішення поставлених завдань	31
1.4 Розробка схеми організаційної структури підприємства	34
1.5 Постановка завдання	37
2 Розробка апаратної частини комп'ютерної системи підприємства	38
2.1 Розробка структурної схеми підсистеми управління	38
2.2 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління	40
2.2.1 Вибір датчиків	40
2.2.2 Вибір виконавчих пристроїв	43
2.2.3 Вибір пристроїв управління	46
2.2.4 Вибір джерел живлення	51

2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації	52
2.4 Розробка схеми електричної принципової	54
2.5 Висновки за розділом	56
3 Розробка корпоративної мережі	57
3.1 Розрахунок схеми адресації корпоративної мережі	57
3.2 Розробка топологічної схеми корпоративної мережі	70
3.3 Налаштування корпоративної мережі	72
3.3.1 Налаштування загальних параметрів пристроїв	72
3.3.2 Налаштування параметрів безпеки комутаторів, мереж VLAN і маршрутизації між VLAN	73
3.3.3 Налаштування протоколу маршрутизації EIGRP	75
3.3.4 Налаштування DHCP і NAT	78
3.3.5 Налаштування ACL	79
3.4 Висновки за розділом	79
4 Розробка системи інтернету речей	80
4.1 Завдання на розробку	80
4.2 Загальна інформація про інтернет речі	80
4.3 Налаштування обладнання та сервісів системи IoT	82
4.5 Висновки за розділом	86
Висновки	87
Перелік посилань	88
Додаток А	90
Текст програми	90
Додаток Б	102
Таблиці маршрутизації	102
Відгуки консультантів кваліфікаційної роботи	107

**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

При виготовленні та відновленні промислових роликів і коліс можна використовувати багато різних матеріалів для покриття – гума, неопрен, силіконовий поліуретан, тефлон. Матеріал, який використовується для покриття роликів конвеєра, буде залежати від багатьох факторів - застосування, в якому використовується колесо або ролик, зовнішні умови, які можуть вплинути на стан колеса / ролика, вантажопідйомність та інше.

Вибір матеріалу покриття значно вплине на холостий хід, що покаже наскільки ефективним є процес обробки матеріалами для покриття.

Застосування правильного матеріалу для покриття конвеєрних роликів або барабанних шківів може значно збільшити та покращити продуктивність, безпеку та якість обладнання в цілому. Якщо використовувати неправильне рішення для покриття роликів, це може призвести до незапланованих простоїв та технічного обслуговування, збільшення витрат через непотрібні несправності, знос та потенційне пошкодження кінцевого цільового продукту, який транспортується конвеєром.

Гумове покриття збільшує коефіцієнт тертя в парі ролик / стрічка. Різниця більш виражена при роботі в умовах підвищеної вологості і забруднення – при використанні гумової підкладки коефіцієнт адгезії збільшується в 3-4 рази. Вода, бруд і рухомий матеріал, потрапляючи між барабаном і стрічкою призводять до прослизання, а через лід, зчеплення з матеріалом стрічки взагалі може зникнути з усіма наслідками, якими це тягне за собою. Для запобігання подібних подій на підкладці робляться канали, через які видаляється вода і бруд, спресоване на поверхні барабані сміття. Гума дозволяє знизити міцність натягування стрічки, знизити навантаження на підшипники і саму стрічку і при цьому уникнути ковзання стрічки при пікових навантаженнях. Все це збільшує загальну продуктивність конвеєра і продовжує термін служби стрічкового конвеєра.

Способи гумового покриття рухомих частин конвеєра:

- гаряча вулканізація в автоклаві;
- холодна вулканізація (в тому числі на місці розташування);
- футерування металевими гумовими смугами.

На підприємстві ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес" використовують технологію гарячої вулканізації за допомогою автоклаву «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100.

Згідно з темою бакалаврської роботи треба розробити кіберфізичну систему для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту.

1 СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Характеристика підприємства та умов застосування КС

1.1.1 Промислові конвеєри

Конвеєр - це механічний пристрій, який транспортує матеріал з мінімальними зусиллями. Хоча існує багато різних видів конвеєрних систем, вони зазвичай складаються з рами, яка підтримує ролики, колеса або стрічку, на якій матеріали переміщуються з одного місця в інше. Вони можуть приводитися в дію двигуном, самопливом або вручну. Вони бувають різних різновидів, щоб відповідати різним потребам транспортування.

Управління конвеєром може бути простим варіантом включення / виключення, більш складним - плавним пуском, яке пом'якшує механічне навантаження при запуску, або з частотно-регульованим приводом для двигунів змінного струму, яке може регулювати швидкість руху конвеєру, обмежувати прискорення тощо. Дуже довгі стрічкові конвеєри, що транспортують руду та інші продукти, часто покладаються на автоматичний режим холостого ходу для конвеєрної стрічки, засобів формування жолобу у стрічках для кращого утримання матеріалу, що транспортується.

Важливі технічні характеристики конвеєрних систем:

- вантажопідйомність на одиницю довжини - виробники запропонують цей атрибут у випадках, коли конвеєр буде побудований на нестандартну довжину, щоб користувачі могли визначити запас завантаження;
- максимальна вантажопідйомність, пов'язана з вантажопідйомністю на одиницю довжини, ця величина може бути вказана для фіксованої довжини, спеціально побудованих конвеєрів;
- швидкість потоку - швидкість конвеєрної стрічки / номінальна швидкість.

Стрічкові конвеєри, як правило, оцінюються з точки зору швидкості руху стрічки в м/с, тоді як приводні рольганги описують лінійну швидкість в одиницях, подібних до упаковки, коробки тощо для переміщення по механізму на роликах. Пропускна здатність характеризує здатність конвеєрів, які обробляють порошкоподібні матеріали та подібні сипучі продукти. Його часто дають як об'єм на одиницю часу, наприклад, як кубічні метри на хвилину.

Конфігурація конвеєра відноситься до форми конвеєрної рами. Рамки можуть бути прямими, кривими, z-кадрами або інших форм.

Приводи можуть розташовуватися в різних місцях на конвеєрних системах. Головний або кінцевий привід знаходиться на розвантажувальній стороні конвеєра і є найбільш поширеним типом. Центральні приводи знаходяться не завжди у фактичному центрі конвеєра, а десь по його довжині, і монтуються під системою. Вони використовуються для зміни напрямку конвеєра.

Типи конвеєрів:

1. Стрічкові конвеєри - це системи обробки матеріалів, які використовують безперервні стрічки для транспортування продуктів або матеріалів. Ремінь витягнутий в нескінченну петлю між двома кінцевими шківками. Зазвичай один або обидва кінці мають рулон знизу. Стрічка конвеєра підтримується або металевим повзунком для легких навантажень, де тертя не буде прикладатися до стрічки, щоб викликати опір, або на роликах. Потужність забезпечується двигунами, які використовують або змінні, або постійні передачі зниження швидкості.

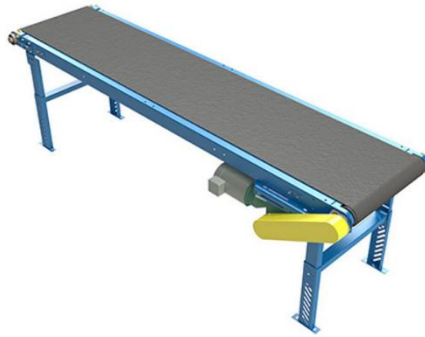


Рисунок 1.1 – Стрічковий конвеєр

Самі ремені можуть бути виготовлені з численних матеріалів, які повинні відповідати умовам, в яких ремінь буде експлуатуватися. Поширені матеріали для конвеєрних стрічок включають гуму, пластик, шкіру, тканину та метал. Транспортування більш важкого вантажу означає, що потрібна більш товста і міцна конструкція матеріалу конвеєрної стрічки. Стрічкові конвеєри, як правило, живляться і можуть працювати з різною швидкістю залежно від необхідної пропускної здатності. Конвеєри можуть працювати горизонтально або бути похилими. Стрічкові конвеєри можуть бути загодовані для сипучих або великих матеріалів.

2. Рольганги використовують паралельні ролики, встановлені в рамах, для транспортування продукту самопливом або вручну. Основні технічні характеристики включають діаметр ролика та центральні розміри осі. Рольганги використовуються в основному в вантажно-розвантажувальних роботах, таких як на вантажних доках, для обробки багажу або на складальних лініях, серед багатьох інших. Ролики не живляться і використовують силу тяжіння, якщо вони нахилені, для переміщення продукту, або вручну, якщо встановлені горизонтально. Конвеєри можуть бути прямими або криволінійними в залежності від застосування і доступної площі приміщення.



Рисунок 1.2 – Рольганги

3. Роликові конвеєри з приводом використовують ролики з електроприводом, встановлені в рами, для транспортування продукції. Основні технічні характеристики включають тип приводу, діаметр ролика та матеріал, а також центральний розмір осі. Роликові конвеєри з приводом використовуються в основному в вантажно-розвантажувальних роботах, які вимагають механічного транспортування продукту. Різні типи приводів включають ремені, ланцюги / зірочки та моторизовані ролики. Деякі з застосувань механізованих рольгангів - це обробка харчових продуктів, виробництво сталі та упаковка.



Рисунок 1.3 – Роликовий конвеєр

4. Роздаточні столи або шарикові конвеєри використовують серію встановлених кульових коліщаток, щоб забезпечити безмоторну, різноспрямовану передачу продукту. Основні технічні характеристики включають матеріал і розмір м'яча.

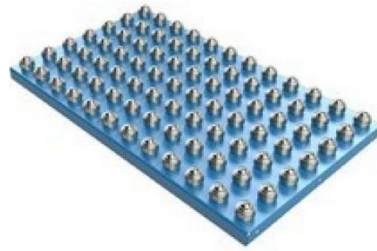


Рисунок 1.4 – Роздаточний стіл

Конвеєри для перенесення куль використовуються, серед іншого, у вантажно-розвантажувальних роботах, таких як складальні лінії та пакувальні лінії. При розташуванні там, де зустрічаються кілька конвеєрних ліній, вони використовуються для передачі продуктів з однієї лінії на іншу і часто використовуються в системах сортування. Доступно багато розмірів і вантажопідйомності. Кульові конвеєри не працюють і покладаються на зовнішні сили для переміщення продукту вздовж конвеєра.

5. Шнекові конвеєри, іноді відомі як спіральні, черв'ячні або шнекові конвеєри, використовують гвинтові елементи для переміщення матеріалів. Вони складаються з гвинтового елемента або сталевого шнека, який обертається навколо центрального валу, приводячи в рух робочий матеріал відповідно до конструкції гвинта та напрямку обертання. Гвинт функціонує в кожусі, жолобі або відсіку, щоб повною мірою скористатися силою обертання. Виробники використовують шнекові транспортери для транспортування таких матеріалів, як пластівці, зерна, порошки, насіння та гранули.

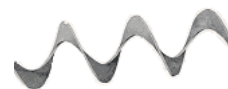


Рисунок 1.5 – Шнекові конвеєри

Крім того, ці пристрої можна використовувати для змішування, перемішування або змішування таких матеріалів або для підтримки розчинів.

Вони широко використовуються в сільськогосподарському застосуванні, від використання в сільськогосподарській техніці, такій як молотарки та прес-підбирачі, до заводських зернових та рослинницьких машин. Міні-шнековий конвеєр також може транспортувати вологі, нетекучі та спікливі матеріали, які в іншому випадку було б важко переміщати, наприклад, бетон. Інші застосування шнекових конвеєрів - це транспортування різних механічних деталей або функція конвеєра системи розливу. Гвинт може мати конструкцію весла або стрічки залежно від застосування, і може приводитися в рух за допомогою ланцюга та зірочки, шестерень або прямого приводу.

Типи шнекових конвеєрів включають донні конвеєри і безцентрові шнекові конвеєри. У нижніх транспортерах використовуються кілька гвинтів у відкритому жолобі. Безцентрові, або безвалові, шнекові конвеєри не містять центрального валу, а замість цього складаються з порожньої спіралі. Така конструкція все ще переміщує підкладку, але забезпечує більше свободи всередині кожуха. Матеріали можуть бути металевими або неметалевими залежно від середовища, що транспортується [2].

1.2.2 Рухомі частини конвеєра

У промисловості існує широкий спектр роликів для побудови конвеєрів для промисловості, включаючи харчову промисловість, дроблення, скринінг та фармацевтику.

Приводні ролики і підпорні ролики, як правило, використовуються для забезпечення руху вантажу на стрічці конвеєру.

Ролики відіграють різні ролі та мають різні цілі, залежно від застосування, в якому вони працюють.

Приводні або підпорні ролики стрічкових конвеєрів мають циліндричну форму і як компонент обробки матеріалів вони передають предмети на наступний виробничий процес. Правильно розташований і заданий приводний ролик може

підвищити ефективність застосування. Вони відіграють важливу роль, допомагаючи системі рольгангів працювати належним чином, оскільки вони керують механічною частиною рольгангової конвеєрної системи або системи конвеєрних стрічок. Без приводного ролика (барабану) ці процеси зайшли б у глухий кут.

Приводні ролики обертаються за допомогою прямої взаємодії з двигуном. Вони приводять в рух всю конвеєрну систему. Моторизований приводний ролик сам буде рухатися, і його рух викликає реакцію руху по всій системі, до якої він приєднаний. Конвеєрна система може мати багато приводних роликів, але незалежно від того, скільки приводних роликів використовує система, ролики спрямовані на одне і те ж завдання, де б вони не були розміщені, а саме підтримувати конвеєр у русі.

Ролики підпорні підтримують стрічку в трансмісії конвеєру. Вони ефективні для підтримки матеріалів, що транспортуються між приводними роликами і є єдиним роликівим типом у гравітаційних конвеєрах.

Як ролики приводу стрічкових конвеєрів, так і підпорні ролики забезпечують функціонування конвеєрів для здійснення необхідного потоку матеріалів.

Ролики для приводу конвеєрів виробляють зі сталі або нержавіючої сталі – в залежності від специфікації замовника і застосування, в якому працює приводний ролик, іноді виготовляються з гумовим покриттям. Гума, яка покриває металеву частину приводного ролика, може бути з безлічі різних типів.

Окрім гумових приводних роликів є наступні варіанти виробництва приводних роликів:

- поліуретанові приводні ролики або уретанові приводні ролики;
- неопренові приводні ролики.

Приводний ролик, будучи такою важливою частиною добре функціонуючої системи прокатних конвеєрів, повинен бути добре захищений і добре обслуговуватися, щоб захистити ролик з гумовим покриттям.

Багато стандартизованих продуктів або приводних роликів стандартного розміру імпортується з Китаю і часто не мають якості, необхідної для довговічності та придатності для застосування, в тому середовищі в якому вони працюють.

Покриття гумове для приводних роликів розраховано на наступні особливості:

- форма та вага предметів, які транспортують ролики;
- габарити і максимальну несучу здатність.
- швидкість завантаження, транспортування і розміщення предмету на роликах;
- температуру і загальні умови навколишнього середовища;
- рівень стирання, а також загальний знос;
- вплив води та інших рідин, наприклад, натуральних олів і нафтопродуктів.

Приводні ролики призначені для застосування у широкому діапазоні галузей промисловості, від виробництва товарів народного споживання до друкарських верстатів і харчових виробництв. Правильний вибір роликів буде залежати від обставин і вимог робочого застосування. Але приводні ролики є різноманітним і практичним варіантом, ідеальним для цілого ряду застосувань [1].

1.2.2 Промислові колеса та конвеєрні ролики та шків

Промислові колеса та конвеєрні ролики виготовляються з різних матеріалів і мають різні розміри. Конкретне застосування матиме величезний вплив на те, яке рішення з роликом або промисловим колесом підходить для обраної сфери

застосування. Промисловість пропонує широкий спектр рішень відповідно до бажаної специфікації:

1. Спіральні барабанні шківів виготовляються з високоякісної сталі і призначені для зменшення накопичення матеріалу між ременем і шківом.



Рисунок 1.6 – Спіральні барабанні

Обертання шківів спірального барабана запускає очисну дію, видаляючи небажаний матеріал в сторону конвеєра. Впровадження спірального барабанного шківів створить більш якісний кінцевий продукт для кінцевого користувача.

2. Шківів спірального крила виготовляються з високоякісної сталі вони сприяють безперервному контакту між шківом і ременем під час контакту, а також для усунення надмірного шуму та вібрації без шкоди для самоочисної дії.



Рисунок 1.7 – Шків спірального крила

3. Хвостові барабанні шківів виготовляються з цільного прокату, і всі вони обробляються зі стандартною гранню коронки, вони забезпечують напрямок

обертання конвеєрної стрічки і зазвичай використовуються в якості натяжного пристрою.

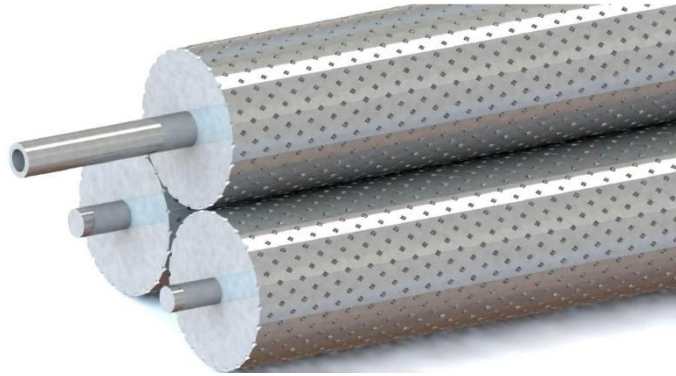


Рисунок 1.8 – Хвостовий барабан

4. Головні шківів або приводні шківів приводяться в рух механічними засобами для забезпечення руху конвеєрної стрічки. Головка і хвостові барабани розташовані на протилежних кінцях конвеєрної стрічки. Зазвичай використовується в кар'єрному та гірничодобувному секторі.



Рисунок 1.9 – Приводний шків

5. Підтримуючі ролики життєво-важливі для процесу транспортування. Вони підтримують ремінь і передають матеріал по всій його довжині, не даючи йому розтягуватися, провисати і в кінцевому підсумку виходити з ладу. Зазвичай використовується для роботи в суворих умовах, таких як бруд, пил, висока вологість і дуже високі або низькі температури.



Рисунок 1.10 – Підтримуючий ролик

6. Ролики розкидача, які часто називають "смичковими роликами" або "банановими роликами", підходять для всіх застосувань у текстильній, паперовій та пластмасовій промисловості, де існує вимога усунути заломки, створити розділення полотна, розширення полотна та видалення зморшок з оброблюваного матеріалу. Як правило, вони виготовляються на замовлення, тому їх можна адаптувати у відсотках лука, роликовому покритті та довжині, щоб точно відповідати вашому застосуванню.



Рисунок 1.11 – Ролик розкидача

7. Медичний клас роликів виготовляються із заданими допусками з нержавіючої сталі та матеріалів схвалені FDA. Для виготовлення їх використовують найсучасніші процеси механічної обробки та виробництва, щоб фармацевтична промисловість отримувала рішення найвищої якості. Зазвичай

продукцією в цьому секторі є провідні колеса, напрямні колеса та прищіпкові колеса.



Рисунок 1.12 – Медичний клас роликів

8. Колеса подачі (обвідні колеса) спрямовані на збільшення контакту тертя в зоні контакту зі стрічкою, вони забезпечують високий рівень стабільності подачі при збереженні найвищого рівня довговічності.



Рисунок 1.13 – Колеса подачі

9. Колеса троммеля які також називають колесами цапфи, використовуються на переробних, дробильних та сортувальних установках. Утворюючи істотну частину екрану троммеля, колеса троммеля або цапфові колеса діють як коліска для підтримки ваги обертового барабана.



Рисунок 1.14 – Колеса троммеля

10. Колеса ліфтові виробляють для виробників ліфтового обладнання або ескалаторного підйомного обладнання, яке працює на алюмінієвих колесах, покритих гумою. Ці колеса з гумовим покриттям зазнають надзвичайного зносу і потребують частої заміни. Для того, щоб вони були довговічними порівняно з іншими доступними деталями підйомника, використовується більш якісний сталевий сердечник і колесо поліуретановим матеріалом покриття, яке є більш твердим ніж з гумовим покриттям.



Рисунок 1.15 – Колеса ліфтові

11. Колеса для виделкових електрокарів та електро-піддонів, як правило, виготовляється відповідно до специфікації замовника [1].



Рисунок 1.16 – Колеса для виделкових електрокарів

1.1.3 Типи матеріалів для покриття роликів конвеєра

При виготовленні та відновленні промислових роликів і коліс можна використовувати багато різних матеріалів, включаючи:

- гума;
- неопрен;
- силіконовий поліуретан;
- тефлон;
- нержавіюча сталь.

Матеріал, який використовується для покриття роликів конвеєра, буде залежати від багатьох факторів:

- застосування, в якому використовується колесо або ролик;
- зовнішні умови, які можуть вплинути на стан колеса / ролика;
- вантажопідйомність.

