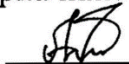


Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Факультет інформаційно-комп'ютерних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему: «Проект підсистеми кондиціонування та
вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій»

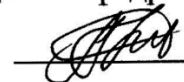
Виконав студент 4-го курсу, групи КІ-3
спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

 О.В. Литвин

Керівник ст. викладач кафедри КІ та КБ

 В.О. Філіпов

Рецензент к.т.н., доцент, доцент кафедри КІ та КБ

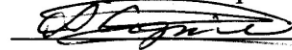
 І.В. Пулеко

Житомир – 2021

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРБЕЗПЕКИ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 123 «Комп'ютерна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та кібербезпеки

 Єфіменко А.А.

« 12 » квітня 20 21 р.

ЗАВДАННЯ
на випускню кваліфікаційну роботу

Студента Литвина Олександра Володимировича

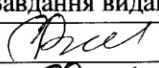
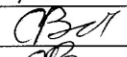
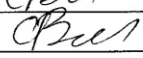
Тема роботи: Проект підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій

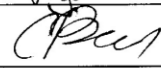
Затверджена Наказом університету від «12» квітня 20 21 р. № 133\С

Термін здачі студентом закінченої роботи _____

Вихідні дані роботи (зазначається предмет і об'єкт дослідження) _____
модель розробити на основі Cisco Packet Tracer

Консультанти з випускної кваліфікаційної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Філіпов В.О.		
2	Філіпов В.О.		
3	Філіпов В.О.		

Керівник  Філіпов В.О.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача завдання	12.04.21	викон
2	Розробка плану роботи	14.04.21 – 18.04.21	викон
3	Розробка розгорнутого плану	19.04.21 – 20.04.21	викон
4	Подача чернетки керівнику для перевірки	24.04.21	викон
5	Подача чистовика керівнику	27.04.21 – 29.05.21	викон
6	Затвердження графічних матеріалів у керівника	01.06.21 – 04.06.21	викон
7	Проведення попереднього захисту	05.06.21	викон
8	Отримання відгуку керівника	15.06.21	викон
9	Допуск завідувача кафедри	16.06.21	викон
10	Подання роботи на рецензування	16.06.21	викон
11	Захист		

Студент  Литвин О.В

Керівник  Філіпов В.О

РЕФЕРАТ

Випускна робота бакалавра присвячена розробці проекту підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій.

Метою роботи є розробка за допомогою Cisco Packet Tracer проекту підсистеми кондиціонування та вентиляції, що матиме можливість віддаленого доступу управління.

В роботі визначено основні завдання на розробку системи, проаналізовано аналоги програм моделювання. Було визначено, які IoT-елементи потрібно для побудови схеми, розроблено структурну схему, налагоджено віддалений доступ до пристроїв

Об'єктом дослідження є процес побудови системи IoT-технологій.

Пояснювальна записка до випускної бакалаврської роботи містить 64 сторінок, 81 рисунок, 2 додатка та 24 літературних джерела.

Ключові слова: IOT, ПРИСТРОЇ, МОДЕЛЮВАННЯ, СХЕМА, СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГІЇ, PACKET TRACER, ДОМАШНІЙ ШЛЮЗ, МЕРЕЖА.

					КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ			
Зам.	Арж.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Литвин О.В.		17.06				
Керівник		Філіпов В.О.		17.06			4	72
Рецензент.		Пудяко І.В.		17.06		Житомирська політехніка Група КІ-3		
Н. контр.								
Зав.каф		Сфіменко А.А.		17.06.21	Пояснювальна записка			

ABSTRACT

The bachelor's graduate work is devoted to the development of the project of the subsystem of air conditioning and ventilation of vegetable storage on the basis of IoT-technologies.

The aim of the graduate work is to develop a project of the air conditioning and ventilation subsystem using Cisco Packet Tracer, which will be able to remotely control.

The main tasks for system development are defined in the work, analogues of modeling programs are analyzed. It was determined which IoT-elements are needed to build a scheme, developed a block diagram, established remote access to devices.

Documentation for bachelor's graduate work contains 64 pages, 81 drawings, 2 appendices and 24 literary sources.

KEYWORDS: IoT, devices, simulation, circuit, system, technology, Packet Tracer, home gateway, network.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	Ошибка! Закладка не определена.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ТЕМИ РОБОТИ.....	10
1.1 Обґрунтування актуальності теми роботи по розробці підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій.....	10
1.2 Аналіз типової архітектури IoT-системи	11
1.3 Аналіз можливостей Cisco Packet Tracer щодо моделювання IoT-систем	15
1.4 Аналіз вимог до імітаційної моделі IoT-системи.....	23
1.5 Постановка завдання на розробку	25
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ОВОЧЕСХОВИЩА НА БАЗІ ІОТ-ТЕХНОЛОГІЙ	26
2.1 Розробка структурної схеми підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій.....	26
2.2 Розробка алгоритмів функціонування моделі IoT-системи	29
2.3 Вибір інструментів Cisco Packet Tracer для реалізації моделі IoT-системи	32
2.4 Вибір технічних засобів для реалізації проекту.....	33
РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДСИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ОВОЧЕСХОВИЩА НА БАЗІ ІОТ-ТЕХНОЛОГІЙ	40
3.1. Реалізація моделі підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій за допомогою Cisco Packet Tracer	40
3.2. Дослідження працездатності та ефективності моделі підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища.....	57
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	65
ДОДАТКИ.....	68

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IoT – Internet of Things

CPT – Cisco Packet Tracer

IP – Internet Protocol

WAN – Wide Area Network

MCU – Microcontroller unit

SBC – Session border controller

RFID – Radio Frequency Identification

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) - це нова стадія розвитку інтернету, коли до нього підключено більше речей, ніж людей. Перехід до неї трапився в 2008-2009 роках, коли кількість пристроїв в мережі обігнало чисельність населення Землі.

IoT з'єднує навколишні нас об'єкти в комп'ютерну мережу. Вони обмінюються інформацією між собою і працюють без втручання людини і в режимі реального часу. По суті, це інтернет, захоплюючий реальний світ.

Інтернет речей у багатьох асоціюється з «розумним» будинком. Завдяки технологіям і пристроїв, розробленим компаніями Google, «Яндексу», Amazon, Apple і іншими, користувачі можуть здійснювати онлайн-покупки, регулювати температуру в кімнаті, включати світло і музику, віддаючи голосові команди віртуальним помічникам.

Вам більше не треба побоюватися, що ви забули вимкнути праску або кран - досить натиснути кнопку в смартфоні, і «розумний» будинок все виправить. А можна і не натискати, адже будинок настільки розумний, що сам приведе все в порядок, а власнику відправить повідомлення за підсумком. Система спостереження за допомогою комп'ютерного зору розпізнає всіх, хто проходить повз вашої квартири, і порівнює зображення з базою поліції. Також важливий внесок вносить IoT-технології у промисловість.

Значення овочів, фруктів і ягід в харчуванні людини загальновідомо. Вони смачні, поживні, корисні для здоров'я. Вітаміни, мінеральні речовини, вуглеводи, харчові волокна - ось далеко не повний перелік корисних речовин, якими багаті ці дари природи. Овочі і фрукти - дійсно джерело вітамінів і мінералів. Вони багаті кальцієм, магнієм, залізом, цинком і вітамінами А, С, Е і К.