Вибір матеріалу покриття шківа конвеєра або промислового ролика значно вплине на холостий хід, що покаже наскільки ефективним є процес обробки матеріалами для покриття.

Застосування правильного матеріалу для покриття конвеєрних роликів або барабанних шківів може значно збільшити та покращити продуктивність, безпеку

та якість обладнання в цілому. Тоді як, якщо ви використовуєте неправильне матеріальне рішення для покриття роликів, це може призвести до незапланованих простоїв та технічного обслуговування, збільшення витрат через непотрібні несправності, знос та потенційне пошкодження кінцевого цільового продукту, який транспортується конвеєром.

1.1.4 ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес"

ТОВ Завод промислового обладнання "Прогрес" – є досить новим підприємство націленим на покращення якості продуктів виготовляємих в Україні, цей завод вже зробив собі репутацію на світовій арені промисловості. Керівництво зробило "Прогрес" відомим своєю якістю і кваліфікованими фахівцями, вони також завжди відкриті до співпраці .

Основною підприємства:

- дробарки: щоківі, роторні, молоткові, валкові;
- грохоти: ГІЛ, ДВС, ГІТ, Дзі, ГВЧ, ГИСЛ, ГІСТ, ГСТ, ГК, аналоги закордонних виробників таких як — Sandvik, Metso і т. д.;
- живильники-колосникові грохоти для первинного грохочення;
- живильники: пластинчасті, хитні, вібро, конвеєрні;
- живильники / затвори шлюзові серії: ШП-М, ШЗ, Ш5, Ш7, ДРЦ, РЗ-БШП, РЗ-БШЗ, РЗ-БШМ;
- магнітні сепаратори типу: ЕП, П, ЕПС, СЭЖ, ПС, ЗсвЕм ШЕ, Ш, ПЕМ, БМ, КМ, ЭСЗШ;
- вулканізатори для ремонту і стиковки гумотканинних конвеєрних стрічок серії ВИКЛ, ВКЛП і АБУ для кабелів;
- зерносушарки шахтні від 3т/год до 100 т/год;
- сушильні барабани: РБ-1, РБ-2, РБ-3, РБ-4, РБ-5 та ін;
- циклони;

- елеватори ковшові похилі, норії стрічкові, ланцюгові і т. д.;
- конвеєри стрічкові (транспортери стрічкові);
- транспортери шнекові – гвинтові конвеєри – шнекові змішувачі;
- розвантажувачі залізничних вагонів, підбирач навантажувач зернових культур;
- скребкові конвеєри – транспортери;
- спіральні класифікатори;
- рольганги прямі, рольганги поворотні;
- роликоопори, ролики транспортерні;
- просівні поверхні (сита грохотів);
- проведення капітального ремонту з гарантією від 3 до 12 місяців;
- інжинірингові послуги з проектування виробничих ліній по переробці корисних копалин, відвалів металургійних виробництв, вугільних териконів, цементних заводів, заводів сухих будівельних сумішей та ін.



Рисунок 1.17 – Продукція ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес"

Геолокація розташування складів ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес" пр. Героїв Харкова 199-Б, м. Харків, Харківська область, Україна, 61000 [3].

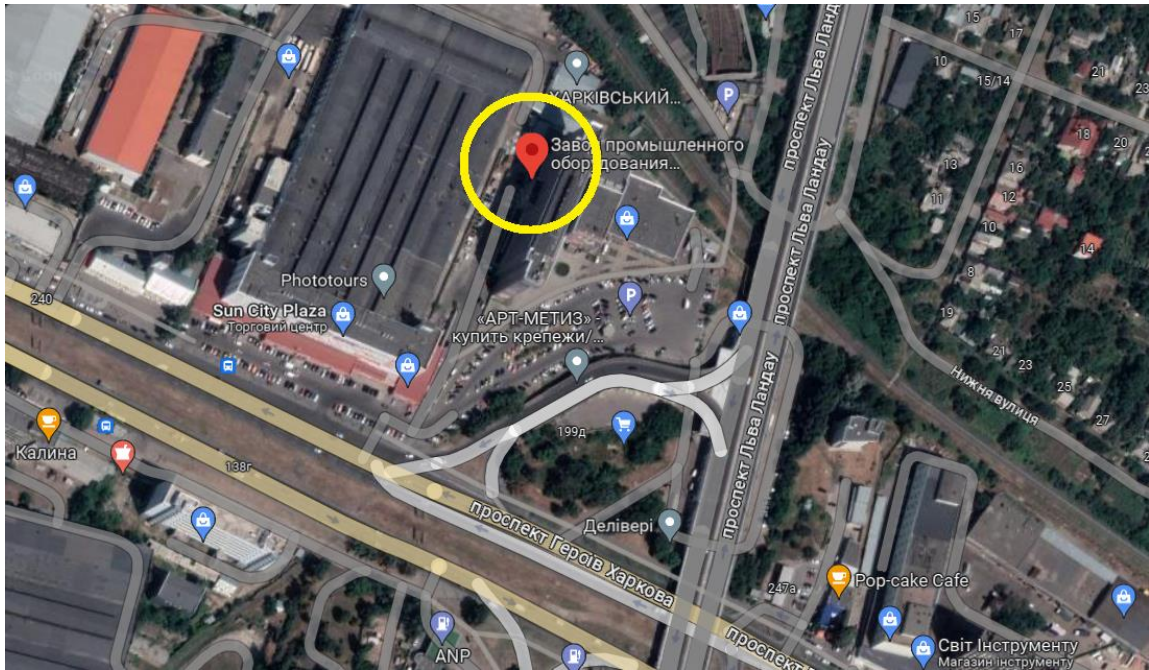


Рисунок 1.18 – Геолокація розташування ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес"

1.1.3 Гумове покриття рухомих частин конвеєра

1.1.3.1 Загальні відомості

Гумове покриття збільшує коефіцієнт тертя в парі ролик / стрічка. Різниця більш виражена при роботі в умовах підвищеної вологості і забруднення – при використанні гумової підкладки коефіцієнт адгезії збільшується в 3-4 рази. Вода, бруд і рухомий матеріал, потрапляючи між барабаном і стрічкою призводять до прослизання, а через лід, зчеплення з матеріалом стрічки взагалі може зникнути з усіма наслідками, якими це тягне за собою. Для запобігання подібних подій на підкладці робляться канали, через які видаляється вода і бруд, спресоване на поверхні барабані сміття.

Гума дозволяє знизити міцність натягування стрічки, знизити навантаження на підшипники і саму стрічку і при цьому уникнути ковзання стрічки при пікових навантаженнях. Все це збільшує загальну продуктивність конвеєра і продовжує термін служби стрічкового конвеєра.

Способи гумового покриття рухомих частин конвеєра:

- гаряча вулканізація в автоклаві;
- холодна вулканізація (в тому числі на місці розташування);
- футерування металевими гумовими смугами.

Футеровка транспортних барабанів методом гарячої вулканізації найбільш надійна, і цей метод дозволяє отримати однорідний шар гуми з необхідними властивостями. Міцність зчеплення металу набагато вище, ніж при холодній вулканізації. Використання сирих гумових сумішей дозволяє отримати зносостійке і високоміцне гумове покриття, яке можна порівняти з якістю футерувального матеріалу, але вартість буде значно нижче.

Гума за методом холодної вулканізації – це гумовий лист (так звана технічна пластина) використовується для холодної футеровки. Даний метод застосовується в ситуаціях, коли час простою конвеєра обмежений або розбирання неможливо.

Футеровка плитами (секторальна прокладка) - найшвидший і простий спосіб, який не вимагає розбирання конвеєра. Запускати барабан можна відразу. Вони поєднують в собі переваги холодного і гарячого гумового способів. Вкладиш і комплекти кріплень надійні і прості у використанні, завдяки чому вкладиш може бути виконаний персоналом замовника.

На підприємстві ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес" використовують технологію гарячої вулканізації за допомогою автоклаву «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100.

1.1.3.2 Технологічний процес футерування методом гарячої вулканізації

Залишки старого вкладиша видаляються на токарному верстаті або вручну. Далі йде процес піскоструменю. Наступний етап - нанесення клею (грунтовки) і двокомпонентної клейової системи. Потім сира гумова суміш наноситься на підготовлену поверхню. Гума може бути у вигляді листів (зазвичай для бочок з великими діаметрами) або екструдована стрічка, яка обертається спеціальним

обладнанням. Після цього вироби розташовуються в автоклаві, де під впливом температури і тиску відбувається вулканізація. Режими для різних сумішей можуть істотно відрізнятися. Після охолодження здійснюється контроль якості та додаткові механічні процеси обробки. У більшості випадків вони обмежуються вирізанням очисних канавок і обробкою готових поверхонь.

Переваги:

- дозволяє регулювати фізико-механічні властивості покриття ще на етапі підготовки гумової суміші, наприклад, твердість, міцність, еластичність і зносостійкість; з кожної партії відбираються проби для лабораторних досліджень на відповідність заданим стандартам;
- немає стикувального зазору, якого не уникнути холодним методом, який, швидше за все, буде більш схильний до потертостей і подальшого відділення; звичайно, при достатній кваліфікації фахівців, використанні фірмових клеїв і клеїв і дотриманні технології процесу, така можливість зводиться до імітації;
- можливе використання термостійкої гуми (з робочою температурою до 150 °C);
- забезпечує максимально надійне зчеплення гуми з металом.

Недоліки:

- необхідно розібрати конвеєр і перенести його деталь на територію підрядника;
- габарити виробу обмежені габаритами автоклава;
- при необхідності отримання похибки діаметра менше $\pm 1,0$ мм буде потрібно подальша механічна обробка, що значно збільшить вартість і збільшить тривалість робіт [4].

1.1.3.3 Автоклав «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100

Автоклав призначений для вулканізації резинових, резино-тканих та інших виробів з паровим джерелом тепла.

Зовнішню тачку з резино-технічними виробами (РТВ) поміщають в автоклав. Оператор автоклави запускає програму, вручну контролює процес підйому температури і тиску. Система управління перевіряє стан парогенератора. У випадку, якщо все в порядку, дозволяє оператору включити насос і відкрити паровий клапан.



Рисунок 1.19 – Автоклав «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100

Основні технічні параметри автоклаву для вулканізації РТВ «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100

- спосіб виконання камери: горизонтальний;
- діаметр камери зовнішній: 1020 мм;
- мінімальна товщина стінки камери: 150 мм;
- довжина робочої частини камери: 2 000 мм
- максимальний тиск в камері: 0,6 МПа
- максимальна температура в камері: 200 °С;

- кількість дверей: 1;
- спосіб відчинення дверей: ручний;
- парогенератор: 100 кВт;
- продуктивність за пару: 75 кг/год;
- напруга: 380 В;
- перехідна площадка перед дверима; так;
- управління: півавтомат парогенератору [5].

Згідно з темою бакалаврської роботи треба розробити кіберфізичну систему для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту.

1.2 Принципи, технічні способи та математичні методи інформаційного забезпечення підприємства

Комп'ютерна мережа має основоположне значення для успішної повсякденної роботи підприємств та організацій будь-якого розміру, у всіх галузях, але легко зрозуміти, що насправді являє собою ваша «мережа», що вона робить і як вона це робить.

Комп'ютерна мережа відноситься до взаємопов'язаних пристроїв (таких як комп'ютер, принтер, сканер, файлове сховище тощо), які обмінюються комунікаціями та ресурсами один з одним. Для зв'язку ці пристрої передають інформацію між собою за допомогою протоколів зв'язку - системи правил. З точки зору користувача, комп'ютерні мережі дозволяють обмінюватися ресурсами та комунікаціями. Для бізнесу ваша комп'ютерна мережа - це хребет вашої ІТ-інфраструктури, через який спілкується все інше.

У функції комп'ютерної мережі є два ключових будівельних блоки - вузли і ланки. Вузли включають фізичні частини, такі як модеми, персональні комп'ютери та файлові сервери. Вони є точками з'єднання, здатними відправляти, отримувати або пересилати інформацію.

Зв'язки - це те, що з'єднує вузли і дозволяє їм передавати один одному. Вони можуть бути дротовими, оптичними або бездротовими. У мережі ці взаємопов'язані вузли ідентифікуються мережевим адресом і часто мають імена хостів, які є більш зручними для ідентифікації людьми. Вузли слідуєть набору правил, званих протоколами зв'язку, які визначають, як вони отримують і відправляють дані, продиктовані і визначені проектом мережевої інфраструктури.

Існує багато типів протоколів зв'язку. Одним з поширених прикладів в сучасних комп'ютерних мережах є пакетно-режимна передача — мережевий пакет є одиницею даних.

Як згадувалося, ланками, які передають інформацію між вузлами, можуть бути дротові, оптичні або бездротові радіочастотні. Ці взаємозв'язки можуть бути налаштовані і розташовані різними способами, логічно і фізично. Це називається топологією мережі - посилаючись на те, як зв'язки та вузли пов'язані один з одним.

Комп'ютерна мережа дає змогу користувачам кінцевих точок спілкуватися (по телефону, електронній пошті, миттєвих повідомленнях або відео-дзвінках), обмінюватися ресурсами (наприклад, принтерами, пристроями зберігання даних і програмним забезпеченням), обмінюватися файлами, а також отримувати доступ до збільшеної місткості сховища.



Рисунок 1.20 – Комп'ютерна мережа

При правильному проектуванні, впровадженні та обслуговуванні використання цих внутрішніх мереж має потенціал для підвищення ефективності в будь-якій організації! Спільний доступ робить роботу швидшою та узгодженою, оскільки є лише одне джерело (що також спрощує процедури резервного копіювання). Централізоване адміністрування також може зробити ІТ-підтримку більш спрощеною.

З появою більш високої швидкості Інтернету комп'ютерна мережа бізнесу може бути поширена в широкому географічному місці (відомому як глобальна мережа або глобальна мережа). У цьому випадку посиланнями є підключення до Інтернету, ваш домашній або робочий модем, а потім будь-які внутрішні пристрої, такі як точка доступу WiFi або точки даних із жорсткими кабелями.

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

Комп'ютерна мережа тепер може бути хмарною, використовуючи такі платформи, як Microsoft SharePoint або Google Workspace.

Data secure - сучасні мережеві рішення часто мають вбудовані функції безпеки і можуть бути інтегровані зі сторонніми рішеннями для захисту від шкідливих програм.

Adaptable - сучасні комп'ютерні мережі, як правило, програмно визначені, тобто ними можна швидко управліти централізовано.

Scalable - Мережеві послуги можуть бути оптимізовані, збільшені або зменшені залежно від потреб. Вони можуть бути інтегровані у великих масштабах.

Virtual - Фізична мережева інфраструктура може бути розділена на розділи, створюючи «накладені» мережі, в яких ваші вузли практично пов'язані, а дані можуть бути передані. Багато великомасштабних мереж накладаються на Інтернет.

Ділові комп'ютерні мережі можна класифікувати багатьма способами, найчастіше за географічною протяжністю. Малі підприємства, як правило, функціонують з локальними мережами (LAN). Це набір пристроїв в одному фізичному місці, наприклад в офісі, на складі або в магазині. Традиційно приміщення будуть кабельними. Зовсім недавно розвиток WiFi і портативних технологій означав, що перевага віддається бездротовому підключенню. Існує два типи локальних мереж: одноранговий і клієнт-сервер. Технологія цих мереж може бути дротовою або бездротовою.

Однорангові мережі - вони передбачають об'єднання двох або більше комп'ютерів зі спільними ресурсами, доступними для всіх у мережі. Комп'ютери однаково привілейовані і виступають як клієнт, так і сервер, спілкуючись безпосередньо один з одним. Наприклад, принтер на одному комп'ютері може використовувати будь-хто інший у мережі.

Плюси - дуже просто і легко налаштувати.

Мінуси - пристрої, до яких надано спільний доступ комп'ютеру, залежать від його працездатності — видалить комп'ютер, а ви скасуєте доступ до всіх підключених пристроїв, файлів або папок. Погана безпека та масштабованість.

Клієнт-серверні мережі. Вони включають кілька робочих станцій, що підключаються до одного або декількох серверів, де зберігаються спільні файли та ресурси. Клієнти, також відомі як запитувачі послуг, отримують доступ до них із сервера.

Сервер виконує роботу з «обслуговування» клієнтів інформацією, необхідною для функціонування. Це може бути безпека, дозволи користувачів, доступ до файлів, ресурси принтера, електронна пошта, оновлення програмного забезпечення тощо.

Плюси — Надійна система, яка масштабується та ефективна.

Мінуси — Початкові витрати можуть бути дорогими. Вимагає більше досвіду для налаштування, управління та обслуговування. Вони можуть бути досить острівними для бізнесу.

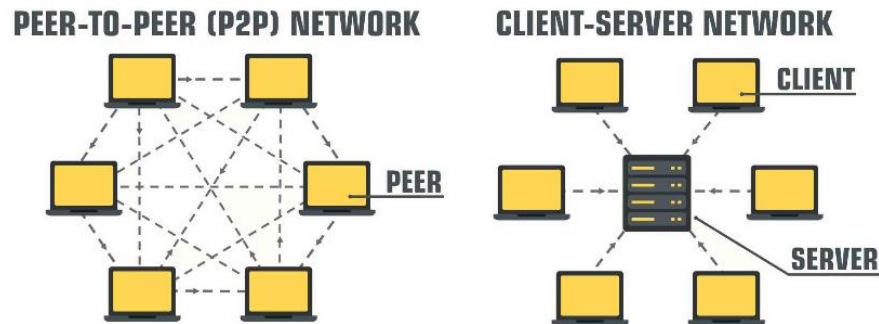


Рисунок 1.21 – Типи мережі

Клієнт-серверна мережа, безумовно, найкращий вибір для вашого бізнесу, але перш ніж розглядати цей тип мережі, читайте далі. Інтернет та зв'язок змінили цей ландшафт, забезпечивши альтернативний варіант для вашого бізнесу.

Комп'ютерні мережі, розміщені у хмарі. Традиційна клієнт-серверна мережа стала непомірною і застарілою. Віддалена та «гібридна» робоча поведінка різко зросла, як і тенденція до того, що підприємства працюють на національному чи міжнародному рівнях. Для тих компаній, які приймають цю «нову нормальність», тепер вам доступний третій тип вибору мережі. Цей тип мережі можна розглядати як суміш систем локальної мережі та WAN (широкої мережі). Можливо, ви будете знати цей тип упорядкування за допомогою таких продуктів, як Microsoft SharePoint і Google Workspace. Ці типи хмарних сервісів надають підприємствам функціональність локальної мережі без прив'язки до одного місця; ми досліджували їх в іншому дописі Learning Hub про хмарні сервіси для бізнесу.

Хмарні системи змінили спосіб роботи. Для будь-якого бізнесу, який починає або хоче покращити свої ІТ, ми б сказали, що цей тип мережі - це те, на чому ви повинні зосередити свої інвестиції. Вони можуть надати підприємствам масштабовану, безпечну мережу, яка дозволить вашим користувачам співпрацювати, обмінюватися інформацією та працювати практично з будь-якої

точки світу — так само, як якщо б вони були в офісі. Як і традиційна локальна мережа, ці типи мереж повинні бути налаштовані, керовані та підтримуватися правильно, і їх не слід намагатися, якщо ви не знайомі з ними. Вони можуть здатися відносно простими, але якщо їх налаштувати неправильно, вони можуть перешкодити бізнесу [6].

1.4 Розробка схеми організаційної структури підприємства

Так як ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес" це молоде, сучасне підприємство, яке направлено на прагнення підвищення якості устаткування, тому на заводі часто використовується проектна організаційна структура.

Проектна організаційна структура – розроблюється для конкретних задач. Для цього організується група з певних фахівців для виконання поставленої за проектом задачі. Після завершення проекту колектив виконавців розпускається. Цей тип організаційної структури використовується для реалізації великих проектів. Найбільш широко відомою альтернативою для проектної організації є матрична організація. У матричній організації є керівник проекту і керівництво відділів які керують групами фахівців проекту.

Ці повноваження можуть варіюватися від повних письмових повноважень щодо всіх деталей проекту до повноважень персоналу поруч.

Вибір конкретного варіанту визначається правами, делегованими вищим керівництвом організації. Схема матричної конструкції і організаційна структура показані на рис. 1.21.



Рисунок 1.22 - Матрична проектно-організаційна структура ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес"

Керівник проекту в матричній організації несе відповідальність за втілення всіх задач та ресурсів, пов'язаних з цим проектом. Керівники функціональних відділів делегують частину своїх обов'язків керівникам проектів, вирішують, де і як і якісно виконувати роботу та керують ходом роботи над задачею. Головна перевага матричної організаційної структури є можливість швидко адаптуватись до умов задачі та їх змін. Інші переваги та недоліки наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Переваги та недоліки матричної організаційної структури

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> - краща орієнтація цілей (програми) проекту; - здатність керівника проекту швидко приймати творчі рішення; - більш гнучке і ефективне використання персоналу організації, власні знання і компетенції співробітників; - відносна автономія проектних команд принесла фахівцям можливість приймати гнучкі рішення та розвинула якість роботи кожного працівника; - призначається один керівник; - «власник» процесу, який відповідає за всі питання, пов'язані з проектом; 	<ul style="list-style-type: none"> - боротьба за владу між керівниками функціональних відділів та проектних відділів; - переваги кар'єрного росту персоналу проекту над кар'єрним; - можливість порушення правил і стандартів в проектній команді; - високі вимоги до кваліфікації всіх членів проектної команди; - необхідність постійного контролю керівника організації в пропорції розподілу ресурсів; - труднощі, пов'язані з встановленням

– скорочено час реагування на проблеми, так як були створені горизонтальні зв'язки і єдиний центр прийняття рішень.	чіткої відповідальності за роботу над проектними завданнями і дії за дорученням підрозділу
---	--

Система управління бізнес-одиноцею зроблена на принципі дивізіонального управління з установою якісної структури підприємства, з нахилом на максимальну якість використання бюджету для підвищення дохідності та якості підприємства в цілому. Фінансова структура ділить організацію не за функціями, а за центрами фінансового обліку. Це дозволяє контролювати фінансове становище організації максимально якісно[7].

Для вдалого використання проектної організаційної структура слід поєднати команду фахівців за допомогою комп'ютерної мережі. Як визначено завданням до кваліфікаційної роботи для синтезу кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з детальним опрацюванням побудови, налаштування та безпеки корпоративної мережі маємо наступні початкові дані:

- блоку адрес для виділення підмереж: 10.23.IPn.0/22;
- значення IPn блоку адрес виділення підмереж IPn: 80;
- кількості вузлів для мережі LAN1: 15;
- кількості вузлів для мережі LAN2, од.: 76;
- кількості вузлів для мережі LAN3, од.: 61;
- кількості вузлів для мережі LAN4, од.: 76;
- кількості вузлів для мережі LAN5, од.: 88;
- інтенсивність трафіку найбільшої мережі, μ (кадрів/с) : 80.

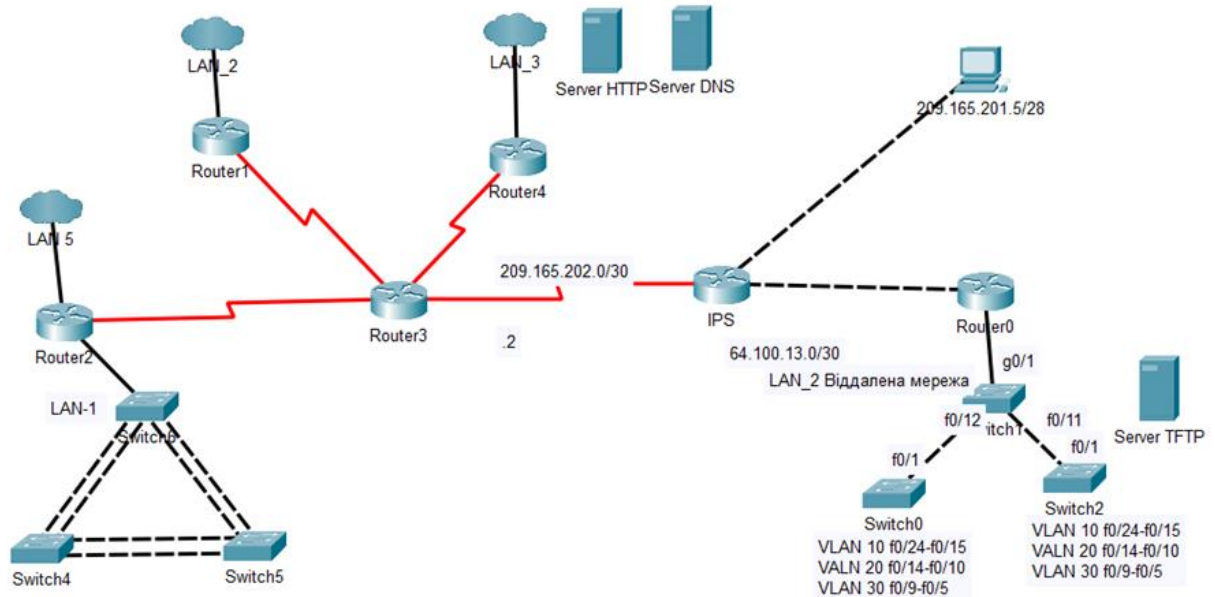


Рисунок 1.23 – Топологія мережі ТОВ "Завод промислового обладнання "Прогрес"

1.5 Постановка завдання

Завданням даної кваліфікаційної роботи є розробка кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з детальним опрацюванням побудови, налаштування та безпеки корпоративної мережі.

Ураховуючи архітектуру мережі для заданої топології необхідно розрахувати налаштування мережі враховуючі задану кількість підмереж, кількість обладнання та зв'язок між ними, обрати інтерфейс каналів зв'язку і протоколи обміну, провести розрахунок топологічної схеми комп'ютерної системи, налаштувань маршрутизації комп'ютерної мережі та змоделювати і перевірити роботу системи.

Далі необхідно проаналізувати розробку нової мережі підприємства, обрати обладнання, для об'єднання мережі, у тому числі кабелі, з'єднувачі, порти, фізичне середовище, мережевих пристроїв та інших компонентів, для виконання вимог і навантажень мережі.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розробка структурної схеми підсистеми управління

У кваліфікаційній роботі на тему кіберфізична система для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з детальним опрацюванням побудови, налаштування та безпеки корпоративної мережі, в якості об'єкту управління технологічним обладнанням обрано автоклав «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100.

Згідно з темою бакалаврської роботи треба розробити кіберфізичну систему для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту.

Основні технічні параметри, які необхідні для розробки кіберфізичної системи для «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100

- | | |
|--|-------------|
| – максимальний тиск в камері, МПа: | 0,6 ; |
| – максимальна температура в камері, °С: | 200; |
| – парогенератор, В / кВт: | ~380 / 100; |
| – продуктивність за пару, кг/год: | 75; |
| – нижній рівень конденсату, м | 0,05; |
| – верхній рівень конденсату, м | 0,2. |
| – електрозасувка перегрітої пари, ДУ | 80; |
| – електрозасувка тиску перегрітої пари, ДУ | 80; |
| – електроклапан скидання тиску в автоклаві, ДУ | 40; |
| – електроклапан передачі тиску з автоклаву, ДУ | 40; |
| – насос видалення конденсату, В / кВт | ~380 / 1,6. |

Роботою технологічного обладнання - автоклаву «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100. для технологічного процесу з тепловологісної обробки газобетону управляє програмований логічний контролер (рис. 2.1).

Система управління «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100 має підтримувати задані параметри температури, та тиску завдяки регулюючим можливостям витрати перегрітої пари та тиску перегрітої пари.

На рис. 2.1 показана структурна схема підсистеми управління.

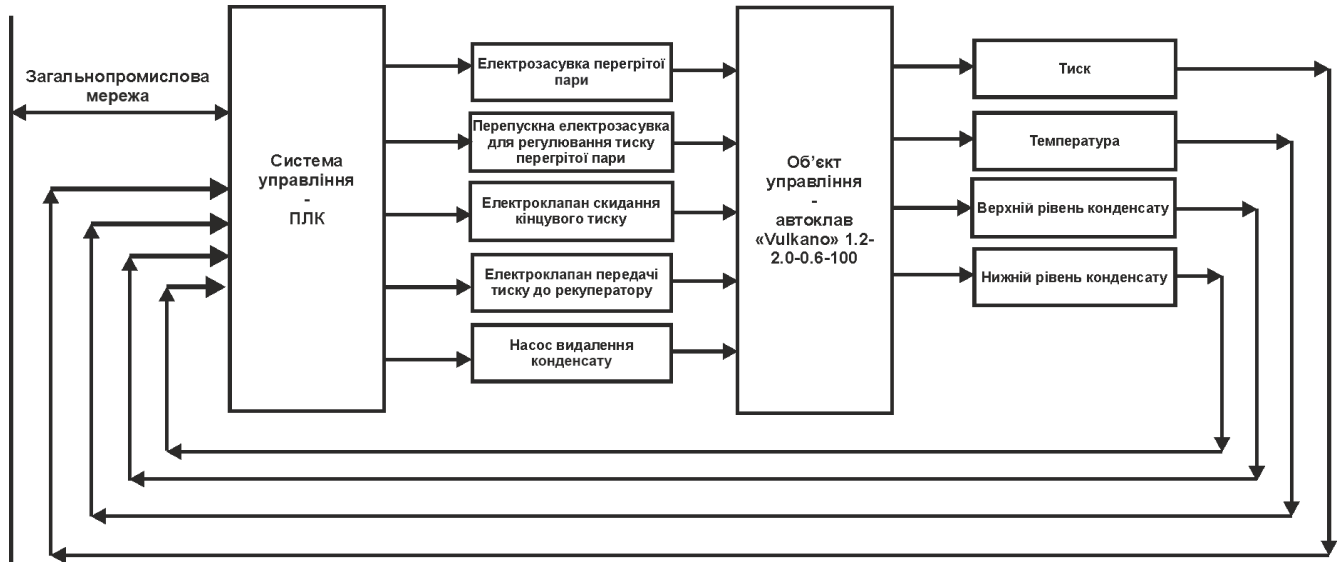


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи управління «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100

Датчики тиску, температури забезпечують первинною інформацією систему управління з метою управління технологічними параметрами процесу обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту.

Система управління має підтримувати задану за технологічними параметрами температуру і тиск в «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100 межах заданих параметрів.

Система управління «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100 входить до складу технологічного обладнання з виготовлення рухомих елементів конвеєрного транспорту. Роботою «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100 управляє автоматична система управління, яка має виконавчі пристрої:

- електрозасувка витрати перегрітої пари, яка працює у пропорційному режимі;
- електрозасувка тиску перегрітої пари (парова батарея)– яка працює у пропорційному режимі;

- електроклапан перепуску (скидання надлишку тиску) перегрітої пари – який працює у дискретному режимі;
- електроклапан передачі залишкового (кінцевого) тиску до рекуператору парогенератора – який працює у дискретному режимі;
- насос видалення конденсату – дискретний режим.

2.2 Вибір апаратного забезпечення підсистеми управління

2.2.1 Вибір датчиків

Для вимірювання тиску будемо використовувати датчик тиску серії MBS 3000 з стандартним виходом 4...20 мА для підключення до програмованого логічного контролера (ПЛК) [8].



Рисунок 2.2 – Датчик тиску серії MBS 3000 - 2

Таблиця 2.1 – Технічні параметри датчику тиску серії MBS 3000 - 2

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Комплексне вимірювання
2	Діапазон вимірювання, МПа	0...2
3	Похибка вимірювання, %	±0,5%
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

За технічними параметрами необхідно вимірювати температуру повітря для цього використаємо датчик Т.ХА-420-Кл1-1 (рис. 2.3) з вихідним сигналом 4...20 мА, який полегшить підключення його до ПЛК.

Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.2 [9].



Рисунок 2.3 – Датчик температури Т.ХА-420-Кл1-1

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики датчика температури Т.ХА-420-Кл1-

1

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	НСХ: Pt100
2	Діапазон вимірюваних температур, °С	0...300
3	Клас допуску	1
4	Точність, %	±0,5
5	Діапазон вихідного сигналу, мА	4...20
6	Напруга живлення, В	12...36
7	Потужність споживання, Вт	1

За технічними параметрами необхідно контролювати нижній (0,05 м) та верхній (0,2 м) рівень конденсату (води) (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Датчик рівня ELSm

Для цього використаємо датчики рівня ELSm, які використовуються для контролю рівня бака. Принцип роботи датчика заснований на магнітному полі магніту всередині буя, що рухається по трубі у відповідності з рівнем рідини, підходить до геркону, який розмикає або замикає електричний ланцюг.

Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.5 [10].

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики датчики рівня ELSm

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	геркон
2	Діапазон вимірювання, мм	10 (за місцем встановлення)
3	Інтервал робочих температур, °С	0...200
4	Точність, мм	10
5	Тиск, МПа	0...2,0
6	Діапазон вихідного сигналу, мА	4...20
7	Напруга живлення, В	12...24
8	Потужність споживання, Вт	2

На підставі обраних датчиків та їх технічних характеристик складена табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Датчики

№	Назва параметру	Принцип дії	Тип	Діапазон змінення	Точність	Значення виходу	Період оновлення	Напруга живлення	Потужність споживання
1	Тиску в автоклаві	Комплексне вимір.	Аналоговий	0...3 МПа	±0,5 %	4...20 мА	0.1 с	12...24 В	1 Вт
2	Температура в автоклаві	НСХ: Pt100	Аналоговий	0...300°C	±0,5 %	4...20 мА	0.1 с	12...36 В	1 Вт
3	Нижній рівень конденсату	Геркон	Дискретний	0...0,05м	±10мм	НЗ	0.1 с	12...24 В	2 Вт
4	Верхній рівень конденсату	Геркон	Дискретний	0...0,2м	±10мм	НЗ	0.1 с	12...24 В	2 Вт

2.2.2 Вибір виконавчих пристроїв

Для реалізації автоматичного управління продуктивністю подачі перегрітої пари та повітря необхідна електрична засувка з поворотним затвором. Використаємо електрозасувку High performance butterfly valve HP 111-E [11].



Рисунок 2.5 - Електрозасувка High performance butterfly valve HP 111-E

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики електрозасувки High performance butterfly valve HP 111-E.

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Електромагнітний
2	Підключення, in (мм)	G3 (80)
3	Робочий тиск, МПа	1...32
4	Умовний прохід, мм	80
5	Максимальна витрата, л/г	15000
6	Температура носія, °С	-50...500
7	Керуюча напруга, В	12...24
8	Потужність споживання, Вт	8
9	Управління, мА	4...20

Для управління електроклапанами скидання тиску та передачі тиску з автоклаву будемо використовувати клапан СЕНС-ПР DN40, який призначений для роботи в якості запірною пристрою з дистанційним електричним і локальним ручним управлінням потоками рідких і газоподібних середовищ в трубопроводах [12].



Рисунок 2.6 - Електроклапан СЕНС-ПР DN40

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики електрозасувки High performance butterfly valve HP 111-E.

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Електромагнітний
2	Підключення, in	G1,5
3	Робочий тиск, МПа	1...32
4	Умовний прохід, мм	40
5	Максимальна витрата, л/г	4 000
6	Температура носія, °С	-25...300
7	Керуюча напруга, В	10...36
8	Потужність споживання, Вт	0,5

Для управління насосом видалення конденсату ~ 380 В / 1,6кВт у дискретному режимі використаємо трифазне твердотільне реле змінного струму Jotta SSR 10DA / 25DA / 40DA / 60DA, 480 В змінного струму, з управлінням 0...24 В постійної напруги, яке будемо використовувати у дискретному режимі управління [13]. У нашому випадку для управління застосуємо трифазне твердотільне реле Jotta SSR 10DA.



Рисунок 2.7 – Трифазне твердотільне реле Jotta SSR 40DA (3х ~ 380 В, 0...24 В)

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	20
2	Перепуск тиску перегрітої пари	4...20 мА	Пропорційний	0...100 %	Лінійний	0,1 с	24	20
3	Електроклапан скидання тиску	0, 24 В	Дискретний	0, 100 %	Не лінійний	0,1 с	24	0,5
4	Електроклапан передачі тиску	0, 24 В	Дискретний	0, 100 %	Не лінійний	0,1 с	24	0,5
5	Видалення вологи	4...20 мА	Дискретний	0, 100 %	Не лінійний	0,1 с	24	1

2.2.3 Вибір пристроїв управління

Відповідно вимог до системи управління в якості пристрою управління, треба використовувати ПЛК VIPA 200, який має модульну структуру, що забезпечить підключення тільки обраного обладнання та легке розширення подальшого функціоналу.

До контролеру повинні бути підключені датчики, які мають уніфікований стандартний тип виходу 4...20 мА – це датчику тиску та температури повітря в автоклаві.

Датчики контролю нижнього та верхнього рівнів конденсату (води) у автоклаві мають «сухий» нормально-замкнутий (НЗ) контакт.

Для управління продуктивністю подачі перегрітої пари та регулювання її тиску використані електричні засувки з поворотним затвором, які мають аналоговий вхід управління 4...20 мА.

Для управління електроклапанами скидання тиску та передачі тиску до рекуператору парогенератора використано клапани СЕНС-ПР DN40 з параметрами управління 0; 24 В (0,5 Вт).

Для управління насосом видалення конденсату, працюючого у дискретному режимі використано трифазне твердотільне реле змінного струму з параметрами управління 0; 24 В (1,0 Вт).

Так як система управління «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100 повинна інтегруватися у загально-заводську автоматизовану систему управління технологічним

обладнанням (АСК ТП), то вона повинна мати стандартний послідовний канал зв'язку, визначений раніше - RS-485 з протоколом MODBUS, або мережевий канал Ethernet.

Обраний ПЛК VIPA 214-2BS33 має технічні характеристики, які наведені в табл. 2.7.



Рисунок 2.8 – Програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики програмованого логічного контролеру 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

Для підключення двох аналогових датчиків, які мають стандартний струмовий сигнал 4...20 мА, обрано модуль аналогового вводу VIPA 231-1BD40, кожних з яких який має по чотири аналогові входи (рис. 2.9). Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.8.



Рисунок 2.9 – 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

Так як у даному модулі є ще два вільних канали, то з метою економії коштів на окремому дискретному модуля, підключимо до них – дискретні датчики нижнього та верхнього рівню конденсату.

До контролеру повинні бути підключені три дискретних канали управління (тип виходу 0, +24 В) - електроклапан скидання тиску, електроклапан передачі тиску та насос видалення конденсату, тому для підключення цих пристроїв обрано модуль дискретного виводу VIPA 222-1BF00 який має вісім каналів (рис. 2.10). Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.9.



Рисунок 2.10 – Модуль дискретного виводу VIPA 222-1BF00

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики модуля дискретного виводу VIPA 222-1BF40

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	SM 222
2	Кількість каналів	8
3	Тип каналу	Дискретний
4	Діапазон вихідного сигналу, В	0...24
5	Максимальний струм вихідного сигналу, А	1
6	Довжина екранованого провідника, м	600
7	Споживана потужність, Вт	2

До контролеру також має бути підключено дві електрозасувки – регулювання продуктивності перегрітої пари та її тиску, які мають вхідний струмовий канал управління 4...20 мА, тому потрібен один модуль аналогового виводу з діапазоном аналогового сигналу 4...20 мА. Оберано модуль VIPA 232-1BD40 у якому є чотирьох аналогових виходу 4...20 мА (рис. 2.11).

Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.10.



Рисунок 2.11 – Модуль аналогового виводу VIPA 232-1BD40

Таблиця 2.10 – 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

Згідно з вимогами до системи управління, в якості котрого виступає програмований логічний контролер, та пультом оператора, в якості якого виступає персональний комп'ютер, необхідно організувати мережу за допомогою інтерфейсу RS-485. Схема підключення персонального комп'ютеру до програмованого логічного контролеру наведена на рис. 2.12.

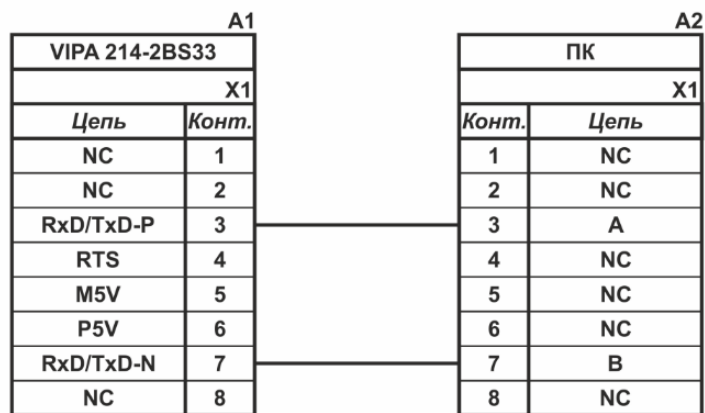


Рисунок 2.12 – Схема підключення по інтерфейсу RS-485

На підставі обраного програмованого логічного контролера та його модулів складена табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Пристрій управління 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
		Тиску	24 В	1,0 Вт
		Температура	24 В	1,0 Вт

		Нижній рівень конденсату	24 В	1,0 Вт
		Верхній рівень конденсату	24 В	1,0 Вт
3	VIPA 232- 1BD40	Модуль аналогового виводу	24 В	2,0 Вт
		Продуктивність перегрітої пари	24 В	1,0 Вт
		Тиск перегрітої пари	24 В	1,0 Вт
4	VIPA 222- 1BF00	Модуль дискретного виводу	24 В	2,0 Вт
		Електроклапан скидання тиску	24 В	8,5 Вт
		Електроклапан передачі тиску	24 В	8,5 Вт
		Насос видалення конденсату	24 В	0,5 Вт

2.2.4 Вибір джерел живлення

ПЛК та його модулі мають напругу живлення +24 В, загальна потужність споживання програмованого логічного контролера та його модулів:

$$P = 5,0 + 1 * 0,6 + 2 * 2,0 = 9,6 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

Виходячи з потужності споживання контролеру та його модулів у якості джерела живлення обрано блок живлення SPD24301 з вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт (рис. 2.13). Технічні характеристики блока живлення наведені в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – 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



Рисунок 2.13 – Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301

Виконавши аналіз обраного обладнання можливо зробити вивід, що зовнішній блок живлення потрібен для чотирьох датчиків: тиску повітря, температури повітря, рівнів конденсату - нижнього та верхнього та трьох дискретних каналів управління – клапани скидання тиску, передачі насиченої пари, насосу видалення конденсату, та двох аналогових сигналів - перегріта пара, тиск перегрітої пари. Таким чином потужність споживання за напругу живлення +24 В становитиме:

$$P = 4 * 1,0 + 1 * 1,0 + 2 * 8,5 + 1 * 0,5 = 22,5 \text{ Вт.} \quad (2.2)$$

Виходячи з потужності споживання датчиків та виконавчого пристрою у якості джерела живлення обрано блок живлення такий самий як і для програмованого логічного контролера SPD24301 з вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт.