Чи замислювалися ви коли-небудь над тим, що посадити і виростити врожай - це ще півсправи ...? Не менш важливим етапом в «життя» овочів є їх зберігання. До даного етапу важливо підійти максимально відповідно і продумано. При середніх і великих обсягах овочевого врожаю не обійтися без будівництва овочесховища, картоплесховища.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні вимоги до зберігання овочів:

- повинна забезпечуватися захист врожаю від гризунів і птахів
- наявність обладнання для сортування врожаю
- урожай повинен бути захищений від впливу ґрунтових і поверхневих вод
- урожай повинен зберігатися при певному кліматичному режимі

Всі ці умови неможливо дотримати без наявності грамотно спроектованих, побудованого і обладнаного овочесховища.

Які ж вимоги пред'являються до приміщення для зберігання врожаю, щоб його можна було віднести до такого?

1. Овочесховище має бути забезпечено системою вентиляції та охолодження.
2. Помешкання має бути герметично, що забезпечить теплоізоляцію.
3. Місце повинно мати системи автоматизації та апаратури, що дозволяють фіксувати будь-яке відхилення умов зберігання від норми.
4. Матеріал, з якого зведено овочесховище, повинен бути максимально вологостійким.

Дуже важливо пам'ятати, що тільки в тому випадку, якщо овочесховище відповідає перерахованим вище вимогам, можна бути впевненим в тому, що урожай буде радувати споживачів ще довгий час після його збору.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ТЕМИ РОБОТИ

1.1 Обґрунтування актуальності теми роботи по розробці підсистеми кондиціювання та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій

У наш час важко уявити людину, яка нічого не чула про Internet of Things (IoT, Інтернет речей). IoT з технологічної точки зору - це, по суті, мережа мереж, що складаються з унікально ідентифікованих об'єктів (за фактом «речей»), які можуть взаємодіяти між собою через IP-підключення без втручання людини.

Концепція «Інтернет речей» передбачає, що вона здатна серйозно вплинути на розвиток сучасного суспільства, оскільки дозволить багатьом процесам відбуватися без участі людини.

Системи вентиляції і кондиціювання повітря – це необхідні компоненти систем життєзабезпечення в житлових, комерційних, громадських просторах. Вони відповідають за очищення, зволоження, формування комфортного мікроклімату в приміщенні, забезпечують усунення неприємних запахів. Інтенсивність повітрообміну регламентується встановленими стандартами для кожного типу об'єктів окремо. У випадку з барами, ресторанами, фудкортами і іншими об'єктами торгово-комерційного призначення завдання ускладнюється мінімальними розмірами вільної площі. У цьому випадку найбільш розумним рішенням стає монтаж системи, в якій опалення, вентиляція і кондиціювання будуть суміщені.

Рентабельність плодоовочевої галузі це не тільки збільшення виробництва овочів і фруктів, це правильна організація їх переробки і зберігання. Тому будівництва овочесховищ завжди надавали особливого значення. Адже саме в них при правильному підході до створення оптимальних режимів, можна було говорити про мінімізацію втрат. Сьогодні існує багато технологічних підходів, які допомагають змінити терміни зберігання овочів і фруктів, але всі вони не замінять грамотно організовану вентиляцію овочесховищ.

Навіщо потрібна вентиляція та кондиціювання овочесховищ?

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існує таке поняття, як життєдіяльність овочів і фруктів. Це коли в процесі зберігання вони продовжують виділяти газ, тепло, що впливає на газовий склад повітря всередині овочесховища, вологість і температуру. Найбільш негативним параметром з трьох є вологість. При її високій концентрації і плюсовій температурі починають з'являтися і розростатися колонії мікроорганізмів: грибків і плісняви. Тому дуже важливо правильно організувати повітрообмін всередині сховища, щоб знизити вологість.

Що стосується температури, то цей показник в основному впливає на появу конденсату всередині приміщення. Зазвичай це відбувається, якщо відбуваються скачки температурного режиму. А зайве зволоження овочів призводить до їх псування.

Необхідно також додати, що вентиляція овочесховища в повній мірі впливає на в'янення плодів. Тобто, якщо вона організована правильно, то можна говорити про інтенсивну швидкості циркуляції повітряних мас, достатньою, щоб знизити випаровування вологи з самих овочів.

На підставі вищевказаного можна зробити висновок, що система вентиляції овочесховищ повинна виконувати досить серйозні і строгі вимоги:

- оптимальний повітрообмін всередині приміщень сховища;
- видалення надлишку газів, які негативно впливають на якісний стан закладаються овочів і фруктів (це в першу чергу відноситься до картоплі), до них відносяться вуглекислий газ і етилен;
- створити всі умови, при яких не утворюється конденсат;
- можливість роботи відразу в декількох режимах: сушка, обігрів і кондиціонування повітря.

1.2 Аналіз типової архітектури IoT-системи

У загальному вигляді з інформаційно-комунікаційної точки зору Інтернет речей можна записати у вигляді такої символічної формули:

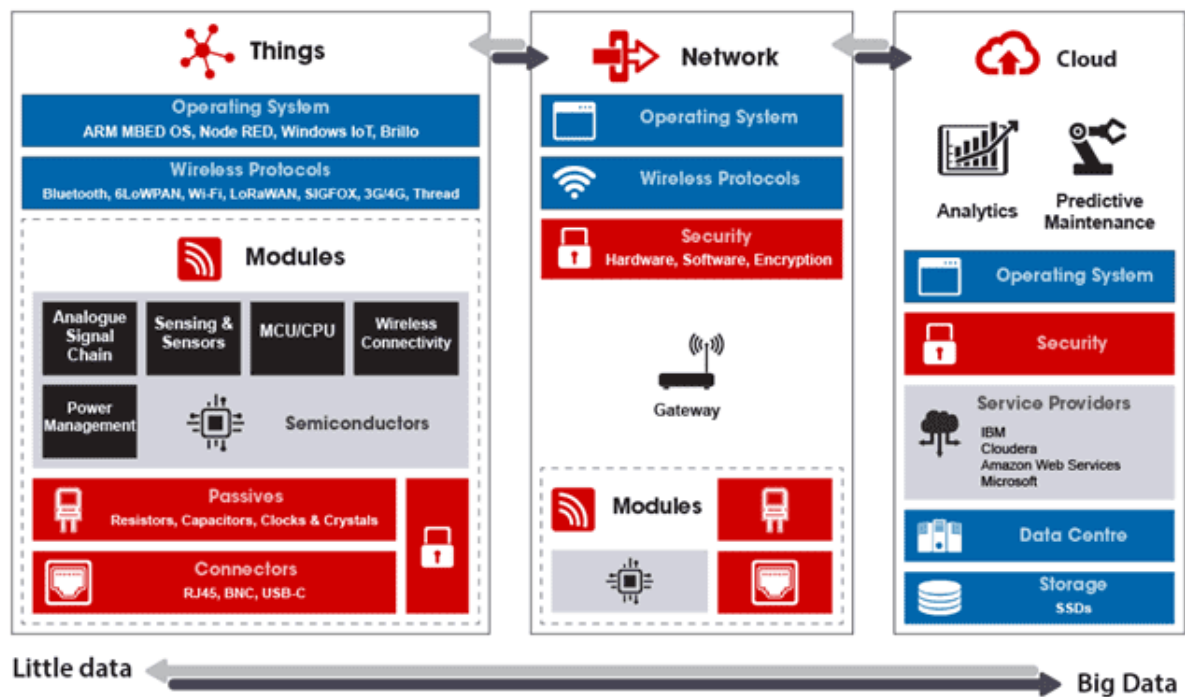
$$\text{IoT} = \text{Сенсори (датчики)} + \text{Дані} + \text{Мережі} + \text{Послуги}$$

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По суті Інтернет речей - це глобальна мережа комп'ютерів, датчиків (сенсорів) і виконавчих пристроїв (актуаторів), що зв'язуються між собою з використанням інтернет протоколу IP (Internet Protocol).