2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації

Виходячи з вимог до підсистеми управління технологічним обладнанням «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100 розроблена функціональна схема автоматизації, яка наведена на рис. 2.14.

У якості пристрою управління «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100 використовується програмований логічний контролер (UY 10) – VIPA 214-2BS33. Програмований логічний контролер підключено до технологічного обладнання АСУ ТП, за що

відповідає система автоматизації більш високого рівня (UY 10), зв'язок між ними реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485.

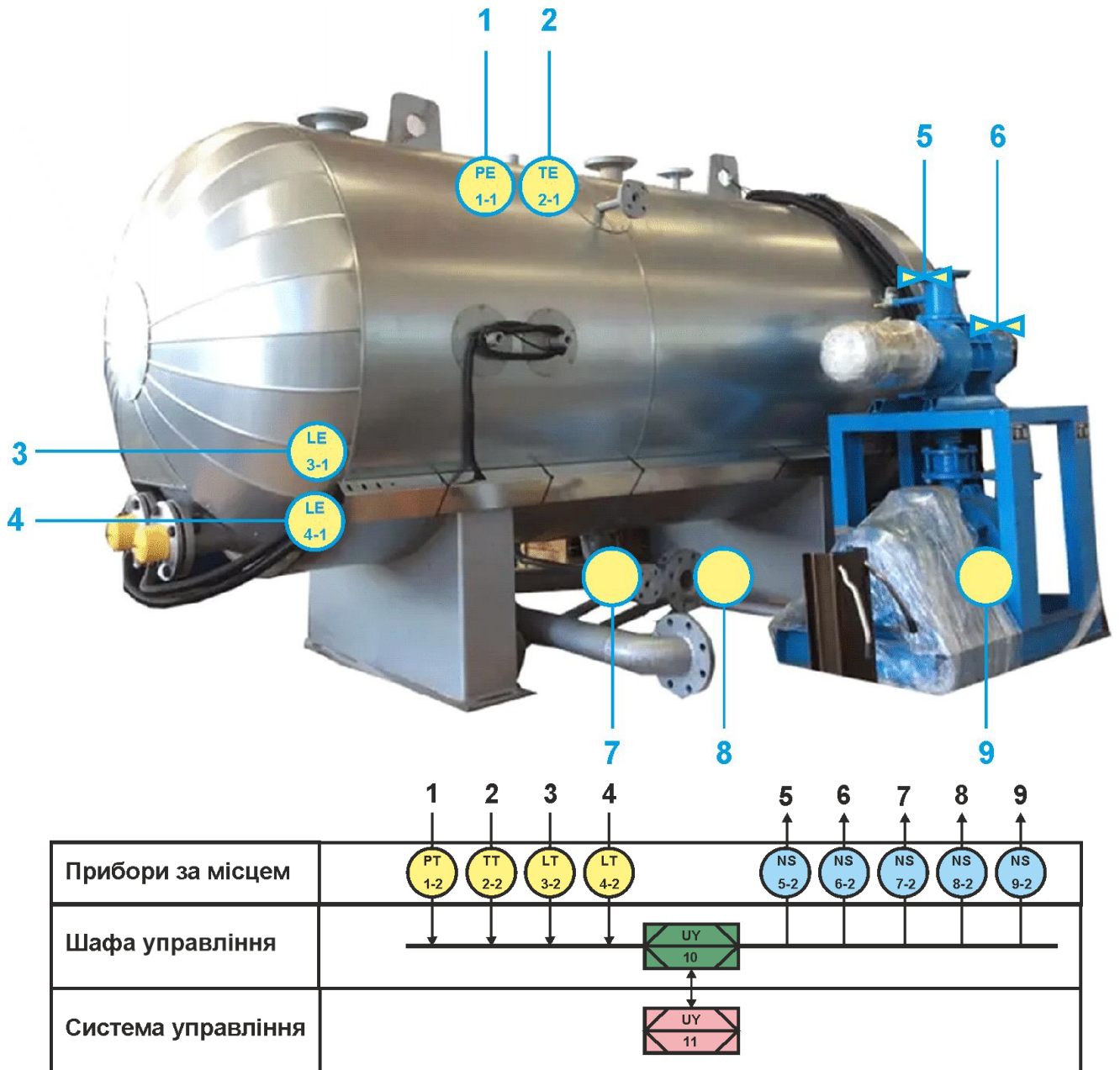


Рисунок 2.14 – Функціональна схема автоматизації «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100

Для вимірювання тиску використовується датчик (PE 1-1 - MBS 3000-2) та перетворювачів 4...20 мА (РТ 1-2 - MBS 3000-2).

Для вимірювання температури в автоклаві використовується датчик (ТЕ 2.1 - Т.ХА-420-Кл1-1) та перетворювачів 4...20 мА (ТТ 2.2 - - Т.ХА-420-Кл1-1).

Для вимірювання нижнього та верхнього рівнів конденсату використовуються датчики (LE 3.1, LE 4.1 - ELSm) та перетворювачів 4...20 мА (LT 3.2, LT 4.2 - ELSm).

На підставі отриманих первинних значень з відповідних датчиків програмований логічний контролер (UY 10 – VIPA 214-2BS33) формує керуючі впливи по підтримці заданого температурного режиму роботи «Vulkano» 1.2-2.0-0.6-100.

Для управління продуктивністю подачі насиченої пари та скидання надлишкового тиску у парову батарею використовуються електрозасувки (NS-5, NS-6 High performance butterfly valve HP 111-E).

Для управління електроклапанами скидання тиску та передачі тиску з автоклаву використовуються електрозасувки (NS-7, NS-7 електроклапани СЕНС-ПР DN40).

Для управління видалення конденсату використовуються трифазне твердотільне реле (NS-9 Jotta SSR 40D).

2.4 Розробка схеми електричної принципової

На основі функціональної схеми автоматизації та обраного апаратного забезпечення розроблена схема електрична принципова підсистеми технологічним обладнанням «Vulkano» 1.2-2.0-0.6-100 (рис. 2.15).

В системі управління використовуються два блока живлення. Перший блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G1) підключено до програмованого логічного контролеру VIPA 214-2BS33 (A1). Другий блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G2) підключено до модулю аналогового виводу VIPA 232-1BF00 (A1 – X5), к датчикам тиску повітря (BK1), температури повітря (BK2), нижнього (BK3) та верхнього рівнів конденсату (BK4).

Три аналогових датчика та два дискретних датчика підключені до модулю аналогового вводу VIPA 231-1BD40 (A1 – X3) до каналів 0...3 за допомогою

стандартного сигналу 4...20 мА – для аналогових датчиків, та живлення +24 В та резисторів обмеження струму приблизно на значеннях 4 та 20 мА – дискретних датчиків.

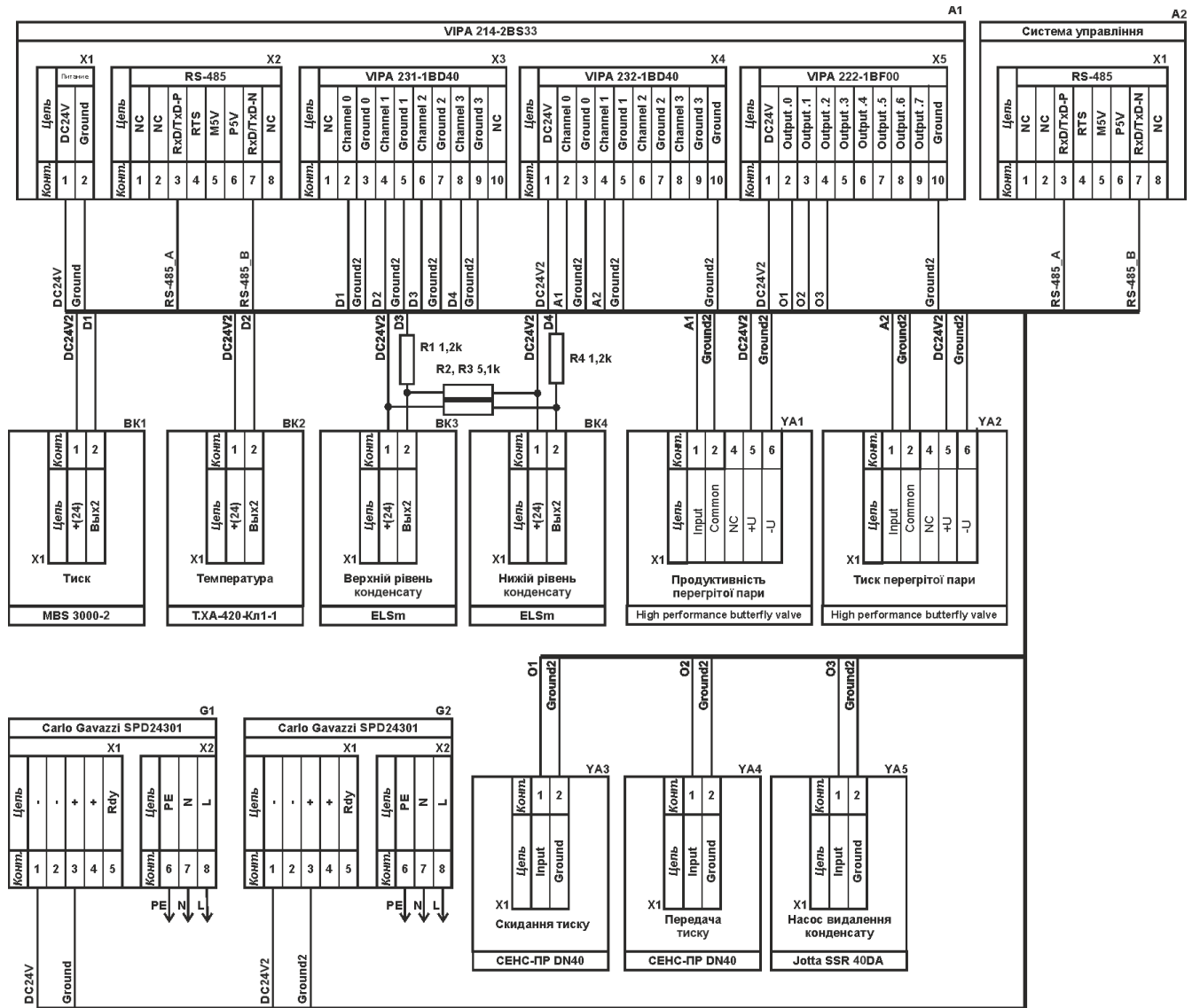


Рисунок 2.18 – Схема електрична принципова підсистеми управління

Для управління продуктивністю перегрітого пару YA1 та тиску перегрітої пари YA2 електрозасувки підключені до модулю аналогового виводу VIPA 232-1BD40 (A1 – X2) до каналів 0, 1 за допомогою стандартного струмового сигналу 4...20 мА.

Для управління скиданням тиску YA3 та передачею тиску YA4 з автоклаву їх електроклапани підключені до модулю дискретного виводу VIPA 232-1BD40 (A1 – X2) до каналів 0, 1

Для управління насосом видалення конденсату YA5 використовуються твердотільне реле Jotta SSR 40D.

Зв'язок між програмованим логічним контролером VIPA 214-2BS33 (A1) та АСК ТП верхнього рівня (A2) реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485 (A1 – X2).

2.5 Висновки за розділом

У кваліфікаційній роботі в якості об'єкту управління для кіберфізичної системи обрано технологічне обладнання автоклав «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100.

У розділі розробка апаратної частини комп'ютерної системи підприємства обрано апаратно-програмні засоби для створення системи управління, розроблена функціональна схема автоматизації, розроблена схема принципова підсистеми управління, складено перелік елементів до схеми електричної принципової.

3 РОЗРОБКА КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Розрахунок схеми адресації корпоративної мережі

Згідно з завданням до теми кваліфікаційної роботи бакалавра «Кіберфізична система для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з детальним опрацюванням побудови, налаштування та безпеки корпоративної мережі» слід використати наступні початкові дані:

- блоку адрес для виділення підмереж: 10.23.IPn.0/22;
- IPn блока адрес виділення підмереж IPn: 80;
- кількості вузлів для мережі LAN1: 15;
- кількості вузлів для мережі LAN2, од.: 76;
- кількості вузлів для мережі LAN3, од.: 61;
- кількості вузлів для мережі LAN4, од.: 76;
- кількості вузлів для мережі LAN5, од.: 88;
- інтенсивність трафіку найбільшої мережі, μ (кадрів/с) : 80.

Розподіл мереж між маршрутизаторами (WAN):

- блок адрес для каналів між маршрутизаторами 10.0.№.0/24;
- номер варіанту № 18;
- 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.

IP-адреса це ряд чисел, які унікально ідентифікують з'єднання пристрою з мережею. Кожен пристрій, підключений мережі, має IP-адресу. Це дає змогу побачити, які пристрої в мережі надсилають, запитують і отримують інформацію, полегшуючи спілкування один з одним через ту саму мережу, а також інші мережі, такі як Інтернет.

IP-адреси виражаються як набір із чотирьох чисел, які розділені на дві частини – ідентифікатор мережі та ідентифікатор хоста. Кожен набір чисел, розділених десятковим знаком в IP-адресі, називається октетом. Перші три набори октетів містять ідентифікатор мережі, що вказує, у якій мережі знаходиться пристрій, тоді як четвертий октет вказує ідентифікатор хоста, тобто конкретний пристрій у цій мережі.

Отже, якщо IP-адреса дорівнює 192.168.1.3, то 192.168.1 - ідентифікатор мережі, а 3 - це ідентифікатор хоста. Відповідно до передових практик мережі мережевий маршрутизатор має ідентифікатор хоста 1, а наступним пристроям призначається 2, 3, 4 тощо. IP-адреси можуть бути в діапазоні від 0.0.0.0 до 255.255.255.255, тобто кожен набір чисел між крапками може бути в діапазоні від 0 до 255 (у мережі 255.255.255.0 буде 254 придатних для використання хоста, оскільки 255 зазвичай є широкомовним адресом, а не використовується як хост).

Але IP-адреси не призначаються випадковим чином. Вони математично генеруються та розподіляються Органом з присвоєння номерів в Інтернеті (IANA), який є частиною Корпорації з присвоєння імен і номерів (ICANN). ICANN - некомерційна організація, яка відповідає за стабільну та безпечну роботу Інтернету. Він керує призначенням адресних блоків регіональним Інтернет-реєстрам і підтримує реєстри ідентифікаторів Інтернет-протоколу. Коли будь-хто реєструє домен в Інтернеті, він повинен сплатити комісію за реєстрацію домену, і частина цього надходить до ICANN.

Багато в чому IP-адреса схожа на номер телефону. З одного боку, номер телефону визначає, кому ви телефонуєте, а з іншого боку, для особи, яка отримує

дзвінок, він визначає, хто телефонує. Таким же чином IP-адреси допомагають ідентифікувати пристрої, підключені до мережі.

IP-адресу можна розглядати як віртуальну адресу, яка допомагає ідентифікувати комп'ютер, мережевий пристрій, такий як маршрутизатор, мережевий сервер, веб-сайт і навіть пристрої Інтернету речей, такі як камери. Використовуючи IP-адреси, мережевий трафік може бути спрямований саме туди, куди йому потрібно.

Щоб зрозуміти, як працюють IP-адреси, спочатку потрібно означити поняття про TCP/IP (протокол керування передачею /протокол Інтернету). TCP/IP — це набір протоколів, тобто набір правил і процедур для з'єднання пристроїв через Інтернет, який є основою для всього Інтернет-зв'язку.

TCP має справу з тим, як програми створюють канали зв'язку, передають і отримують повідомлення. А IP займається адресацією та маршрутизацією повідомлень. TCP/IP визначає, як перед передачею дані розбиваються на пакети та передаються по ланцюжку мережевих пристроїв, починаючи від початкового пристрою до кінцевого одержувача. І як після отримання дані декапсулюються.

Кожен пакет даних, що передається, містить IP-заголовок, який містить IP-адреси джерела та призначення. Коли дані отримує мережевий пристрій, він декапсулює дані, перевіряючи IP-інформацію пакета. Пристрій обробляє отримані дані далі, лише якщо IP-адреса збігається з інформацією про призначення в пакеті.

Так, наприклад, коли ноутбук підключається до всесвітньої мережі, він спочатку підключається до локальної мережі, підключеної до Інтернету, що надає йому доступ до всесвітньої мережі. Доступ до Інтернету, ймовірно, надаватиме постачальник послуг Інтернету (ISP), тому саме провайдер несе відповідальність за призначення вашому пристрою IP-адреси. Усі ваші дії в Інтернеті та інформація, яку ви надсилаєте й отримуєте, спрямовуються на ваш пристрій за допомогою IP-адреси.

Важливо пам'ятати, що IP-адреса не ідентифікує ваш пристрій, а лише його підключення до мережі. Фізичний пристрій ідентифікується іншим номером, який називається MAC-адресою (Media Access Control). Ось чому, коли ви берете ноутбук чи інший пристрій із дому в кав'ярню чи офіс, він отримає іншу IP-адресу, призначену провайдером кав'ярні чи офісу.

У нас є обмежена кількість приватних IPv4-адрес, які можна використовувати в кіберфізичній системі для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного.

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.

У традиційній схемі підмереж фіксована маска підмережі застосовується до всіх підмереж у мережі, що може призвести до неефективного використання IP-адрес. Наприклад, якщо мережа має дві підмережі, одну з 10 хостами, а іншу з 50 хостами, для обох підмереж буде використовуватися традиційна маска підмережі 255.255.255.0, що означає, що кожна підмережа матиме 254 доступні IP-адреси. Це призведе до втрати IP-адрес для меншої підмережі.

VLSM дозволяє мережевим адміністраторам створювати підмережі з різними масками підмережі для більш ефективного використання IP-адрес. Використовуючи наведений вище приклад, VLSM можна використовувати для призначення маски підмережі 255.255.255.128 для меншої підмережі з 10 хостами, яка забезпечить 126 доступних IP-адрес, і маску підмережі 255.255.255.192 для більшої підмережі з 50 хостами, який надасть 62 доступні IP-адреси.

VLSM широко використовується в сучасних мережах для створення підмереж різного розміру та оптимізації використання IP-адрес.

VLSM означає Variable Length Subnet Mask, де проект підмережі використовує більше однієї маски в тій самій мережі, що означає, що більше однієї маски використовується для різних підмереж одного класу А, В, С або мережі. Він використовується для підвищення зручності використання підмереж, оскільки вони можуть мати змінний розмір. Він також визначається як процес підмережі підмережі. Процедура реалізації VLSM – у VLSM підмережі використовують розмір блоку на основі вимоги, тому підмережі потрібні кілька разів. Припустімо, що є адміністратор, який керує чотирма відділами. Це відділ продажу та закупівель на 120 комп'ютерів, відділ розробки на 50 комп'ютерів, бухгалтерія на 26 комп'ютерів і відділ управління на 5 комп'ютерів. Якщо адміністратор має IP-адресу 192.168.1.0/24, можна призначити IP-адреси для відділів, виконавши ці дії:

1. Для кожного сегмента виберіть розмір блоку, який перевищує або дорівнює фактичній вимозі, яка є сумою адрес хостів, широкомовних адрес і мережевих адрес. Складається список можливих підмереж: таблиця – список можливих підмереж.

2. Розташовують всі сегменти в порядку спадання на основі розміру блоку, тобто від найвищої до найменшої вимоги.