Для практичної реалізації всі навколишні предмети і пристрої (домашні прилади і посуд, одяг, продукти, автомобілі, промислове обладнання та ін.) повинні бути забезпечені мініатюрними ідентифікаційними і сенсорними (чутливими) пристроями. Тоді при наявності необхідних каналів зв'язку з ними можна не тільки відслідковувати ці об'єкти і їх параметри в просторі і в часі, але і керувати ними, а також впроваджувати інформацію про них в загальну «розумну планету».

Архітектура Інтернету речей



3 уровня архитектуры IoT-систем [1]

Рисунок 1.1 - Архітектура Інтернету речей

Типова архітектура IoT-систем складається з наступних 3-х рівнів:

- Кінцеві пристрої (речі, Things) - датчики, сенсори, контролери та інше периферійне устаткування для вимірювання необхідних показників і передачі цих даних в мережу по дротових або бездротових протоколів (Serial, RS-485, MODBUS, CAN bus, OPC UA, BLE, WiFi, Bluetooth, 6LoRaWAN, Sigfox та ін.). Оскільки кожна «порція» цієї

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

інформації невелика за обсягом, такі дані називають малими (Little Data).

- Мережеві шлюзи і хаби (Network) - роутери, які об'єднують і підключають кінцеві пристрої до хмари.
- Хмара (Cloud) - віддалений сервер в датацентрі, що обробляє, аналізує і надійно зберігає інформацію. Саме тут малі дані перетворюються в Big Data, коли консолідується безліч інформаційних потоків з різних пристроїв. Так інтернет речей стає «інтелектуальним», оскільки підключаються засоби аналізу даних, в т.ч. з використанням методів машинного навчання (Machine Learning). Це дозволяє ефективно і дистанційно керувати технікою, на якій встановлені кінцеві пристрої. Наприклад, якщо датчики рівня вібрації обладнання показують перевищення допустимих значень, можна заздалегідь спланувати профілактичний ремонт і уникнути поломки дорогих інструментів.

Інтернет речей або, як його ще називають, Мережа Мереж є мережею різноманітних підключених до інтернету пристроїв, що реалізують різні моделі взаємодії - «Річ - Річ» (Thing-Thing), «Річ - Користувач» (Thing-User) і «Річ – веб Об'єкт» (Thing-Web Object).

З'єднання «розумних речей» (від англ. : Smart Things) в єдину мережу надає критично важливі якісні зміни для розвитку людської життєдіяльності.

Повсюдне поширення розумних речей робить нераціональним використання традиційної моделі «Клієнт - Сервер» з точки зору обміну трафіком. У місцях їх знаходження часто дуже важко забезпечити високошвидкісні канали з низькою затримкою, а власна обчислювальна потужність дозволяє проводити необхідну обробку даних, реалізуючи концепцію «туманних обчислень» (від англ.: Fog Computing)

Функціональним елементом туманних обчислень є мікроконтролери, які об'єднуються в розподілену обчислювальну мережу. Їх завдання здійснювати зберігання та обробку інформації, що надходить, надаючи обчислювальні

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потужності для різноманітних прикладних задач, які здійснюють адміністрування систем без участі людини. Отримувані ж на цьому рівні структуровані дані можуть передаватися через спеціалізовані інтерфейси програмування додатків (API - Application Programming Interface) в різноманітні системи хмарних обчислень для подальшої обробки, в тому числі і з залученням людських ресурсів.

Як канали зв'язку використовуються конвергентні мережі на базі протоколу IP, а місця установки датчиків настільки різноманітні, що використання провідної інфраструктури дуже обмежене. Їх підключення все частіше здійснюється за допомогою бездротових технологій. До недавнього часу для цього використовувалися традиційні технології для користувальницької передачі даних -WiFi, 2G, 3G ...

Зараз в технології міжмашинної взаємодії для зв'язку все ще застосовують ієрархії протоколів, розроблені IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Відповідно до її принципами все бездротові мережі сьогодні прийнято ділити на чотири типи:

- персональні WPAN (Wireless Personal Area Network),
- локальні WLAN (Wireless Local Area Network),
- міські WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)
- глобальні WWAN (Wireless Wide Area Network) бездротові мережі.

Фундаментальними характеристиками Інтернету речей є:

- Взаємозв'язаність. Всі пристрої взаємодіють через глобальну або локальну інфраструктуру інформаційного обміну.
- Сервіси, орієнтовані на пристрої. Інтернет речей здатний забезпечити семантичну узгодженість між фізичними об'єктами реального світу і їх інформаційним поданням у віртуальному просторі і об'єднати фізичні пристрої з урахуванням правил і обмежень.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

– Гетерогенність. Пристрої в IoT неоднорідні за визначенням і можуть належати різним мережам і апаратних платформ, що не є перешкодою до взаємодії.

– Динамічність. Стан пристроїв змінюється постійно: включення і виключення, контекстна і технологічна інформація, включаючи місце розташування і швидкість. Кількість підключених пристроїв також може динамічно змінюватися.

– Масштабність. Кількість пристроїв, які будуть «спілкуватися» і отримувати керуючий вплив в десятки разів перевищить кількість вузлів в поточній мережі Інтернет. Очевидно, що кількість комунікацій, які можуть бути ініційовані пристроями, радикально перевищить можливе число з'єднань, ініціаторами яких виступають люди. Тому на перший план виходять питання інтерпретації даних, з метою їх подальшого застосування.

1.3 Аналіз можливостей Cisco Packet Tracer щодо моделювання IoT-систем

Cisco Packet Tracer - це емулятор мереж, створений компанією Cisco. Програма дозволяє будувати та аналізувати мережі на різноманітному обладнанні у виробничих топологіях з підтримкою різних протоколів. У ній ви отримуєте можливість вивчити роботу різних мережевих пристроїв: маршрутизаторів, комутаторів, точок безпроводного доступу, персональних комп'ютерів, мережевих принтерів тощо. Даний додаток є найбільш простим та ефективним серед своїх конкурентів. Так, наприклад, створення нового проекту мережі в Cisco Packet Tracer займає суттєво менше часу, в тому числі в аналогічній програмі - GNS3, Packet Tracer більше в установках і налаштуваннях.

Інтерфейс програми Cisco Packet Tracer

На рисунку 1.2 представлений інтерфейс (головне вікно) програми Cisco Packet Tracer.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

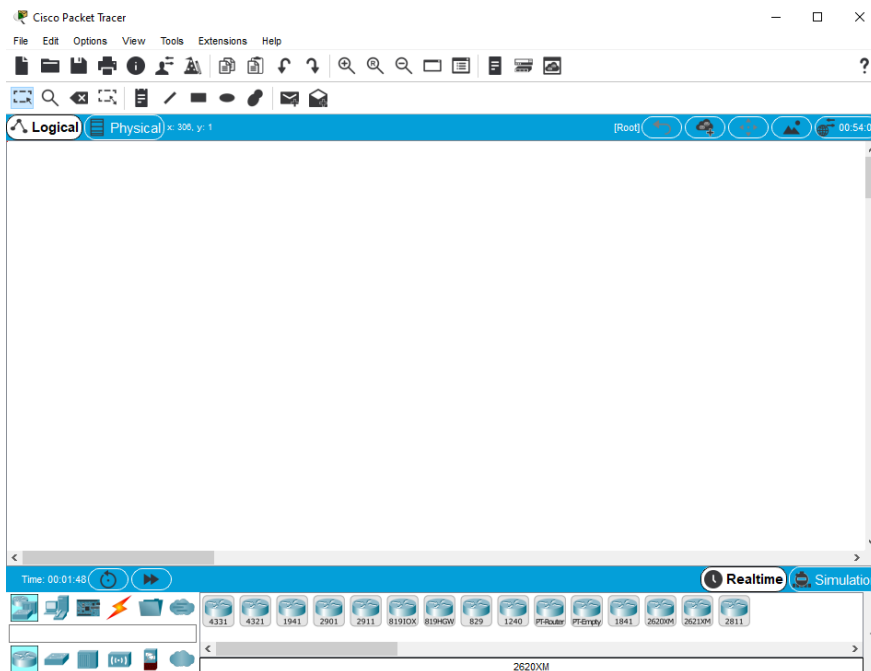


Рисунок 1.2 - Інтерфейс програми Cisco Packet Tracer

Головне меню показано на рисунку 1.3

File Edit Options View Tools Extensions Help

Рисунок 1.3 - Головне меню

File (Файл) - містить операції відкриття / збереження документів.

Edit (Правка) - містить стандартні операції "копіювати / вирізати, відмі-
нити / повторити";

Options (Налаштування) - містить налаштування програми;

View (Вид) - містить інструменти, що змінюють масштаб робочих областей
та панелі інструментів;

Tools (Інструменти) - містить цветову палитру та вікна користувацьких
пристроїв;

Exensions (Розширення) - містить майстер-проекти та ряд інших інструме-
нтів;

Help (Допомога) - підтримує допомогу по програмі.

Панель інструментів

Панель інструментів наведена на рисунку 1.4



Рисунок 1.4 - Панель інструментів

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Панель інструментів за допомогою піктограм дублює основні пункти головного меню програми.

Обладнання

Знизу, під робочою областю, розташована панель обладнання. Дана панель містить в своїй лівій частині типи (класи) пристроїв, а в правій частині - їх найменування (моделі). При наведенні на кожне з пристроїв, в прямокутник, що знаходиться в центрі між ними буде відображатися його тип. Типи обладнання представлені на рисунку 1.5



Рисунок 1.5 - Панель обладнання Packet Tracer (Основні типи обладнання)

Лінії зв'язку

За допомогою ліній зв'язку створюються з'єднання вузлів мережі в єдину топологію і при цьому кожен тип кабелю може бути з'єднаний лише з певними типами інтерфейсів пристроїв



Рисунок 1.6 – Типи ліній зв'язку

Автоматичний тип - при даному типі з'єднання Packet Tracer автоматично вибирає найбільш кращі тип з'єднання для обраних пристроїв.

Консоль - консольні з'єднання. Консольне з'єднання може бути виконано між ПК і маршрутизаторами або комутаторами.

Мідь прямий - з'єднання мідним кабелем типу вита пара, обидва кінці кабелю обтиснуті в однаковій розкладці.

Мідь крос-овер - з'єднання мідним кабелем типу вита пара, кінці кабелю обтиснуті як крос-овер.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптика - з'єднання за допомогою оптичного кабелю, необхідно для з'єднання пристроїв, що мають оптичні інтерфейси.

Телефонний кабель - кабель для підключення телефонних апаратів. З'єднання через телефонну лінію може бути здійснено між пристроями, що мають модемні порти. Приклад - ПК, додзвонюється в мережеву хмару.

Коаксіальний кабель - з'єднання пристроїв за допомогою коаксіального кабелю. Використовується для з'єднання між кабельним модемом і хмарою.

Серійний DCE і серійний DTE - з'єднання через послідовні порти для зв'язків Інтернет. Для настройки таких з'єднань необхідно встановити синхронізацію на стороні DCE-пристрої. Сторону DCE можна визначити по маленькій іконці "годин" поруч з портом.

Спеціальні кабелі IoT - кабель для підключення IoT пристроїв (наприклад датчиків сенсору) до мікропроцесора.

Графічне меню

На рисунку 1.7 показано графічне меню програми.



Рисунок 1.7 – Графічне меню

Інструмент Select (Вибрати) можна активувати клавішею Esc. Він використовується для виділення одного або більше об'єктів для подальшого їх переміщення, копіювання або видалення.

Інструмент Inspect (Перевірка, клавіша I) дозволяє, в залежності від типу пристрою, переглядати вміст таблиць (ARP, NAT, таблиці маршрутизації ін.).

Інструмент Delete (Видалити, клавіша Del) видаляє виділений об'єкт або групу об'єктів.

Інструмент Resize Shape (Змінити розмір форми, комбінація клавіш Alt + R) призначений для зміни розмірів мальованих об'єктів (чотирикутників і кіл).

Інструмент Place Note (Зробити позначку, клавіша N) додає текст в робочій області проекту.

Елементи анімації і симуляції

Ці елементи інтерфейсу показані на рисунку 1.8

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.8 – Елементи анімації і симуляції

Інструменти Add Simple PDU (Додати простий PDU, клавіша P) і Add Complex PDU (Додати комплексний PDU, клавіша C) призначені для емуляції відправки пакета з подальшим відстеженням його маршруту і даних всередині пакету.

Фізичне представлення обладнання

У програмі можливо фізичне уявлення обладнання в вигляді його фізичної конфігурації