Наприклад:

Продаж і закупівля: 120

Розвиток: 50

Рахунки: 26

Управління: 5

Найвищий доступний IP має бути призначений для найвищих вимог, щоб відділ продажів і закупівель отримав 192.168.1.0/25, який має 126 дійсних адрес, які можуть бути легко доступні для 120 хостів. Використана маска підмережі 255.255.255.128

SLASH	NOTATION	HOSTS/SUBNETS
	/24	254
	/25	126
	/26	62
	/27	30
	/28	14
	/29	6
	/30	2

Рисунок 3.1 – Відповідність масок до кількості хостів

Наступний сегмент потребує IP для обробки 50 хостів. IP-підмережа з номером мережі 192.168.1.128/26 є наступною за значенням, яку можна призначити 62 хостам, таким чином задовольняючи вимоги відділу розробки. Використана маска підмережі 255.255.255.192

Подібним чином наступна IP-підмережа 192.168.1.192/27 може відповідати вимогам відділу бухгалтерії, оскільки вона має 30 дійсних IP-адрес хостів, які можна призначити 26 комп'ютерам. Використана маска 255.255.255.224

Останній сегмент вимагає 5 дійсних IP-адрес хостів, які можуть бути виконані підмережею 192.168.1.224/29, яка має маску 255.255.255.248, вибрану відповідно до вимог. Можна вибрати IP-адресу з маскою 255.255.255.240, але вона має 14 дійсних IP-адрес хоста, а вимога менша порівняно з цим, тому вибирається той, який відповідає вимогам. Таким чином, у VLSM менша втрата IP-адреси порівняно з FLSM.

Означимо переваги VLSM над FLSM. У підмережах із маскою підмережі фіксованої довжини (FLSM) усі підмережі мають однаковий розмір і однакову кількість хостів, але у VLSM розмір є змінним і може мати змінну кількість хостів, що робить IP-адресування більш ефективним, дозволяючи маршрутизованій системі різну довжину маски відповідно до вимог.

У FLSM є втрата IP-адрес, але у VLSM є мінімальна втрата IP-адрес.

FLSM є кращим для приватних IP-адрес, тоді як для публічних IP-адрес VLSM є найкращим варіантом.

Більш ефективне використання мережі: VLSM дозволяє ефективніше використовувати IP-адреси, призначаючи менші підмережі для областей, які потребують менше хостів, і великі підмережі для областей, які потребують більше хостів. Це призводить до більш ефективного використання мережі та зменшує загальний необхідний простір IP-адрес.

Більша гнучкість: VLSM забезпечує більшу гнучкість у розробці схем IP-адресації. Це дозволяє мережевим адміністраторам створювати підмережі різного розміру на основі конкретних вимог кожної підмережі, що може бути особливо корисним у складних мережах.

Краща масштабованість: VLSM забезпечує кращу масштабованість мережі, оскільки вона може враховувати зростання та зміни топології мережі, не вимагаючи повного перепроектування схеми IP-адресації.

Покращена продуктивність мережі: VLSM може допомогти покращити продуктивність мережі, зменшивши перевантаження мережі та покращивши потік даних між підмережами.

Зменшення накладних витрат на керування мережею: VLSM може допомогти зменшити накладні витрати на керування мережею шляхом спрощення розподілу та керування IP-адресами. Це може бути особливо корисним у великих мережах, де керування IP-адресом може бути серйозною проблемою.

Означимо недоліки VLSM над FLSM:

Складність: VLSM вимагає більш розширеного планування та конфігурації порівняно з традиційними підмережами, що може збільшити складність проектування та адміністрування мережі.

Збільшення накладних витрат на керування: з VLSM може бути більше підмереж та IP-адрес для керування, що може збільшити накладні витрати на керування та ускладнити вирішення проблем мережі.

Можливість фрагментації: якщо підмережі створюються з різними масками підмереж, це може призвести до фрагментації IP-адрес, коли IP-адреси розподіляються неефективно та можуть бути несуміжними.

Проблеми сумісності: VLSM може бути несумісним зі старішим мережевим обладнанням або протоколами, що може обмежити його корисність у певних середовищах.

Помилки конфігурації: оскільки VLSM потребує більш розширеного планування та конфігурації, існує підвищений ризик помилок конфігурації. Ці помилки можуть спричинити проблеми з підключенням до мережі, вразливості системи безпеки та інші проблеми.

Знижена продуктивність мережі: хоча VLSM може покращити продуктивність мережі шляхом зменшення перевантаження, він також може мати протилежний ефект. Якщо підмережі налаштовані неправильно, це може призвести до перевантаження мережі, що може сповільнити потік даних.

Підвищені вимоги до навчання: VLSM вимагає більш глибоких знань і навичок у роботі з мережами, ніж традиційне створення підмереж, що може збільшити вимоги до навчання для мережевих адміністраторів.

Уразливості безпеки: VLSM може створювати вразливості безпеки, якщо підмережі не захищені належним чином. Наприклад, якщо підмережа не ізольована належним чином, це може дозволити несанкціонований доступ до конфіденційних даних.

Вища вартість: VLSM може бути дорожчим, ніж традиційні підмережі, оскільки вимагає більш вдосконаленого мережевого обладнання та програмного забезпечення. Це може зробити його менш доступним для малих підприємств або організацій з обмеженим бюджетом.

Виконаємо розподіл адресів в мережі з застосуванням маскування підмережі зі змінною довжиною (VLSM), що є більш ефективним способом розподілу мережі. на підмережі.

Використовуючи VLSM калькулятор можна швидко та ефективно налаштувати мережу.

Кількість вузлів в підмережах початкових даних наведено табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість вузлів в підмережах

LAN1	LAN2	LAN3	LAN4	LAN5
15	76	61	76	88

Результат розрахунку для мережі з використанням блоку адрес 10.23.80.0/22 для каналів між маршрутизаторами показав, що максимальна кількість можливих хостів становить 1022, а для нашого варіанту підмережі потрібно лише 316 хостів.

Результат розподілу підмереж LAN1...LAN5 представлено в табл. 3.2.

Розрахуємо адресацію між маршрутизаторами. Визначення підмереж між маршрутизаторами наведено на рис. 3.1.

Враховуючі максимальну кількість вузлів в підмережі WAN, яка дорівнює 2, можна застосувати замість блока адрес 10.0.12.0/24 блок адрес 10.0.12.0/30.

Результат розподілу підмереж WAN1...WAN5 представлено в табл. 3.3.

Розрахуємо адресацію LAN2 для в підмережі VLAN з 76 комп'ютером із застосуванням заданого блоку адрес 10.23.0.128/25.

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

Мережа 10.23.0.128/25 має обмеження у 126 хостів, для WLAN підмереж потрібно 72 хостів.

Схема адресації пристроїв мережі наведена в табл. 3.4.

Таблиця 3.2 – Розподіл адресів для підмереж LAN1...LAN5

Name	Hosts Needed	Hosts Available	Unused Hosts	Network Address	Slash	Mask	Usable Range	Broadcast
LAN5	88	126	38	10.23.0.0	/25	255.255.255.128	10.23.0.1 - 10.23.0.126	10.23.0.127
LAN2	76	126	50	10.23.0.128	/25	255.255.255.128	10.23.0.129 - 10.23.0.254	10.23.0.255
LAN4	76	126	50	10.23.1.0	/25	255.255.255.128	10.23.1.1 - 10.23.1.126	10.23.1.127
LAN3	61	62	1	10.23.1.128	/26	255.255.255.192	10.23.1.129 - 10.23.1.190	10.23.1.191
LAN1	15	30	15	10.23.1.192	/27	255.255.255.224	10.23.1.193 - 10.23.1.222	10.23.1.223

Таблиця 3.3 – Розподіл адресів для підмереж WAN1...WAN5

Name	Hosts Needed	Hosts Available	Unused Hosts	Network Address	Slash	Mask	Usable Range	Broadcast
WAN1	2	2	0	10.0.12.0	/30	255.255.255.252	10.0.12.1 - 10.0.12.2	10.0.12.3
WAN2	2	2	0	10.0.12.4	/30	255.255.255.252	10.0.12.5 - 10.0.12.6	10.0.12.7
WAN3	2	2	0	10.0.12.8	/30	255.255.255.252	10.0.12.9 - 10.0.12.10	10.0.12.11
WAN4	2	2	0	10.0.12.12	/30	255.255.255.252	10.0.12.13 - 10.0.12.14	10.0.12.15
WAN5	2	2	0	10.0.12.16	/30	255.255.255.252	10.0.12.17 - 10.0.12.18	10.0.12.19

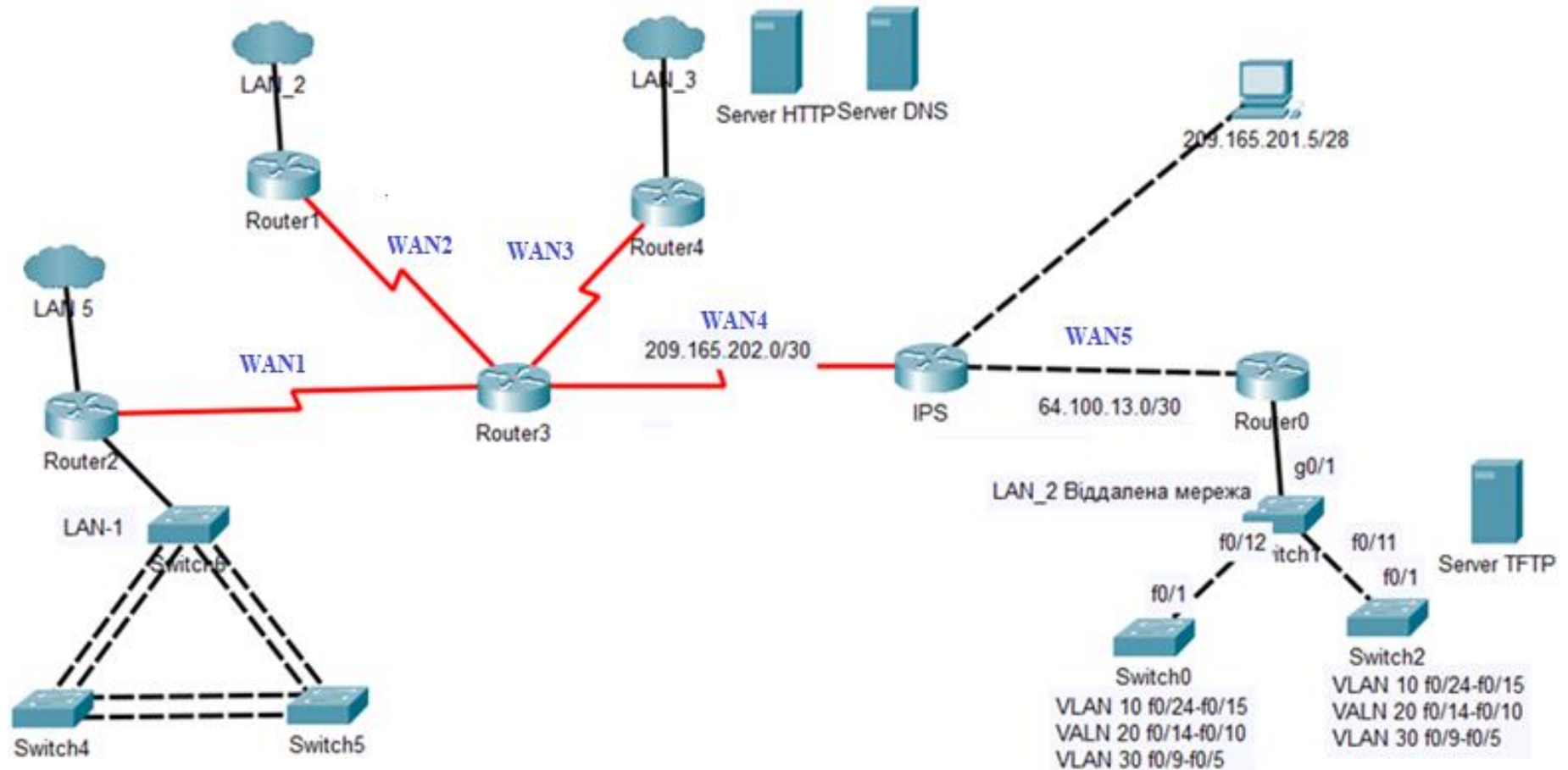


Рисунок 3.1 – Визначення підмереж WAN між маршрутизаторами

Таблиця 3.4 – Схема адресації підмережі мережі VLAN

Name	Hosts Needed	Hosts Available	Unused Hosts	Network Address	Slash	Mask	Usable Range	Broadcast
VLAN20	22	30	8	10.23.0.128	/27	255.255.255.224	10.23.0.129 - 10.23.0.158	10.23.0.159
VLAN30	20	30	10	10.23.0.160	/27	255.255.255.224	10.23.0.161 - 10.23.0.190	10.23.0.191
VLAN40	20	30	10	10.23.0.192	/27	255.255.255.224	10.23.0.193 - 10.23.0.222	10.23.0.223
VLAN50	10	14	4	10.23.0.224	/28	255.255.255.240	10.23.0.225 - 10.23.0.238	10.23.0.239

Таблиця 3.5 – Схема адресації підмережі мережі VLAN

Name	Hosts Needed	Hosts Available	Unused Hosts	Network Address	Slash	Mask	Usable Range	Broadcast
IPS1	2	2	0	209.165.201.0	/29	255.255.255.252	209.165.201.1 - 209.165.206.2	209.165.201.7

Таблиця 3.6 – Схема адресації пристроїв мережі

Ім'я пристрою	Інтерфейс	ІР-адреса	Маска	Шлюз
Маршрутизатори				
R_Shatsillo_0	Fa0/0	10.23.0.129	/27	-
	Se0/1/0	10.0.12.18	/30	-
R_Shatsillo_1	Fa0/0	10.23.0.129	/25	-
	Se0/1/0	10.0.12.56	/30	-
R_Shatsillo_2	Fa0/0	10.23.1.193	/27	-
	Fa0/1	10.23.0.1	/24	-
	Se0/1/0	10.0.12.1	/30	-
R_Shatsillo_3	Se0/1/0	10.0.12.1	/30	-
	Se0/1/1	10.0.12.5	/30	-
	Se0/3/0	10.0.12.9	/30	-
	Se0/3/1	10.0.12.9	/30	-
IPS_Shatsillo	Fa0/0	209.165.201.1	/29	-
	Se0/1/0	0.0.12.13	/30	-
	Se0/1/1	10.0.12.17	/30	-
LAN1				
L1PC0	Fa0	10.23.1.194	/27	10.23.1.192
L1PC1	Fa0	10.23.1.195	/27	10.23.1.192
L1PC2	Fa0	10.23.1.195	/27	10.23.1.192
L1PC3	Fa0	10.23.1.197	/27	10.23.1.192
L1PC4	Fa0	10.23.1.198	/27	10.23.1.192
L1PC4	Fa0	10.23.1.199	/27	10.23.1.192
L1PC5	Fa0	10.23.1.200	/27	10.23.1.192
L1PC6	Fa0	10.23.1.201	/27	10.23.1.192
L1PC4	Fa0	10.23.1.202	/27	10.23.1.192
LAN2				
L2PC0	Fa0	10.23.0.130	/25	10.23.0.128
L2PC1	Fa0	10.23.0.131	/25	10.23.0.128
L2PC2	Fa0	10.23.0.132	/25	10.23.0.128
LAN3				
L3PC0	Fa0	10.23.1.130	/26	10.23.1.128
L3PC1	Fa0	10.23.1.131	/26	10.23.1.128
L3PC2	Fa0	10.23.1.132	/26	10.23.1.128
Server_HTTP	Fa0	10.23.1.189	/26	10.23.1.128
Server_DNS	Fa0	10.23.1.190	/26	10.23.1.128
LAN4				
WANPC0	Fa0	10.23.0.130	/27	10.23.0.128
WANPC1	Fa0	10.23.0.131		10.23.0.128
WANPC2	Fa0	10.23.0.132		10.23.0.128
WANPC3	Fa0	10.23.0.133		10.23.0.128
WANPC4	Fa0	10.23.0.134		10.23.0.128
WANPC5	Fa0	10.23.0.135		10.23.0.128

Продовження таблиці 3.5

LAN5				
L5PC0	Fa0	10.23.0.2	/25	10.23.0.0
L5PC1	Fa0	10.23.0.3	/25	10.23.0.0
L5PC2	Fa0	10.23.0.4	/25	10.23.0.0
Provider				
IPSPC0	Fa0	209.165.201.2	/29	209.165.201.0
IPSPC1	Fa0	209.165.201.3	/29	209.165.201.0
IPSPC2	Fa0	209.165.201.4	/29	209.165.201.0

3.2 Розробка топологічної схеми корпоративної мережі

Розроблена топологічна схема кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту, представлена на рис. 3.1.

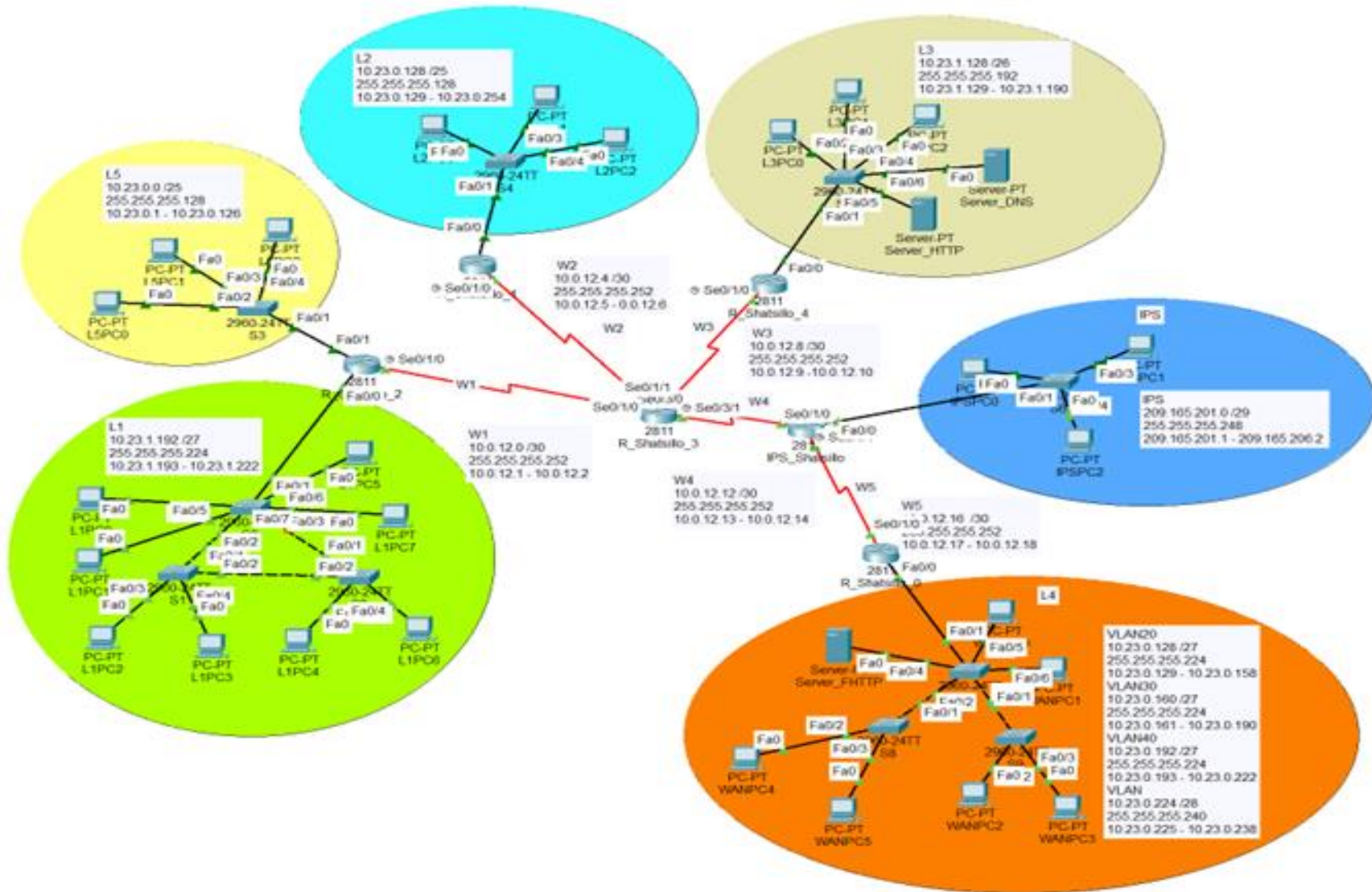


Рисунок 3.2 – Мережа кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту

3.3 Налаштування корпоративної мережі

3.3.1 Налаштування загальних параметрів пристроїв

Згідно з початковими вимогами було приведено базове налаштування пристроїв та розроблено базову конфігурацію пристроїв.