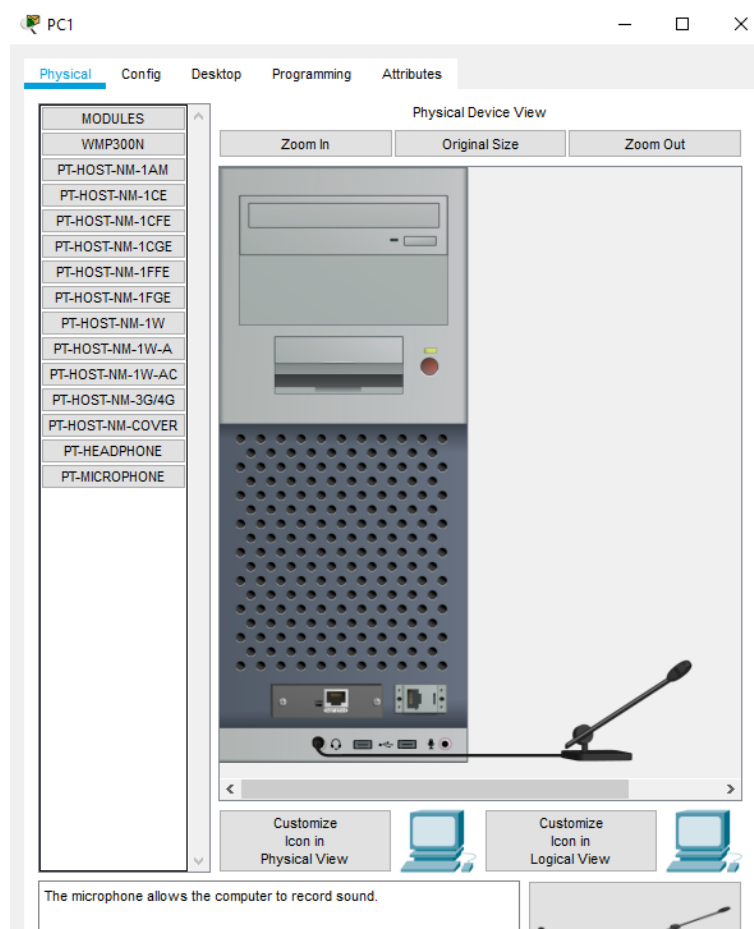


Рисунок 1.9 – Фізична конфігурація ПК

Для зміни комплектації обладнання необхідно відключити його живлення, клікнувши мишкою на кнопці живлення і перетягнути мишею потрібний модуль у вільний слот, потім включити живлення. Як приклад я додав в фізичну конфігурацію ПК мікрофон (PT-MICROPHONE), в результаті чого ПК змінив свій значок в програмі.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.10 – Зміна піктограми ПК після підключення до нього мікрофона
Решта модулів додаються в пристрої аналогічно.

Але Packet Tracer (PT) це - не лише потужний інструмент для моделювання, симуляції та тестування мережевих середовищ - він може робити те ж саме для рішень IoT. PT 7.0 надає підтримку ряду пристроїв IoT та функціональних можливостей, які дозволяють проектувати та створювати повноцінні рішення IoT.

Серед пристроїв IoT, підтримуваних PT 7.0, можна виділити програмовані моделі датчиків, виконавчих механізмів, мікроконтролерів, одноплатних комп'ютерів та пристроїв туманних обчислень. Це дозволяє проектувати, налаштовувати, програмувати та усувати неполадки все більш досконалих моделей систем IoT.

Розглянемо детальніше IoT пристрої.

На рисунок 1.11 зображено можливості Packet Tracer для моделювання мереж з використанням технології IoT. Для створення IoT-систем потрібні кінцеві пристрої (End Devices)

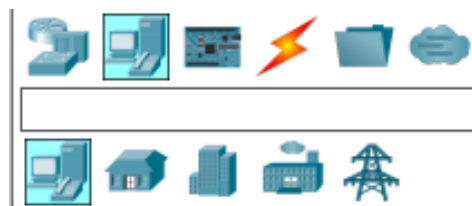


Рисунок 1.11 – Категорії для кінцевих пристроїв

На вкладці кінцевих пристроїв доступні для вибору категорії девайсів:

- Кінцеві пристрої: ПК, ноутбук, сервер, принтер, телефон, телевізор, смартфон, планшет, тощо (рисунок 1.12)



Рисунок 1.12 – Кінцеві пристрої

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- «Розумний дім» включає в себе такі елементи , які зображені на рисунку 1.13. Наприклад, кондиціонер, термостат, кавоварка, оприскувач, вебкамера, ворота, лампа, водостік, сонячна батарея, акумулятор, детектор вітру, двері.



Рисунок 1.13 – Пристрої «розумного дому»

- «Розумне місто» може містити елементи, які зображені на рисунку 1.14. Наприклад, сонячна led-лампа, радіо-мітка, сонячна батарея, автомобіль, ліхтар, bluetooth-маячки, вентилятор, вольтметр, датчик вітру, датчик атмосферного тиску.



Рисунок 1.14 – Пристрої «розумного міста»

Також є пристрої IoT для промисловості і електроенергетичної системи



Рисунок 1.15 – Пристрої для промисловості



Рисунок 1.16 – Пристрої для електроенергетичної системи

Packet Tracer також передбачає проектування IoT-системи з використанням мікроконтролерів (рисунок 1.17): MCU (microcontroller unit) та SBC (session border controller), які дозволяють запрограмувати один (або кілька) розумних пристроїв. Мікроконтролери здатні приймати сигнали від різних датчиків і передавати відповідні команди виконуючим пристроям. Для програмування використовуються JavaScript, Python або Blockly на вкладці Програмування (рисунок 1.18).

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.17 – Плати

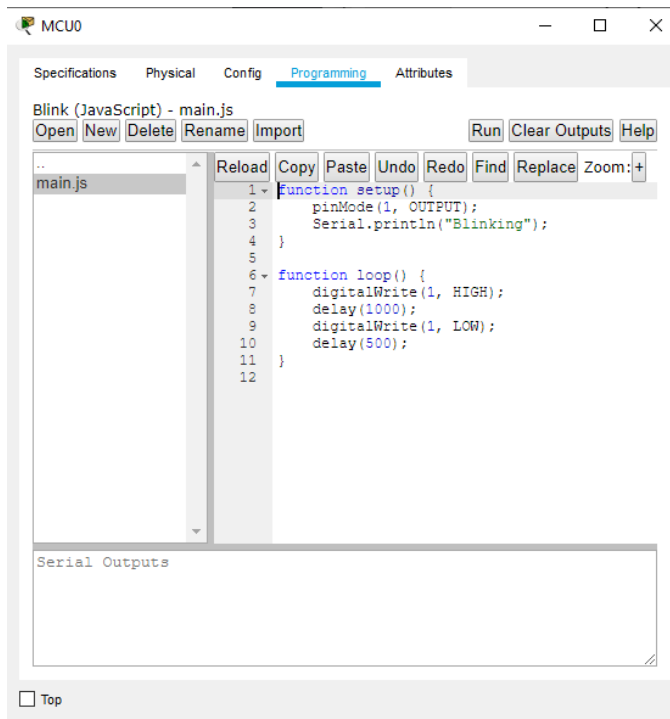


Рисунок 1.18 – Приклад програмування мікроконтролера

Ще ми можемо використати в проектуванні IoT-системи виконуючі пристрої(рисунок 1.19) та сенсори(рисунок 1.20).

До виконуючих пристроїв відносять : лампа сигналізації, розприскувач води, нагрівач та охолоджувач для термостата, гучномовець, рідкокристалічний дисплей.

До сенсорів відносять : потенціометр, сенсор навколишнього середовища, датчик світла, кнопку переключання, датчик вологості, сенсор металу, детектор температури, детектор диму, детектор шуму, кнопка натискання, детектор води, детектор вітру, датчик вологості.

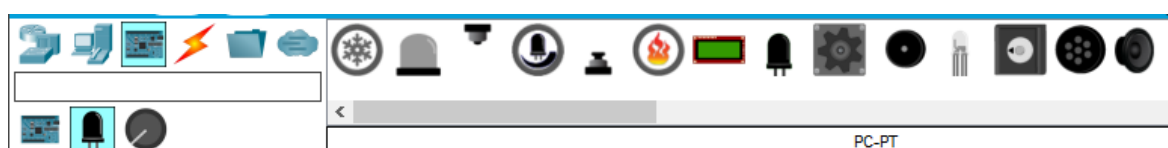


Рисунок 1.19 – Виконуючі пристрої

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.20 – Сенсори

Сам Packet Tracer має дуже зрозумілий та комфортний інтерфейс, навіть для людини, яка ним ніколи не користувалася.