Додатково було виконано наступні пункти налаштування для цього обладнання:

- зашифровано усі паролі, що зберігаються у відкритому вигляді;
- настроєно банер MOTD;
- настроєно на усіх лініях vty використання протоколу ssh і локальних облікових записів. Для цього створено користувача G12319_Shatsillo паролем Shatsillo. В якості імені домена використані назви пристроїв. Для шифрування даних створено ключ RSA завдовжки 1024 біт;
- налаштовано IPv4-адреси;
- на DCE-інтерфейсах маршрутизаторів встановлено значення тактової частоти – 128'000.

Приклад налаштування на R_Shatsillo_0.

```
Router>en
Router# configure terminal
Router(config)#hostname R_Shatsillo_0
R_Shatsillo_0(config)#username G12319_Shatsillo password 0 Shatsillo
R_Shatsillo_0(config)#ip domain-name Shatsillo_Router_LAN4
banner motd #LAN_5 G12319_Shatsillo The system of the automated management
the underground power supply of mine is with working of construction and tuning of
computer network#
R_Shatsillo_0(config)#line con 0
R_Shatsillo_0(config-line)# password ciscoG12319
R_Shatsillo_0(config-line)# login
R_Shatsillo_0(config-line)#line vty 0 4
R_Shatsillo_0(config-line)# password ciscoG12319
R_Shatsillo_0(config-line)# login
R_Shatsillo_0(config-line)# transport input ssh
R_Shatsillo_0(config-line)#line vty 5 15
R_Shatsillo_0(config-line)# password ciscoG12319
R_Shatsillo_0(config-line)# login
R_Shatsillo_0(config-line)# transport input ssh
```

Згідно з отриманими даними налаштовані IP-адреси на інтерфейсах.

3.3.2 Налаштування параметрів безпеки комутаторів, мереж VLAN і маршрутизації між VLAN

VLAN (від англ. Virtual Local Area Network) – віртуальна локальна обчислювальна мережа, відома так само як VLAN, являє собою групу хостів із загальним набором вимог, які взаємодіють так, як якщо б вони були підключені до ширококомовному домену, незалежно від їх фізичного місцезнаходження. VLAN має ті ж властивості, що й фізична локальна мережа, але дозволяє кінцевим станціям, групуватися разом, навіть якщо вони не знаходяться в одній фізичній мережі. Така реорганізація може бути зроблена на основі програмного забезпечення замість фізичного переміщення пристроїв.

VPN технологія, яка дозволяє підключатися до безпечного з'єднання між кількома комп'ютерами. Крім усього іншого, він використовується для уникнення обмежень, а також допомагає захистити конфіденційність мережі.

Слово «віртуальний» означає, що комп'ютери в мережі з'єднані один з одним не фізично, а «віртуальними» проводами. Іншими словами, розташування комп'ютерів, використовуваний канал і сервери не впливають на роботу з'єднання.

Слово «приватний» означає, що цією мережею може користуватися обмежена кількість людей. Це також означає, що мережа ізольована та керована адміністратором.

При підключенні до Інтернету через провайдера комп'ютер або роутер користувача отримує IP-адресу. Відповідно до закону, провайдери зобов'язані зберігати конфіденційну (і надавати на запит) інформацію про те, коли користувач використовує ту чи іншу IP-адресу і до яких серверів він підключається.

Слід звернути увагу, що багато провайдерів продають ці дані різним компаніям і маркетинговим агентствам, а деякі навіть перехоплюють і змінюють передані дані (трафік) (для розміщення реклами).

У цьому випадку виходу в Інтернет через VPN, все, що провайдер зможе бачити, це сервери «точки доступу». Всі інші дані залишаються в мережі і не будуть доступні провайдеру без ключів шифрування. Цього не можна сказати про власника VPN (якщо користувач має доступ до чужого VPN і не відкрив особистий обліковий запис).

Описана вище модель використання VPN виконує кілька ключових функцій:

- 1) перевищувати встановлені обмеження;
- 2) захист конфіденційності, оскільки дуже складно відстежити, що саме робить користувач, підключений до VPN, у мережі;
- 3) шифрування геолокації - сервери, які служать для підключення користувачів до VPN, можуть бути розташовані в будь-якій точці світу, тому сервери та сайти, з якими встановлюється з'єднання, при аналізі інформації про IP-адресу користувача отримують інформацію про те, що користувач заходить на сайт, наприклад, з Польщі, а не з України, де сайт може бути фізично розташований.
- 4) безпечна передача даних - у більшості випадків при підключенні до VPN всі дані передаються через захищені канали, що знижує ризик витоку важливих даних.

Безкоштовні служби VPN часто продають дані, наприклад, у липні 2020 року на продаж були виставлені дані 20 млн користувачів, а в березні 2021 року ще 21 млн користувачів.

Згідно завдання мережа LAN4 розділяється на рівні підмережі VLAN. Налаштовані параметри безпеки комутаторів, мережі VLAN і маршрутизація між VLAN. Треба створити мережі VLAN і присвоїти кожній з них ім'я, та додатково провести наступні пункти:

- по топології настроїти транкові порти і порти доступу;
- вимкнути усі невикористовувані фізичні порти комутаторів;
- на портах комутаторів, підключених до серверів, настроїти функцію безпеки портів так, щоб:

- а) тільки двом унікальним пристроям був дозволений доступ до порту;
 - б) MAC– адреса пристрою розпізнавалася динамічна і додавалася в поточну конфігурацію;
 - с) при порушенні системи безпеки вирушало повідомлення, а порт залишався включеним;
- налаштувати SVI–інтерфейси на комутаторах, призначивши адреси з мережі VLAN;
 - налаштовано маршрутизацію між мережами VLAN.

Перевірка налаштувань VLAN на комутаторах показана на рис. 3.3 та рис. 3.4.

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Down	1	--	0001.C7E6.5A01
FastEthernet0/2	Down	1	--	0001.C7E6.5A02
FastEthernet0/3	Down	1	--	0001.C7E6.5A03
FastEthernet0/4	Down	1	--	0001.C7E6.5A04
FastEthernet0/5	Down	1	--	0001.C7E6.5A05
FastEthernet0/6	Up	34	--	0001.C7E6.5A06
FastEthernet0/7	Down	34	--	0001.C7E6.5A07
FastEthernet0/8	Down	34	--	0001.C7E6.5A08
FastEthernet0/9	Down	34	--	0001.C7E6.5A09
FastEthernet0/10	Down	34	--	0001.C7E6.5A0A
FastEthernet0/11	Down	34	--	0001.C7E6.5A0B
FastEthernet0/12	Up	14	--	0001.C7E6.5A0C
FastEthernet0/13	Down	14	--	0001.C7E6.5A0D
FastEthernet0/14	Down	14	--	0001.C7E6.5A0E
FastEthernet0/15	Up	24	--	0001.C7E6.5A0F
FastEthernet0/16	Down	24	--	0001.C7E6.5A10
FastEthernet0/17	Down	24	--	0001.C7E6.5A11
FastEthernet0/18	Down	24	--	0001.C7E6.5A12
FastEthernet0/19	Down	24	--	0001.C7E6.5A13
FastEthernet0/20	Down	24	--	0001.C7E6.5A14
FastEthernet0/21	Down	24	--	0001.C7E6.5A15
FastEthernet0/22	Down	24	--	0001.C7E6.5A16
FastEthernet0/23	Down	24	--	0001.C7E6.5A17
FastEthernet0/24	Down	24	--	0001.C7E6.5A18
GigabitEthernet0/1	Up	--	--	0001.C7E6.5A19
GigabitEthernet0/2	Down	1	--	0001.C7E6.5A1A
Vlan1	Down	1	<not set>	000B.BE0D.6799
Vlan99	Up	99	192.168.64.194/26	000B.BE0D.6799

Рисунок 3.3 – Налаштування VLAN на Switch1_LAN1

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Down	1	--	0006.2A05.4D01
FastEthernet0/2	Down	1	--	0006.2A05.4D02
FastEthernet0/3	Down	1	--	0006.2A05.4D03
FastEthernet0/4	Down	1	--	0006.2A05.4D04
FastEthernet0/5	Down	1	--	0006.2A05.4D05
FastEthernet0/6	Up	34	--	0006.2A05.4D06
FastEthernet0/7	Down	34	--	0006.2A05.4D07
FastEthernet0/8	Down	34	--	0006.2A05.4D08
FastEthernet0/9	Down	34	--	0006.2A05.4D09
FastEthernet0/10	Down	34	--	0006.2A05.4D0A
FastEthernet0/11	Up	34	--	0006.2A05.4D0B
FastEthernet0/12	Down	14	--	0006.2A05.4D0C
FastEthernet0/13	Down	14	--	0006.2A05.4D0D
FastEthernet0/14	Down	14	--	0006.2A05.4D0E
FastEthernet0/15	Down	24	--	0006.2A05.4D0F
FastEthernet0/16	Down	24	--	0006.2A05.4D10
FastEthernet0/17	Down	24	--	0006.2A05.4D11
FastEthernet0/18	Up	24	--	0006.2A05.4D12
FastEthernet0/19	Down	24	--	0006.2A05.4D13
FastEthernet0/20	Down	24	--	0006.2A05.4D14
FastEthernet0/21	Down	24	--	0006.2A05.4D15
FastEthernet0/22	Down	24	--	0006.2A05.4D16
FastEthernet0/23	Down	24	--	0006.2A05.4D17
FastEthernet0/24	Down	24	--	0006.2A05.4D18
GigabitEthernet0/1	Up	--	--	0006.2A05.4D19
GigabitEthernet0/2	Up	--	--	0006.2A05.4D1A
Vlan1	Down	1	<not set>	00E0.B05A.7464
Vlan99	Up	99	192.168.64.195/26	00E0.B05A.7464

Рисунок 3.4 – Налаштування VLAN на Switch2_LAN1

3.3.3 Налаштування протоколу маршрутизації EIGRP

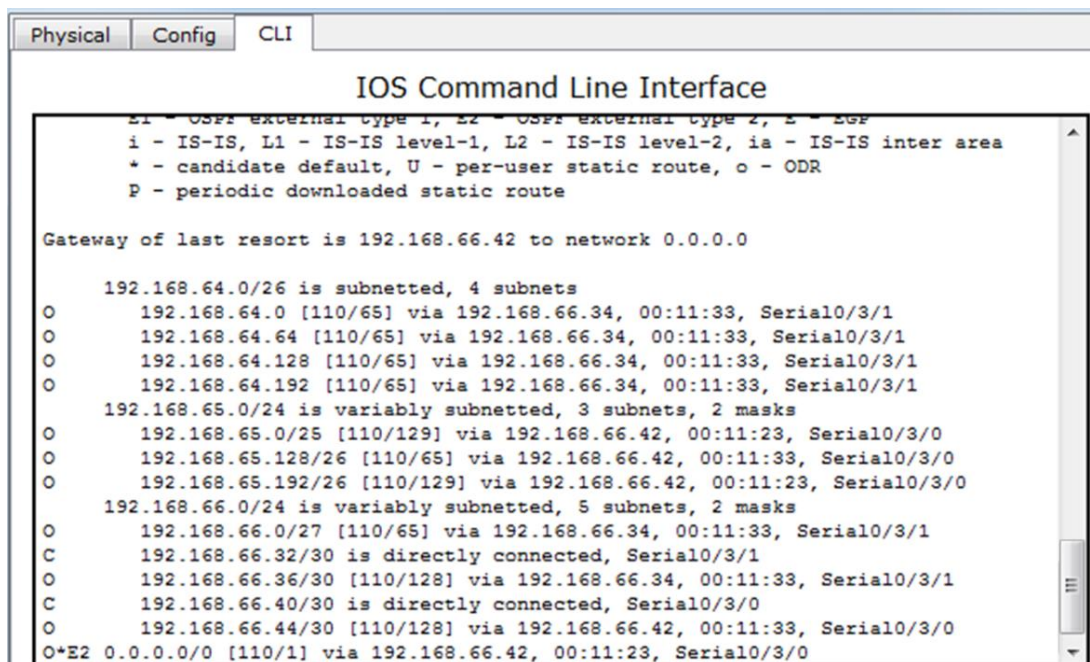
Основні характеристики EIGRP:

- швидка збіжність (в порівнянні з іншими дистанційно–векторними протоколами);
- підтримка VLSM;
- часткові поновлення;
- підтримка різних протоколів мережевого рівня (IP, IPX, AppleTalk);

- однакові налаштування протоколу при використанні різних протоколів канального рівня (наприклад, у OSPF настройки відрізняються для Ethernet і Frame Relay);
- складна метрика;
- використання multicast (224.0.0.10) і unicast адрес, замість ширококомовної розсилки.

Згідно завдання в мережі використовується протокол EIGRP. На кожному маршрутизаторі оголошені безпосередньо підключені мережі та відключено поширення оновлень маршрутизації на інтерфейси в локальні мережі. На R_Shatsillo_1 налаштований маршрут за умовчанням до інтернет-провайдера (ISP) і розповсюджено його через оновлення маршрутизації EIGRP.

Таблиці маршрутизації на кожному пристрої в результаті налаштувань (рисунок 3.7...3.10).



```

IOS Command Line Interface

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 192.168.66.42 to network 0.0.0.0

  192.168.64.0/26 is subnetted, 4 subnets
O    192.168.64.0 [110/65] via 192.168.66.34, 00:11:33, Serial0/3/1
O    192.168.64.64 [110/65] via 192.168.66.34, 00:11:33, Serial0/3/1
O    192.168.64.128 [110/65] via 192.168.66.34, 00:11:33, Serial0/3/1
O    192.168.64.192 [110/65] via 192.168.66.34, 00:11:33, Serial0/3/1
  192.168.65.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O    192.168.65.0/25 [110/129] via 192.168.66.42, 00:11:23, Serial0/3/0
O    192.168.65.128/26 [110/65] via 192.168.66.42, 00:11:33, Serial0/3/0
O    192.168.65.192/26 [110/129] via 192.168.66.42, 00:11:23, Serial0/3/0
  192.168.66.0/24 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
O    192.168.66.0/27 [110/65] via 192.168.66.34, 00:11:33, Serial0/3/1
C    192.168.66.32/30 is directly connected, Serial0/3/1
O    192.168.66.36/30 [110/128] via 192.168.66.34, 00:11:33, Serial0/3/1
C    192.168.66.40/30 is directly connected, Serial0/3/0
O    192.168.66.44/30 [110/128] via 192.168.66.42, 00:11:33, Serial0/3/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.66.42, 00:11:23, Serial0/3/0

```

Рисунок 3.5 – Таблиця маршрутизації на R_Shatsillo_0

```

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 209.165.202.1 to network 0.0.0.0

    192.168.64.0/26 is subnetted, 4 subnets
O       192.168.64.0 [110/193] via 192.168.66.46, 00:11:47, Serial0/1/0
O       192.168.64.64 [110/193] via 192.168.66.46, 00:11:47, Serial0/1/0
O       192.168.64.128 [110/193] via 192.168.66.46, 00:11:47, Serial0/1/0
O       192.168.64.192 [110/193] via 192.168.66.46, 00:11:47, Serial0/1/0
    192.168.65.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
C       192.168.65.0/25 is directly connected, FastEthernet0/1
O       192.168.65.128/26 [110/65] via 192.168.66.46, 00:11:57, Serial0/1/0
C       192.168.65.192/26 is directly connected, FastEthernet0/0
    192.168.66.0/24 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
O       192.168.66.0/27 [110/193] via 192.168.66.46, 00:11:47, Serial0/1/0
O       192.168.66.32/30 [110/192] via 192.168.66.46, 00:11:47, Serial0/1/0
C       192.168.66.36/30 is directly connected, Serial0/1/1
O       192.168.66.40/30 [110/128] via 192.168.66.46, 00:11:57, Serial0/1/0
C       192.168.66.44/30 is directly connected, Serial0/1/0
    209.165.202.0/28 is subnetted, 1 subnets
C       209.165.202.0 is directly connected, Serial0/3/1
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.1

```

Рисунок 3.6 – Таблица маршрутизації на R_Shatsillo_1

```

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 192.168.66.33 to network 0.0.0.0

    192.168.64.0/26 is subnetted, 4 subnets
C       192.168.64.0 is directly connected, FastEthernet0/0.14
C       192.168.64.64 is directly connected, FastEthernet0/0.24
C       192.168.64.128 is directly connected, FastEthernet0/0.34
C       192.168.64.192 is directly connected, FastEthernet0/0.99
    192.168.65.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O       192.168.65.0/25 [110/193] via 192.168.66.33, 00:12:05, Serial0/3/1
O       192.168.65.128/26 [110/129] via 192.168.66.33, 00:12:05, Serial0/3/1
O       192.168.65.192/26 [110/193] via 192.168.66.33, 00:12:05, Serial0/3/1
    192.168.66.0/24 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
C       192.168.66.0/27 is directly connected, FastEthernet0/1
C       192.168.66.32/30 is directly connected, Serial0/3/1
C       192.168.66.36/30 is directly connected, Serial0/3/0
O       192.168.66.40/30 [110/128] via 192.168.66.33, 00:12:15, Serial0/3/1
O       192.168.66.44/30 [110/192] via 192.168.66.33, 00:12:05, Serial0/3/1
O+E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.66.33, 00:12:05, Serial0/3/1

```

Рисунок 3.7 – Таблица маршрутизації на R_Shatsillo_2

```

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 192.168.66.45 to network 0.0.0.0

192.168.64.0/26 is subnetted, 4 subnets
O 192.168.64.0 [110/129] via 192.168.66.41, 00:12:33, Serial0/3/0
O 192.168.64.64 [110/129] via 192.168.66.41, 00:12:33, Serial0/3/0
O 192.168.64.128 [110/129] via 192.168.66.41, 00:12:33, Serial0/3/0
O 192.168.64.192 [110/129] via 192.168.66.41, 00:12:33, Serial0/3/0
192.168.65.0/24 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
O 192.168.65.0/25 [110/65] via 192.168.66.45, 00:12:33, Serial0/1/0
C 192.168.65.128/26 is directly connected, FastEthernet0/0
O 192.168.65.192/26 [110/65] via 192.168.66.45, 00:12:33, Serial0/1/0
192.168.66.0/24 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
O 192.168.66.0/27 [110/129] via 192.168.66.41, 00:12:33, Serial0/3/0
O 192.168.66.32/30 [110/128] via 192.168.66.41, 00:12:33, Serial0/3/0
O 192.168.66.36/30 [110/192] via 192.168.66.41, 00:12:33, Serial0/3/0
C 192.168.66.40/30 is directly connected, Serial0/3/0
C 192.168.66.44/30 is directly connected, Serial0/1/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.66.45, 00:12:33, Serial0/1/0

```

Рисунок 3.8 – таблиця маршрутизації на R_Shatsillo_3

3.3.4 Налаштування DHCP і NAT

R_Shatsillo_3 був налаштований в якості сервера DHCP для мереж VLAN. Налаштування DHCP, та перевірка роботи DHCP наведена на рис. 3.9.

IP address	Client-ID/ Hardware address	Lease expiration	Type
192.168.64.11	00E0.8FA0.731E	--	Automatic
192.168.64.76	0060.475E.2ACE	--	Automatic
192.168.64.77	0050.0F84.B39A	--	Automatic
192.168.64.140	000C.CF65.DB63	--	Automatic
192.168.64.141	0001.6406.C3CC	--	Automatic
192.168.64.142	0040.0B48.1299	--	Automatic

Рисунок 3.9 – Таблиця DHCP

На R_Shatsillo_1 для виходу робочих станцій в Інтернет необхідно настроїти динамічний NAT згідно завдання. Перевірка роботи NAT наведена на рис. 3.10.

Pro	Inside global	Inside local	Outside local	Outside global
icmp	209.165.202.5:1	192.168.65.206:1	209.165.202.1:1	209.165.202.1:1
icmp	209.165.202.6:1	192.168.65.254:1	209.165.202.1:1	209.165.202.1:1
icmp	209.165.202.7:1	192.168.65.189:1	209.165.202.1:1	209.165.202.1:1

Рисунок 3.10 – Таблиця NAT

3.3.5 Налаштування ACL

Налаштування списків контролю доступу ACL

ACL
 http-трафік з будь-якого джерела в мережу LAN3 повинен відхилятися
 LAN4 дозволити тільки доступ до внутрішньої мережі
 заборонити доступ тільки одному вузлу в VLAN 20 доступ до dns-сервера

Рисунок 3.11 – Налаштування ACL

```
R_Shatsillo_2 (config)#access-list 101 deny tcp any 10.16.3.192 0.0.0.31 eq
80
R_Shatsillo_2 (config)#access-list 101 permit ip any any
R_Shatsillo_2 (config)#interface g0/0
R_Shatsillo_2 (config-if)#ip access-group 101 out
R_Shatsillo_2 (config)#access-list 102 deny ip 10.16.3.128 0.0.0.63
209.165.202.0 0.0.0.15
R_Shatsillo_2 (config)#access-list 102 permit ip any any
R_Shatsillo_2 (config)#interface g0/1
R_Shatsillo_2 (config-if)#ip access-group 102 in
```

3.4 Висновки за розділом

В розділі розробка корпоративної мережі проведено розрахунок схеми адресації корпоративної мережі, розроблена топологічна схема корпоративної мережі, здійснено налаштування корпоративної мережі, налаштування загальних параметрів пристроїв, налаштування параметрів безпеки комутаторів, мереж VLAN і маршрутизації між VLAN, налаштування протоколу маршрутизації EIGRP, налаштування DHCP і NAT, налаштування ACL.

4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

4.1 Завдання на розробку

Згідно з темою кваліфікаційної роботи бакалавра «Кіберфізична система для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з детальним опрацюванням побудови, налаштування та безпеки корпоративної мережі» розробимо системи інтернету речей для адміністративних будівель підприємства де розгорнута дана кіберфізична система, так як вже існують для цього передумови. Для створення будівлі, підключеної до Інтернету речей, потребується комп'ютерна мережа з значною пропускною здатністю для передачі великих обсягів даних, що виробляються.

4.2 Загальна інформація про інтернет речі

Управління комерційною власністю є дорогою справою, і в Інтернеті повно пропозицій на зменшення витрати на обслуговування та експлуатацію бізнес-підприємств використавши певні інтернет речі (IoT).

Комп'ютерні мережі дають власникам і менеджерам будівель найкращу відправну точку в цьому відношенні.

Швидка еволюція комп'ютерних чіпів і бездротових технологій уможливила підключення та керування майже будь-якими аспектами систем будівлі центральною системою керування, яка підтримується мережею будівлі. Цей рівень підключення, відомий як IoT, може перетворити звичайні будівлі на інтелектуальні, де ці підключені пристрої можуть збирати дані, реагувати на подразники та передавати сповіщення. Усе це досягає кульмінації у фізичному просторі, який є більш економічно ефективним, більш енергоефективним і більш продуктивним. Це перетворення робочого простору в цифрову інформаційну систему.

Приблизно кожна четверта компанія вже використовує технології Інтернету речей, тоді як глобальна кількість підключених пристроїв потроїться за семирічний період і досягне 43 мільярдів наприкінці 2023 р. Деякі

прогнозують, що до 2025 року галузь Інтернету речей становитиме 3 трильйони доларів.

Існує декілька функціональних пристроїв, які допомагають власникам / керівникам будівель трансформувати офісні будівлі.

1. Внутрішні датчики - електронні датчики збирають інформацію про місцезнаходження, щоб приймати рішення на основі даних. У багатьох відношеннях внутрішні датчики є будівельними блоками робочого простору, підключеного до Інтернету речей, оскільки багато інших технологій використовують дані, зібрані з них, для конкретних цілей. Завдяки кращому розумінню того, де люди перебувають у будівлі протягом певного дня, картографування та дані про зайнятість можна зробити актуальними для всього, починаючи від персоналу та планування зустрічей і закінчуючи роботою опікуна та обслуговуванням будівлі.

2. Розумне освітлення - оскільки порожні кімнати не потрібно освітлювати, підключене освітлення допомагає керівникам керувати рахунками за комунальні послуги шляхом автоматизації для максимальної енергоефективності. Деякі розумні світильники можуть навіть регулювати освітлення протягом дня для естетики та комфорту.

3. Моніторинг якості повітря - за допомогою мікроконтролерів і детекторів забруднень пристрої, які перевіряють якість повітря, розроблені для вимірювання різних контрольних показників і передачі даних на сервер у режимі реального часу. Завдяки точному та надійному вимірюванню забруднення в приміщенні лідери можуть забезпечити покращену якість повітря будь-де та будь-коли. Якість повітря сьогодні стала ще більш актуальною, оскільки державні установи та вчені радять, що очищувачі повітря та фільтри HVAC повинні бути частиною стратегії власника або менеджера будівлі щодо зниження ризику вдихання забруднень, таких як віруси.

4. Камери огляду - камери, підключені до Інтернету речей, дозволяють менеджерам легко та віддалено спостерігати за входами в приміщення та будівлі, оскільки їм не потрібно підключатися до внутрішньої системи

відеоспостереження. Крім того, перевага розумних камер полягає в тому, що оператору-людині взагалі не потрібно постійно перевіряти записи. Підключивши інтелектуальні камери до програмної системи на основі штучного інтелекту, керівники можуть навіть отримувати автоматичні сповіщення та інструкції, коли виявляються певні інциденти.

5. Розумні термостати - опаленням, вентиляцією та кондиціонуванням можна керувати централізовано та дистанційно за допомогою технології IoT. Це означає, що керівники можуть точно керувати споживанням енергії, плануючи термостати на основі попередньо заданих температур або навіть зовнішніх температурних реакцій. Підключені системи можна навіть автоматизувати для контролю клімату залежно від кількості людей у кімнаті. Тепер технологія пропонує власникам і менеджерам будівель чіткий шлях до озеленення будівельних операцій для зниження експлуатаційних витрат.

Нова хвиля технології IoT на горизонті відкриє нову еру розумних будівель. Автоматизовані технології дадуть величезний поштовх зусиллям зі скорочення витрат, покращення безпеки праці, максимального використання ресурсів та ефективного управління ними. І не тільки власники та менеджери будинків можуть отримати вигоду. Підприємства, які орендують приміщення в будівлях, також можуть використовувати технологію IoT, щоб оптимізувати свою діяльність і побачити результати.

4.3 Налаштування обладнання та сервісів системи IoT

Розроблена структура IoT з реалізації системи доступу до приміщень з точки зору взаємодії вузлів показана на рис. 4.1.

Комп'ютерна мережа системи доступу до приміщень ТААС складається з маршрутизатора DLC100 для всіх «розумних» пристроїв та кінцевих пристроїв мережі: електричні замки (4 од.), смарт лампи (4 од.), датчики руху (4 од.), карт рідери (4 од.), RFID мітки, один персональний настільний комп'ютер.

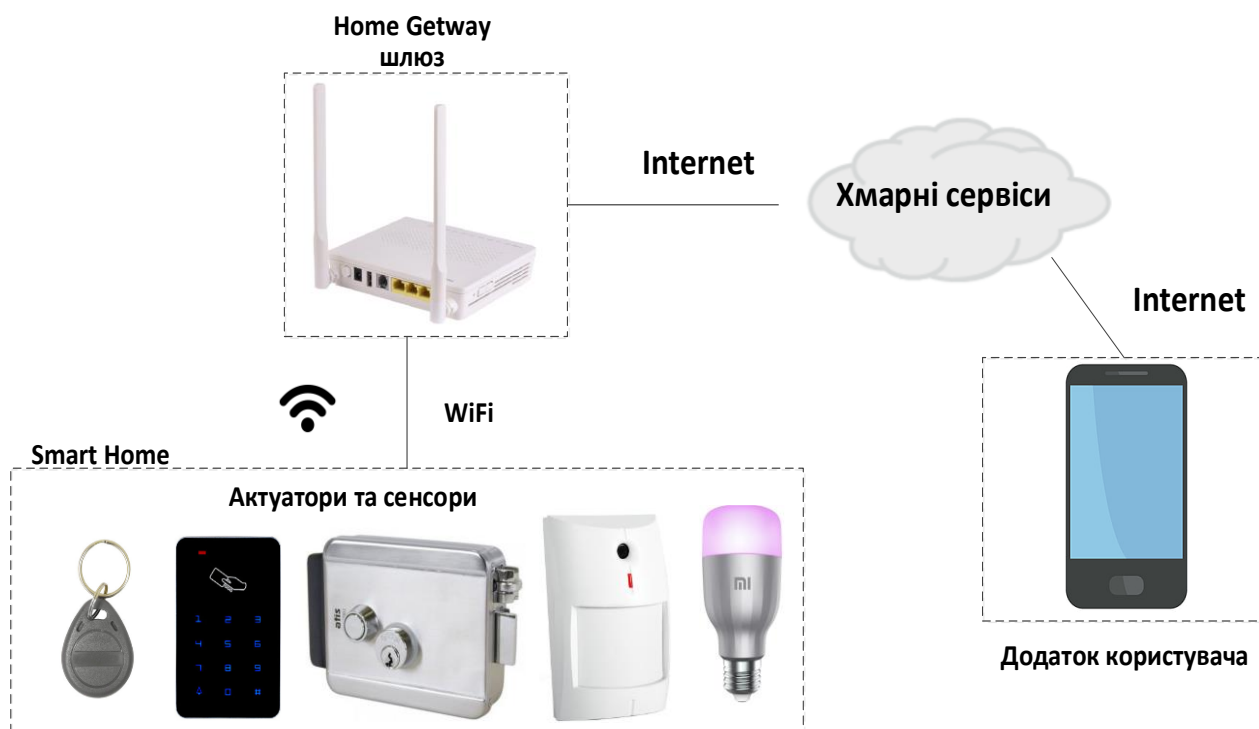


Рисунок 4.1 – Структурна схема мережі IoT

Загалом система складається з двох частин: увімкнення освітлення за датчиком руху та зчитування RFID-пропусків.

Конфігурація зчитування RFID-пропусків. У Packet Tracer кожна RFID-мітка має власний ідентифікатор. Зчитувач може знаходитися в трьох положеннях: очікування, зчитування валідної мітки, зчитування невалідної мітки. Припустимо, що ідентифікатор валідної RFID-картки знаходиться в межах 1'000...1'100, тоді пропуск у приміщення буде за правилами: ValidCard де ID-card в межах 1'000...1'100, та In ValidCard де ID-card або більше 0, або більше 1'100, або менше 1'000.

Комунікація пристроїв виконана на базі технології WiFi на базі маршрутизатора DLC100.

Для керування роботою мережі та отримання доступу до веб-інтерфейсу системи безпеки користувачів конфігуровано налаштування Home Gateway та IoT-сервер.

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

Таблиця 4.1 – Мережні налаштування домашнього шлюзу

Параметр	Значення
IP-адреса домашнього шлюзу	192.168.25.1
Маска домашньої підмережі	255.255.255.0
SSID бездротової домашньої мережі	DoorSecurity
Метод автентифікації	WPA2-PSK AES
Ключ автентифікації (пароль)	KeyRFID123

Усі розумні речі системи доступу до приміщень 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.

Усі розумні речі системи пожежної безпеки 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.

В якості IoT-серверу налаштований сервер в з IP-адресом 10.22.226.139/26. На головній сторінці веб-сайту сервера відображений перелік IoT-пристроїв, для кожного з яких є можливість віддаленого керування (увімкнення/вимкнення).

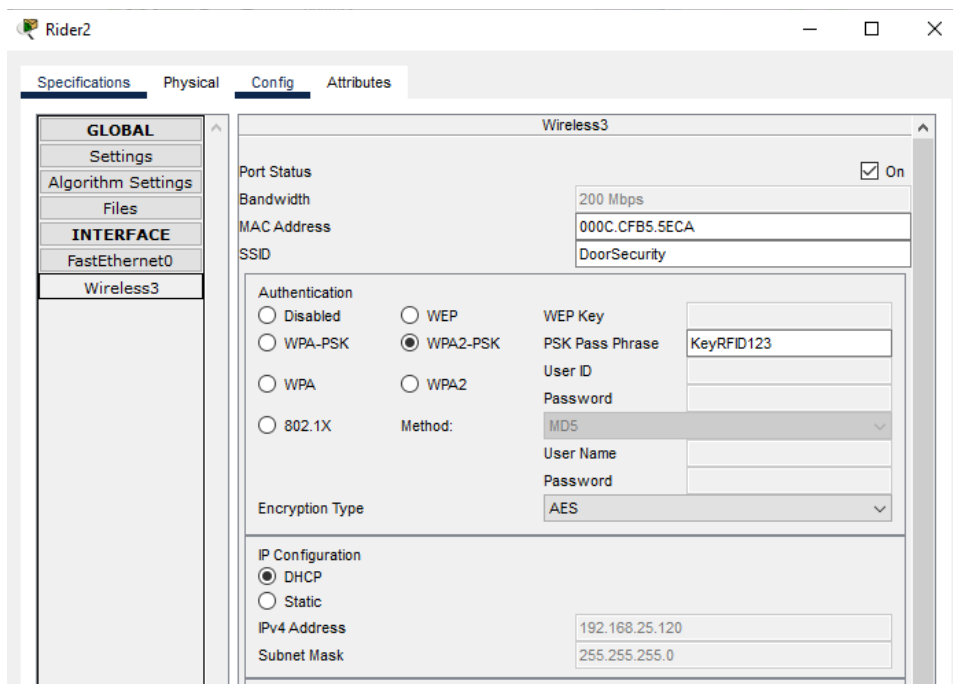


Рисунок 4.2 – Налаштування інтерфейсу wireless IoT-пристрою

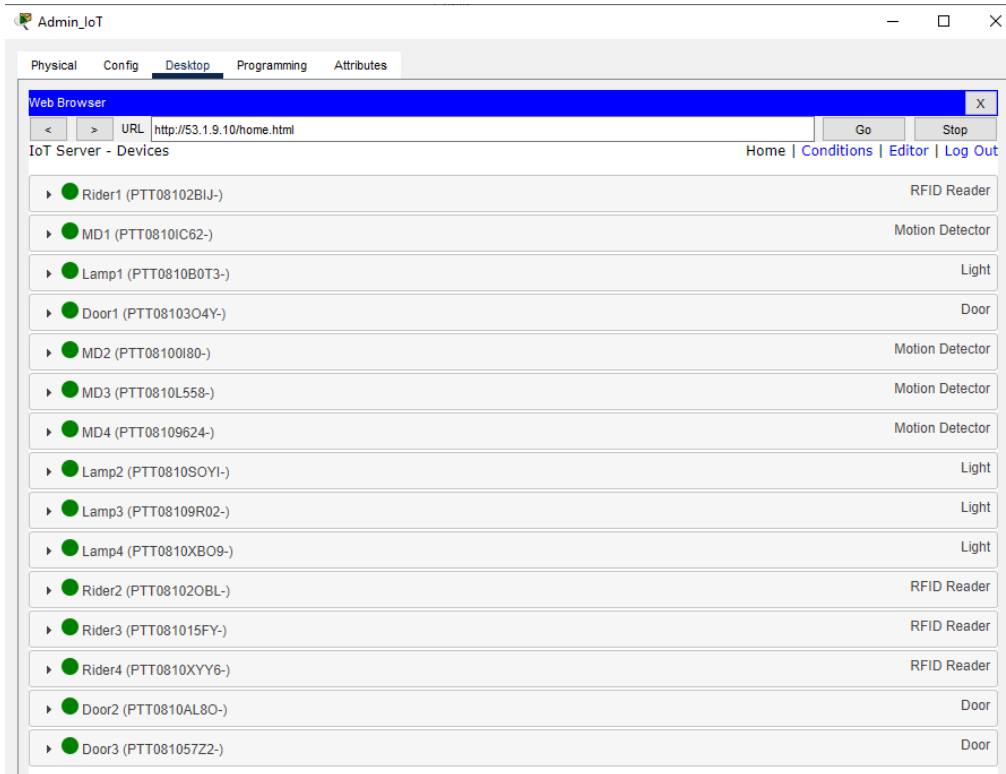


Рисунок 4.3 – Веб-інтерфейс керування IoT-пристроями

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

Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
Edit Remove	Yes	VALID RFID CARD1	Rider1 Card ID is between 1000 and 1100	Set Rider1 Status to Valid Set Door1 Lock to Unlock
Edit Remove	Yes	VALID RFID CARD2	Rider2 Card ID is between 1000 and 1100	Set Rider2 Status to Valid Set Door2 Lock to Unlock
Edit Remove	Yes	InVALID RFID CARD2	Match all: <ul style="list-style-type: none"> Rider1 Card ID != 0 Match any: <ul style="list-style-type: none"> Rider2 Card ID != 0 Rider1 Card ID > 1100 	Set Rider2 Status to Invalid Set Door2 Lock to Lock
Edit Remove	Yes	InVALID RFID CARD1	Match all: <ul style="list-style-type: none"> Rider1 Card ID != 0 Match any: <ul style="list-style-type: none"> Rider1 Card ID < 1000 Rider1 Card ID >= 1100 	Set Rider1 Status to Invalid Set Door1 Lock to Lock
Edit Remove	Yes	MOTION DETECTED1	MD1 On is true	Set Lamp1 Status to Dim
Edit Remove	Yes	MOTION DETECTED2	MD2 On is true	Set Lamp2 Status to Dim
Edit Remove	Yes	NO MOTION DETECTED1	MD1 On is false	Set Lamp1 Status to Off
Edit Remove	Yes	NO MOTION DETECTED2	MD2 On is false	Set Lamp2 Status to Off

Рисунок 4.3 – Сценарій функціонування системи доступу до приміщень

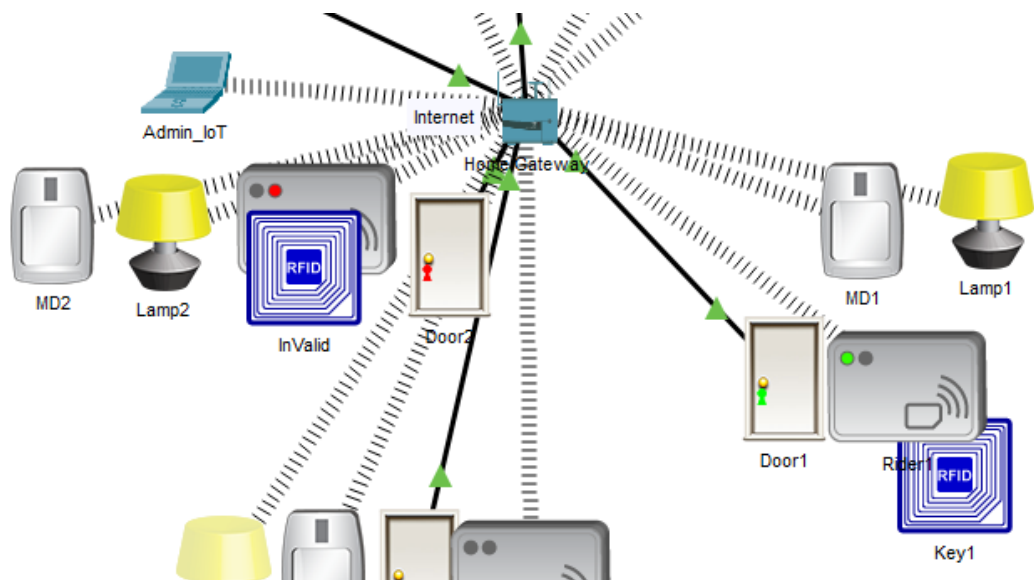


Рисунок 4.3 – Результат роботи системи доступу до приміщень

4.5 Висновки за розділом

У кваліфікаційній роботі для кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту в розділі розробка системи інтернету речей визначено завдання на розробку, зроблено огляд загальної інформація про інтернет речі здійснено налаштування обладнання та сервісів системи IoT.

ВИСНОВКИ

Завданням кваліфікаційної роботи полягало в розробці кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту з розробкою і детальним налаштуванням корпоративної мережі.

Враховуючі архітектуру мережі було проаналізовано та здійснено вибір компонентів, мережевого обладнання, з'єднувачів, фізичного середовища, необхідну кількість комп'ютерів, зроблено кілька підмереж об'єднано в одну мережу налаштовано та перевірено.

Для даної кваліфікаційної роботи був обраний автоклав «Vulcano» 1.2-2.0-0.6-100, як об'єкт управління для кіберфізичної системи.

У розділі розробка апаратної частини комп'ютерної системи підприємства для створення системи управління описано вибір та налаштування апаратно-програмних засобів, розроблені схеми системи, підсистеми управління та наданий перелік обраного обладнання.

В розділі розробка корпоративної мережі проведено розрахунок схеми адресації корпоративної мережі, розроблена топологічна схема корпоративної мережі, здійснено налаштування корпоративної мережі, налаштування загальних параметрів пристроїв, налаштування параметрів безпеки комутаторів, мереж VLAN і маршрутизації між VLAN, налаштування протоколу маршрутизації EIGRP, налаштування DHCP і NAT, налаштування ACL.