1.4 Аналіз вимог до імітаційної моделі IoT-системи

RFID (Radio Frequency Identification) — це спосіб забезпечення зберігання та передачі інформації зі зручного носія-мітки в потрібне місце, з допомогою спеціальних пристроїв. Такі мітки-ідентифікатори дозволяють полегшити розпізнавання різних об'єктів: товарів в магазині, рухомих засобів при транспортуванні, допомагають визначати їх місце розташування, можуть ідентифікувати людей і тварин, не кажучи вже про широкі можливості ідентифікації документів і майна.

Що таке RFID-мітка?

RFID-мітка приймає від антени електромагнітну хвилю. Хвиля активізує її, і стають можливими як запис даних на мітку, так і зчитування даних з мітки. Антена служить таким чином багатофункціональним каналом зв'язку між прийомопередавачем і міткою, повністю забезпечує процеси передачі і отримання даних.



Рисунок 1.21 - RFID-мітка

Антени різних форм і розмірів можуть вбудовуватися в сканери, ворота, турнікети, - різні засоби для роботи з RFID-мітками, з метою забезпечення доступу до інформації, що зберігається в мітках товарів, предметів, людей, транспорту і т. д. - все, що переміщується через зону дії антени сканера, і має на собі RFID-мітки.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Запис інформації на RFID-мітки

На мітку інформація може бути записана різними способами, в залежності відконструкції мітки. Так, RFID-мітки можуть бути наступних типів:

- **R/O** – мітки тільки для читання (Read Only), коли дані заносяться на стадії виготовлення мітки, і більше не змінюються;
- **VIRUS** – мітки для одноразової запису і подальшого багаторазового зчитування (Write Once Read Many), такі мітки на виробництві не заносять ніяких даних, інформація записується користувачем один раз, потім може багаторазово зчитуватися;
- **R/W** - мітки для багаторазового запису і подальшого багаторазового зчитування інформації (Read/Write).

Переваги RFID-міток перед графічними ідентифікаторами

Штрих-код друкується один раз на стадії виробництва та упаковки, а інформація на RFID-мітки може бути не тільки повністю змінена, але і доповнено. Мітки можуть зчитуватися відразу у великій кількості завдяки механізму анти-колізії, чого важко досягти для графічних кодів.

Незважаючи на те що матричні коди здатні вміщати відносно великі обсяги даних, які їм потрібні великі площі для нанесення кодів, наприклад, щоб штрих-кодом записати 50 байт, знадобиться аркуш формату А4, в той час як RFID-мітка з чіпом площею всього 1 квадратний сантиметр легко вмістить 1000 байт.

Запис на мітку досить швидкий, а графічні коди потрібно спочатку набирати, потім друкувати і наклеювати, та ще й зберегти цілісність зображення.

З RFID-ідентифікаторами все простіше, достатньо на стадії виробництва «імплантувати» мітку в упаковку (не обов'язково зовні), потім безконтактним способом записати дані, і мітка буде вічною (не менше 1000000 взаємодій з антеною сканера), прихованої всередині виробу мітці не страшні ні бруд, ні пил.

До того ж дані записані на мітку, цілком або частково, можна при необхідності захистити від зчитування або перезапису паролем — це надійний спосіб захисту від підробок. При цьому зчитування відбувається при будь-якому положенні мітки в зоні дії сканера — це зручніше ніж графічний код, який потрібно

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рівно піднести до сканера. За допомогою цього елементу буде реалізовано систему доступу.

1.5 Постановка завдання на розробку

IoT дозволяє компаніям автоматизувати процеси і знижувати трудовитрати. Це скорочує обсяг відходів, покращує якість послуг, що надаються, здешевлює процес виробництва. Дана атестаційної робота бакалавра присвячена розробці підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій.

Овочесховище це - приміщення для зберігання в свіжому вигляді продовольчих овочів.

В даному проекті має бути реалізовано:

- налагоджена робота кондиціонування та вентиляції для різних видів овочевих культур
- протипожежна система
- допуск до приміщення по перепусткам (RFID-картці)
- можливість віддаленого доступу контролю та перегляду стану пристроїв.

Розробник даного проекту - студент групи КІ-3 Литвин Олександр Володимирович (надалі "розробник").

Замовник проекту підсистеми – кафедра комп'ютерної інженерії та кібербезпеки Державного Університету «Житомирська політехніка» в межах виконання атестаційної роботи бакалавра.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ОВОЧЕСХОВИЩА НА БАЗІ ІОТ-ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Розробка структурної схеми підсистеми кондиціювання та вентиляції овочесховища на базі ІоТ-технологій

Для того щоб створити схему овочесховища, розглянемо спочатку аналогічні схеми в інтернеті.

Розглянемо дану схему овочесховища розрахованого на 1000 тон, знайдену в просторах інтернету. Її параметри наступні:

- ширина 18 м
- довжина 32 м;
- висота складає 6 метрів.

Контейнери для зберігання овочів, мають такі розміри:

- довжина - 1,6 метра;
- ширина - 1,2 метра;
- висота - 1,2 метра.

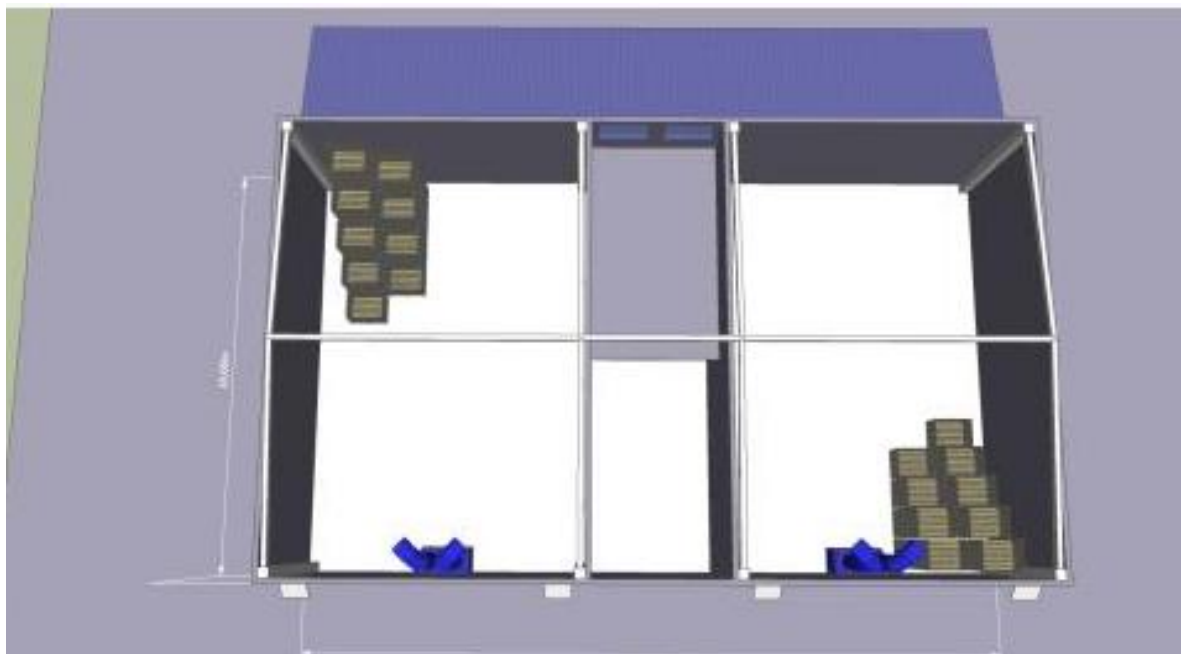


Рисунок 2.1 – Зразок схеми овочесховища

На основі даної схеми була створена власна схема, на якій будуть розміщені пристрої на їх логічних і остаточних місцях.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