У кваліфікаційній роботі для кіберфізичної системи для автоклаву з обварювання гумою рухомих елементів конвеєрного транспорту в розділі розробка системи інтернету речей визначено завдання на розробку, зроблено огляд загальної інформація про інтернет речі здійснено налаштування обладнання та сервісів системи IoT.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Industrial Wheels and Conveyor Rollers and Pulleys. Режим доступу: <https://arolcoengineeringsolutions.com/industrial-wheels-conveyor-rollers/>
2. Understanding Conveyor Systems. Режим доступу: <https://www.thomasnet.com/articles/materials-handling/understanding-conveyor-systems/>
3. ТОВ «Завод промислового обладнання «Прогрес». Режим доступу: <https://zavodgooprogress.com.ua/ua/>
4. Футерування барабанів. Режим доступу: <https://konvejer.com/ua/articles/futerovka.html>.
5. Автоклав для вулканізації РТВ «VULKANO». Режим доступу: <https://volopro.ru/catalog/dopolnitelnoe-oborudovanie/avtoklav-dlya-vulkanizatsii-vulkano/>.
6. An introduction to computer networking and network services for business Режим доступу: <https://www.weareyourit.co.uk/learning-hub/introduction-to-computer-networking-network-services-for-business>
7. ISSN 2074-5370. Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму. 2010. № 1 (3). Том 2 УДК 658.511.4/ С.А. Петренко, старший викладач Дніпропетровського університету економіки та права, 2010 Порівняльний аналіз моделей організаційних структур підприємства: Режим доступу: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://econforum.duan.edu.ua/images/PDF/2010/2/33.pdf>
8. Датчик тиску MBS 3000. Режим доступу: https://ianv.com.ua/datchik-davlenija-mbs-3000?gclid=Cj0KCQjwjN-SBhCkARIsACsrBz7AokIulIwCUekVbwn67pDtxr5UBbtySZm4neS6U3IZ5GK4OPIMxlMaAtYGEALw_wcB
9. Датчики температури зі струмовим виходом 4...20 мА. Режим доступу: <https://mtd-proekt.ru/datchiki-temperatury-s-tokovym-vykhodom-4-20-ma>

10. Датчики рівня ELSm. Режим доступу: [https://asutp.shop/ua/p1492025336-signalizator-rele-](https://asutp.shop/ua/p1492025336-signalizator-rele-urovnya.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD8xeDvEEW1txOQxt7PI6uXYxj7SfZDiNli-BrR67-c-GN_t-30le1xoCcAoQAvD_BwE)

[urovnya.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD8xeDvEEW1txOQxt7PI6uXYxj7SfZDiNli-BrR67-c-GN_t-30le1xoCcAoQAvD_BwE](https://asutp.shop/ua/p1492025336-signalizator-rele-urovnya.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD8xeDvEEW1txOQxt7PI6uXYxj7SfZDiNli-BrR67-c-GN_t-30le1xoCcAoQAvD_BwE)

11. High Performance Valve – Wafer Type Butterfly Valve HP 111-E. Режим доступу: <http://exionasia.com/products/high-performance-valve-wafer-type-butterfly-valve-hp-111-e/>

12. Клапани СЕНС-ПР DN (15...150)PN(25...40). Режим доступу: <https://www.nppsensor.ru/product/337>

13. Трифазне твердотільне реле SSR / SJGX-3 D4840A Режим доступу: [https://tim-market.com.ua/p1453055376-trehfaznoe-tverdotelnoe-](https://tim-market.com.ua/p1453055376-trehfaznoe-tverdotelnoe-rele.html?source=merchant_center&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=13754443417&utm_term=&utm_content=531305295765&utm_position=&utm_matchtype=&utm_placement=&utm_network=u&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD2Bqvh8ZZIDVlns7N0KKTa3Zhh7nHvmYDQuHYVX778SQVIowW)

[rele.html?source=merchant_center&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=13754443417&utm_term=&utm_content=531305295765&utm_position=&utm_matchtype=&utm_placement=&utm_network=u&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD2Bqvh8ZZIDVlns7N0KKTa3Zhh7nHvmYDQuHYVX778SQVIowW](https://tim-market.com.ua/p1453055376-trehfaznoe-tverdotelnoe-rele.html?source=merchant_center&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=13754443417&utm_term=&utm_content=531305295765&utm_position=&utm_matchtype=&utm_placement=&utm_network=u&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD2Bqvh8ZZIDVlns7N0KKTa3Zhh7nHvmYDQuHYVX778SQVIowW)
[WWavBoCx4oQAvD_BwE](https://tim-market.com.ua/p1453055376-trehfaznoe-tverdotelnoe-rele.html?source=merchant_center&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=13754443417&utm_term=&utm_content=531305295765&utm_position=&utm_matchtype=&utm_placement=&utm_network=u&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD2Bqvh8ZZIDVlns7N0KKTa3Zhh7nHvmYDQuHYVX778SQVIowW)

Додаток А
Текст програми

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

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАЛАШТУВАННЯ МЕРЕЖІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ

Текст програми

804.02070743.23018–01 12 01

Листів 7

2023

АНОТАЦІЯ

Дана програма містить в собі частину програмного коду для програмування налаштування компонентів корпоративної мережі. 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.

3MICT

1. R_Shatsillo_1_startup-config.txt	3
2. R_Shatsillo_2_startup-config.txt	3
3. R_Shatsillo_3_startup-config.txt	6
4. R_Shatsillo_4_startup-config.txt	7
5. S_Shatsillo_1_LAN1_startup-config.txt	8
6. S_Shatsillo_2_LAN2_startup-config.txt	9

1. R_Shatsillo_0_startup-config.txt

```

version 12.4
no service timestamps log datetime
msec
no service timestamps debug datetime
msec
no service password-encryption
!
hostname R_Shatsillo_0
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
username G12319_Shatsillo password
0 Shatsillo
!
ip domain-name R_Shatsillo_0
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Serial0/3/0
ip address 192.168.66.41
255.255.255.252
clock rate 128000
!
interface Serial0/3/1
ip address 192.168.66.33
255.255.255.252
clock rate 128000

```

```

!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router ospf 29
router-id 11.11.11.11
log-adjacency-changes
network 192.168.66.32 0.0.0.3 area 0
network 192.168.66.40 0.0.0.3 area 0
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
banner motd
_____G12319
Shatsillo The automated traffic
management system aimed shearer coal
mine with processing construction and
setting up a computer
network_____
!
line con 0
password ciscoG12319
login
!
line aux 0
!
line vty 0 4
password ciscoG12319
login
transport input ssh
line vty 5 15
login
!
end

2. R_Shatsillo_1_startup-config.txt
!
version 12.4

```

```

no service timestamps log datetime
msec
no service timestamps debug datetime
msec
no service password-encryption
!
hostname R_Shatsillo_1
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
username G12319_Shatsillo password
0 Shatsillo
!
ip domain-name R_Shatsillo_1
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.65.193
255.255.255.192
 ip nat inside
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 ip address 192.168.65.1
255.255.255.128
 ip nat inside
 duplex auto
 speed auto
!
interface Serial0/1/0
 ip address 192.168.66.45
255.255.255.252
 ip nat inside
!
interface Serial0/1/1
 ip address 192.168.66.37
255.255.255.252
 ip nat inside
 clock rate 128000
!
interface Serial0/3/0
 no ip address
 clock rate 128000
 shutdown
!
interface Serial0/3/1
 ip address 209.165.202.2
255.255.255.240
 ip nat outside
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
router ospf 29
 log-adjacency-changes
 passive-interface FastEthernet0/0
 passive-interface FastEthernet0/1
 network 192.168.64.44 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.66.44 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.66.40 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.65.0 0.0.0.127 area 0
 network 192.168.65.192 0.0.0.63 area
0
 default-information originate
!
 ip nat pool InternetG12319
209.165.202.5 209.165.202.14 netmask
255.255.255.240
 ip nat inside source list 10 pool
InternetG12319
 ip classless
 ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 209.165.202.1
!
 ip flow-export version 9
!
 access-list 10 permit 192.168.64.0
0.0.15.255
!

```

```

banner motd
-----G12319
Shatsillo The automated traffic
management system aimed shearer coal
mine with processing construction and
setting up a computer
network-----
!
line con 0
password ciscoG12319
login
!
line aux 0
!
line vty 0 4
password ciscoG12319
login
transport input ssh
line vty 5 15
login
!
3. R_Shatsillo_2_startup-config.txt
!
version 12.4
no service timestamps log datetime
msec
no service timestamps debug datetime
msec
no service password-encryption
!
hostname Shatsillo_Router2
!
ip dhcp excluded-address 192.168.64.1
192.168.64.10
ip dhcp excluded-address
192.168.64.65 192.168.64.75
ip dhcp excluded-address
192.168.64.129 192.168.64.139
!
ip dhcp pool poll_vlan14
network 192.168.64.0 255.255.255.192

```

```

default-router 192.168.64.1
dns-server 192.168.65.206
ip dhcp pool poll_vlan24
network 192.168.64.64
255.255.255.192
default-router 192.168.64.65
dns-server 192.168.65.206
ip dhcp pool poll_vlan34
network 192.168.64.128
255.255.255.192
default-router 192.168.64.129
dns-server 192.168.65.206
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
username G12319_Shatsillo password
0 Shatsillo
!
ip domain-name Shatsillo_Router2
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/0
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.14
encapsulation dot1Q 14
ip address 192.168.64.1
255.255.255.192
!
interface FastEthernet0/0.24
encapsulation dot1Q 24
ip address 192.168.64.65
255.255.255.192
!
interface FastEthernet0/0.34
encapsulation dot1Q 34

```



```

ip address 192.168.64.129
255.255.255.192
!
interface FastEthernet0/0.99
encapsulation dot1Q 99
ip address 192.168.64.193
255.255.255.192
!
interface FastEthernet0/1
ip address 192.168.66.1
255.255.255.224
duplex auto
speed auto
!
interface Serial0/3/0
ip address 192.168.66.38
255.255.255.252
!
interface Serial0/3/1
ip address 192.168.66.34
255.255.255.252
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
router ospf 29
router-id 93.9.9.9
log-adjacency-changes
passive-interface FastEthernet0/0.14
passive-interface FastEthernet0/0.24
passive-interface FastEthernet0/0.34
network 192.168.64.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.66.0 0.0.0.31 area 0
network 192.168.66.32 0.0.0.3 area 0
network 192.168.66.36 0.0.0.3 area 0
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!

```

```

banner motd
-----G12319
Shatsillo The automated traffic
management system aimed shearer coal
mine with processing construction and
setting up a computer
network-----
!
line con 0
password ciscoG12319
login
!
line aux 0
!
line vty 0 4
password ciscoG12319
login
transport input ssh
line vty 5 15
login
!
end

```

4. R_Shatsillo_3_startup-config.txt

```

!
version 12.4
no service timestamps log datetime
msec
no service timestamps debug datetime
msec
no service password-encryption
!
hostname Shatsillo_Router3
!
no ip cef
no ipv6 cef
!
username G12319_Shatsillo password
0 Shatsillo
!
ip domain-name Shatsillo_Router3

```

```

!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.65.129
 255.255.255.192
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 shutdown
!
interface Serial0/1/0
 ip address 192.168.66.46
 255.255.255.252
 clock rate 128000
!
interface Serial0/1/1
 no ip address
 clock rate 2000000
 shutdown
!
interface Serial0/3/0
 ip address 192.168.66.42
 255.255.255.252
!
interface Serial0/3/1
 no ip address
 clock rate 2000000
 shutdown
!
interface Vlan1
 no ip address
 shutdown
!
router ospf 29
 router-id 10.10.10.10
 log-adjacency-changes

```

```

passive-interface FastEthernet0/0
 network 192.168.66.40 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.66.44 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.65.128 0.0.0.63 area
 0
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
banner motd
-----G12319
Shatsillo The automated traffic
management system aimed shearer coal
mine with processing construction and
setting up a computer
network-----
!
line con 0
 password ciscoG12319
 login
!
line aux 0
!
line vty 0 4
 password ciscoG12319
 login
 transport input ssh
line vty 5 15
 login
!
end

5.
S_Shatsillo_1_LAN1_startup-config.txt
!
version 12.2
no service timestamps log datetime
msec

```

```

no service timestamps debug datetime
msec
no service password-encryption
!
hostname Shatsillo_Switch1_LAN1
!

ip domain-name
Shatsillo_Switch1_LAN1
!
username G12319_Shatsillo privilege 1
password 0 Shatsillo
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
shutdown
!
interface FastEthernet0/2
shutdown
!
interface FastEthernet0/3
shutdown
!
interface FastEthernet0/4
shutdown
!
interface FastEthernet0/5
shutdown
!
interface FastEthernet0/6
switchport access vlan 34
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/7
switchport access vlan 34
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/8
switchport access vlan 34
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/9
switchport access vlan 34
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/10
switchport access vlan 34
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/11
switchport access vlan 34
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/12
switchport access vlan 14
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/13
switchport access vlan 14
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/14
switchport access vlan 14
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/15
switchport access vlan 24
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/16
switchport access vlan 24
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/17
switchport access vlan 24
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/18
switchport access vlan 24
switchport mode access
!

```

```

interface FastEthernet0/19
  switchport access vlan 24
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/20
  switchport access vlan 24
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/21
  switchport access vlan 24
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/22
  switchport access vlan 24
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/23
  switchport access vlan 24
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/24
  switchport access vlan 24
  switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/1
  switchport trunk native vlan 100
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
  no ip address
  shutdown
!
interface Vlan99
  ip address 192.168.64.194
  255.255.255.192
!
ip default-gateway 192.168.64.193
!

```

```

banner motd
  _____G12319
  Shatsillo The automated traffic
  management system aimed shearer coal
  mine with processing construction and
  setting up a computer
  network_____
!
line con 0
  password ciscoG12319
  login
!
line vty 0 4
  password ciscoG12319
  login
  transport input ssh
line vty 5 15
  login
!
!
end

!
6.
R_Shatsillo_2_LAN2_startup-config
.txt

version 12.2
no service timestamps log datetime
msec
no service timestamps debug datetime
msec
no service password-encryption
!
hostname Shatsilloi_Switch_LAN2
!
ip domain-name
Shatsillo_Switch_LAN2
!

```

```
username G12319_Shatsillo privilege 1
password 0 Shatsillo
!
spanning-tree mode pvst
!
interface FastEthernet0/1
!
.....
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
  switchport port-security maximum 2
  switchport port-security mac-address
  sticky
  switchport port-security violation
  restrict
!
interface Vlan1
  ip address 192.168.66.2
  255.255.255.224
  shutdown
!
ip default-gateway 192.168.66.1
```

Додаток Б

Таблиці маршрутизації

Таблиця маршрутизації на R_Shatsillo_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 209.165.202.1 to network 0.0.0.0

    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 5 masks
C       10.0.10.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L       10.0.10.1/32 is directly connected, Serial0/0/1
C       10.0.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/0
L       10.0.10.5/32 is directly connected, Serial0/0/0
O       10.0.10.8/30 [110/15000] via 10.0.10.6, 02:51:55, Serial0/0/0
O       10.68.0.0/27 [110/15001] via 10.0.10.6, 02:51:35, Serial0/0/0
O       10.68.0.32/27 [110/15001] via 10.0.10.6, 02:51:35, Serial0/0/0
O       10.68.0.64/27 [110/15001] via 10.0.10.6, 02:51:35, Serial0/0/0
O       10.68.0.96/27 [110/15001] via 10.0.10.6, 02:51:35, Serial0/0/0
O       10.68.0.128/25 [110/7501] via 10.0.10.2, 03:57:06, Serial0/0/1
O       10.68.1.0/26 [110/7501] via 10.0.10.6, 03:57:06, Serial0/0/0
C       10.68.1.64/27 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L       10.68.1.65/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
    209.165.202.0/27 is subnetted, 1 subnets
O       209.165.202.0/27 [110/15000] via 10.0.10.6, 03:53:53, Serial0/0/0
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.1

```

Таблиця маршрутизації на R_Shatsillo_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 209.165.202.1 to network 0.0.0.0
```

```
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 12 subnets, 5 masks
C    10.0.10.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L    10.0.10.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
O    10.0.10.4/30 [110/15000] via 10.0.10.1, 03:57:56, Serial0/0/1
O    10.0.10.8/30 [110/22500] via 10.0.10.1, 02:52:45, Serial0/0/1
O    10.68.0.0/27 [110/22501] via 10.0.10.1, 02:52:25, Serial0/0/1
O    10.68.0.32/27 [110/22501] via 10.0.10.1, 02:52:25, Serial0/0/1
O    10.68.0.64/27 [110/22501] via 10.0.10.1, 02:52:25, Serial0/0/1
O    10.68.0.96/27 [110/22501] via 10.0.10.1, 02:52:25, Serial0/0/1
C    10.68.0.128/25 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    10.68.0.129/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
O    10.68.1.0/26 [110/15001] via 10.0.10.1, 03:57:56, Serial0/0/1
O    10.68.1.64/27 [110/7501] via 10.0.10.1, 03:57:56, Serial0/0/1
209.165.202.0/27 is subnetted, 1 subnets
O    209.165.202.0/27 [110/22500] via 10.0.10.1, 03:54:48, Serial0/0/1
S*  0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.1
```

Таблиця маршрутизації на R_Shatsillo_3

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 209.165.202.1 to network 0.0.0.0

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 13 subnets, 5 masks
O    10.0.10.0/30 [110/15000] via 10.0.10.5, 03:58:34, Serial0/0/0
C    10.0.10.4/30 is directly connected, Serial0/0/0
L    10.0.10.6/32 is directly connected, Serial0/0/0
C    10.0.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
L    10.0.10.10/32 is directly connected, Serial0/0/1
O    10.68.0.0/27 [110/7501] via 10.0.10.9, 02:53:13, Serial0/0/1
O    10.68.0.32/27 [110/7501] via 10.0.10.9, 02:53:13, Serial0/0/1
O    10.68.0.64/27 [110/7501] via 10.0.10.9, 02:53:13, Serial0/0/1
O    10.68.0.96/27 [110/7501] via 10.0.10.9, 02:53:13, Serial0/0/1
O    10.68.0.128/25 [110/15001] via 10.0.10.5, 03:58:24, Serial0/0/0
C    10.68.1.0/26 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L    10.68.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
O    10.68.1.64/27 [110/7501] via 10.0.10.5, 03:58:34, Serial0/0/0
209.165.202.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    209.165.202.0/27 is directly connected, Serial0/1/0
L    209.165.202.2/32 is directly connected, Serial0/1/0
S*  0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.1

```


Таблиця маршрутизації на R_Shatsillo_4

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 209.165.202.1 to network 0.0.0.0

```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 15 subnets, 5 masks
O    10.0.10.0/30 [110/15064] via 10.0.10.10, 02:54:02, Serial0/0/1
O    10.0.10.4/30 [110/7564] via 10.0.10.10, 02:54:02, Serial0/0/1
C    10.0.10.8/30 is directly connected, Serial0/0/1
L    10.0.10.9/32 is directly connected, Serial0/0/1
C    10.68.0.0/27 is directly connected, GigabitEthernet0/1.99
L    10.68.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.99
C    10.68.0.32/27 is directly connected, GigabitEthernet0/1.20
L    10.68.0.33/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.20
C    10.68.0.64/27 is directly connected, GigabitEthernet0/1.30
L    10.68.0.65/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.30
C    10.68.0.96/27 is directly connected, GigabitEthernet0/1.40
L    10.68.0.97/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1.40
O    10.68.0.128/25 [110/15065] via 10.0.10.10, 02:54:02, Serial0/0/1
O    10.68.1.0/26 [110/65] via 10.0.10.10, 02:54:02, Serial0/0/1
O    10.68.1.64/27 [110/7565] via 10.0.10.10, 02:54:02, Serial0/0/1
209.165.202.0/27 is subnetted, 1 subnets
O    209.165.202.0/27 [110/7564] via 10.0.10.10, 02:54:02, Serial0/0/1
S*  0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.202.1

```

Таблиця маршрутизації на R_Shatsillo_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, 10 subnets, 4 masks
O    10.0.10.0/30 [110/15064] via 209.165.202.2, 03:54:58, Serial0/1/0
O    10.0.10.4/30 [110/7564] via 209.165.202.2, 03:54:58, Serial0/1/0
O    10.0.10.8/30 [110/7564] via 209.165.202.2, 02:54:50, Serial0/1/0
O    10.68.0.0/27 [110/7565] via 209.165.202.2, 02:54:30, Serial0/1/0
O    10.68.0.32/27 [110/7565] via 209.165.202.2, 02:54:30, Serial0/1/0
O    10.68.0.64/27 [110/7565] via 209.165.202.2, 02:54:30, Serial0/1/0
O    10.68.0.96/27 [110/7565] via 209.165.202.2, 02:54:30, Serial0/1/0
O    10.68.0.128/25 [110/15065] via 209.165.202.2, 03:54:58, Serial0/1/0
O    10.68.1.0/26 [110/65] via 209.165.202.2, 03:54:58, Serial0/1/0
O    10.68.1.64/27 [110/7565] via 209.165.202.2, 03:54:58, Serial0/1/0
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    209.165.200.0/27 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L    209.165.200.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
209.165.202.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    209.165.202.0/27 is directly connected, Serial0/1/0
L    209.165.202.1/32 is directly connected, Serial0/1/0
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 209.165.202.2, 03:54:58, Serial0/1/0

```

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