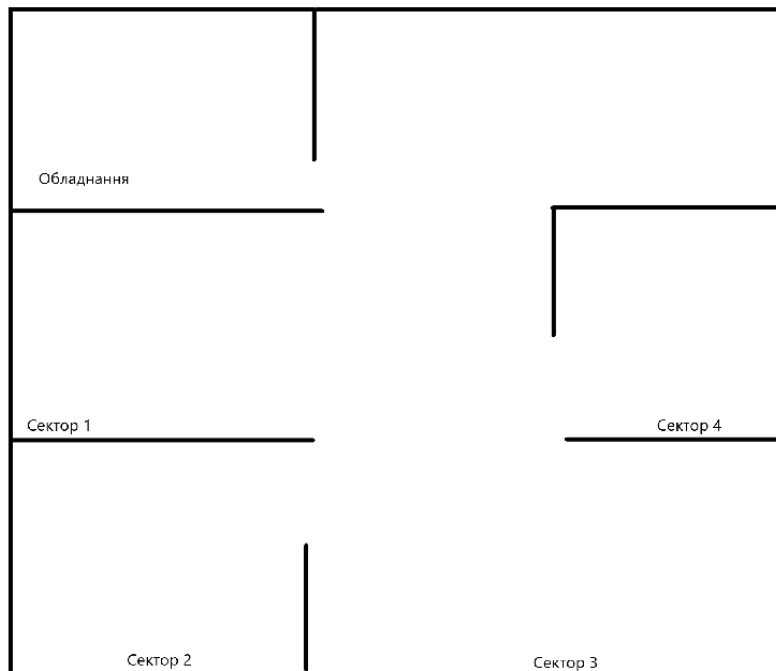


Рисунок 2.2 – Схема проекту

Овочесховище поділено на 4 сектори, в яких будуть зберігатися овочеві культури.

- 1 та 2 сектор – картопля
- 3 та 4 сектор – морква

Далі було створено структурну схему, яка має наступний вигляд :

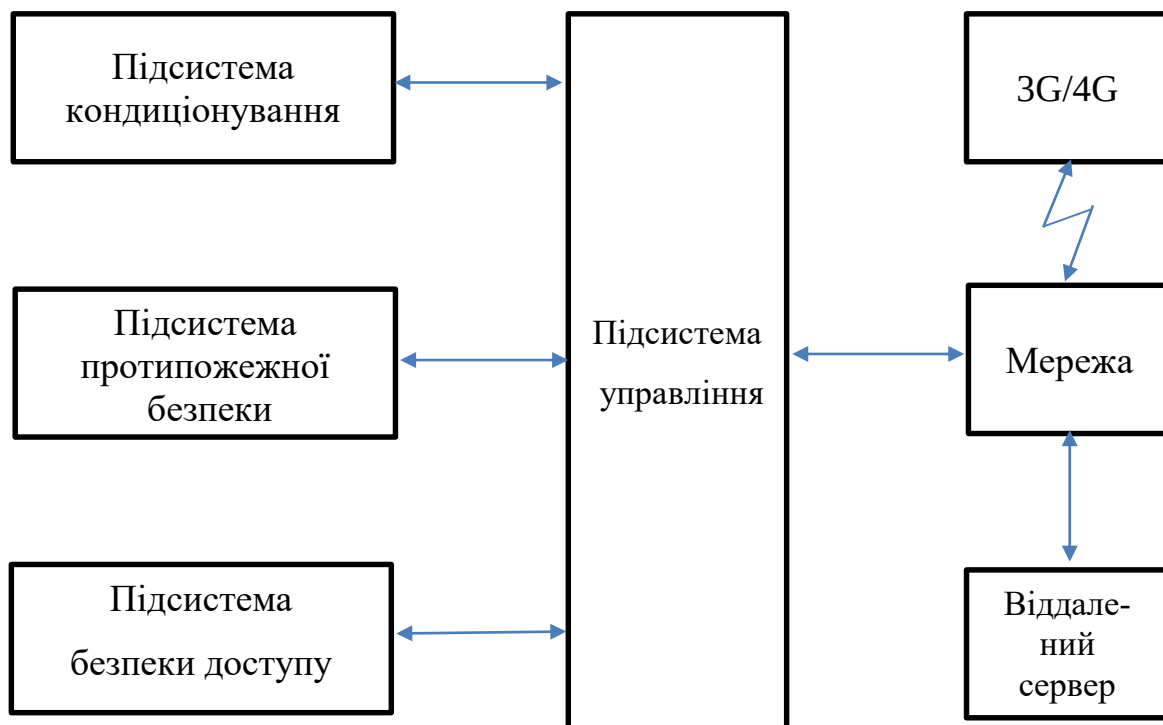


Рисунок 2.3 – Структурна схема

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо детальніше про кожну підсистему, з чого складається та за що відповідає.

Підсистема кондиціонування має відповідати за контроль вологості, регулювання температури, повітрообігу. Складається з термостату, пічки обігріву, кондиціонера, монітору вологості, зволожувача повітря, стельового вентилятору.

Підсистема протипожежної безпеки має запобігати виникненню пожежі. Складається з пожежних спрінклерів, детекторів диму та монітору вогню.

Підсистема безпеки доступу відповідає за санкціонований доступ до приміщення та кімнати з мережевим обладнанням. Складається з веб-камери, детектору руху, RFID-зчитувача, та RFID-картки.

На схемі овочесховища розміщено усі прилади IoT на логічному рівні, які утворюють необхідну інтелектуальну мережу.

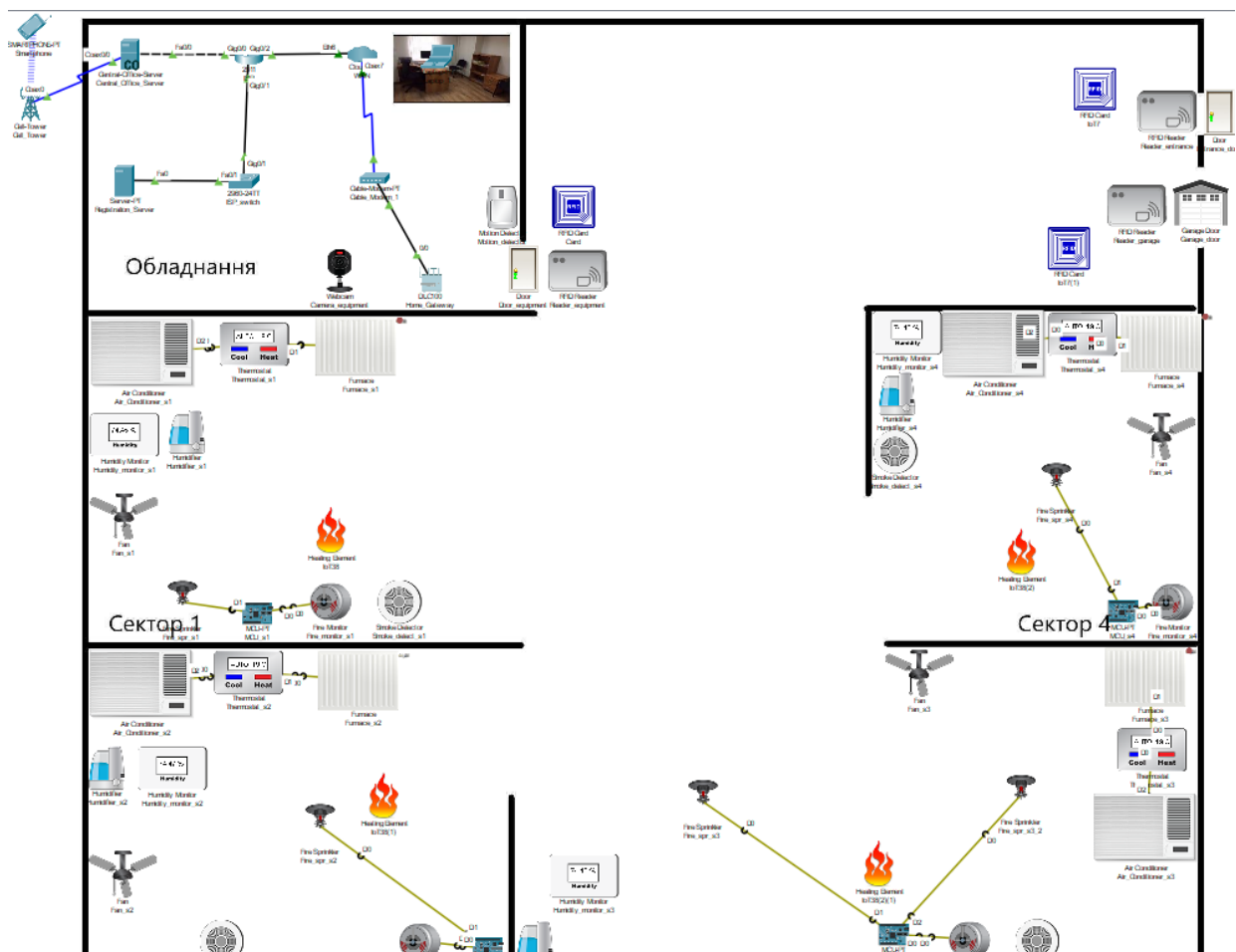


Рисунок 2.4 – Схема підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розробка алгоритмів функціонування моделі IoT-системи

Комп'ютер може бути запрограмований для виявлення події, на яку спрацював датчик, а потім виконати дію на основі цієї події. Мікроконтролери - це чудова платформа для виконання цих завдань завдяки їх мініатюрним розмірам та невеликим вимогам до величини живлення. Мікроконтролерний блок (MCU) - це простий комп'ютер, розроблений та вбудований у малий форм-фактор. У поєднанні з датчиками або приводами, мікроконтролери можуть бути запрограмовані на дію на основі тригерів. Arduino, показаний на рисунку 2.26, є популярним мікроконтролером для прототипування.



Рисунок 2.5 – Мікроконтролер Arduino

Плати Arduino здатні зчитувати інформацію зі входів, наприклад, освітленість датчика, зафіксувати знаходження пальця на кнопці або повідомлення в Twitter. Потім вони можуть використати вхід як вихід, наприклад, увімкнути двигун, увімкнути світлодіод або опублікувати щось в Інтернеті. Все це визначається набором інструкцій, запрограмованих через інтегроване середовище розробки Arduino (IDE)

Пакет Arduino IDE - це програма, яка дозволяє взаємодіяти з дошкою Arduino. Це безкоштовне програмне забезпечення, яке можна завантажити на веб-сайті Arduino: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програмний пакет Arduino IDE містить інтегроване середовище розробки (IDE), а також необхідні драйвери для плат Arduino. Після завантаження програмного забезпечення розпакуйте файл та встановіть програмне забезпечення та драйвери Arduino IDE.

IDE Arduino можна розділити на чотири основні області, як показано на малюнку.

- MenuBar містить п'ять меню: File, Edit, Sketch, Tools, та Help. Ці пункти меню надають доступ до додаткових контекстно-чутливих команд, які доступні лише у тому випадку, якщо вони стосуються роботи, яка виконується в даний час.
- Toolbar містить піктограми, які надають інструменти Verify для підтвердження коду в програмі, Upload - завантаження програми на дошку Arduino, створення нової програми - New program, відкриття - Open існуючої, Save - збереження програми, та відкриття Serial Monitor (послідовний монітор).
- Текстовий редактор подібний до інших редакторів, якими ви, можливо, користувалися. Він надає звичайні функції редагування тексту, включаючи можливість вирізати та вставити фрагменти тексту, їх пошук та заміну.
- Консоль відображає виведення тексту, включаючи відгук програми, повідомлення про помилки та іншу корисну інформацію.
- Програми, написані за допомогою Arduino IDE, називаються ескізами і зберігаються з розширенням файлу.ino. Ескізи можна зберігати у місцях, які можна відкрити з меню File > Sketchbook-меню або через кнопку Open на панелі інструментів (toolbar). Ви можете переглянути та змінити стандартне розташування папки ескізів, натиснувши File > Preferences.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

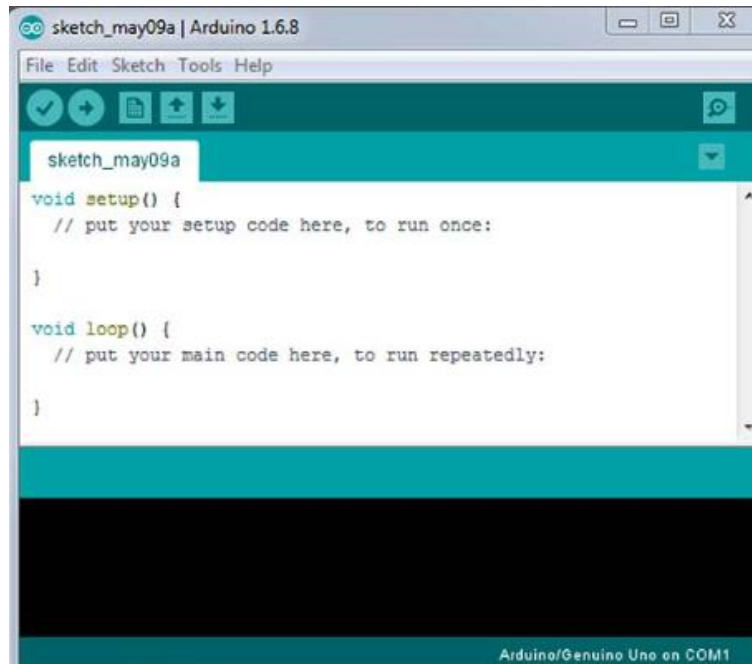


Рисунок 2.6 – Arduino IDE

Розглянемо логіку роботи вмикання пожежних спрінклерів через монітор вогню.

Логіка роботи: мікроконтролер MCU у циклі повинен зчитувати інформацію з свого входу - контакту (pin D0) до якого підключений Fire Monitor та, у разі появи сигналу включено, подати сигнал на свій вихід (pin D1) який підключений до пожежних спрінклерів та вмикнути його.

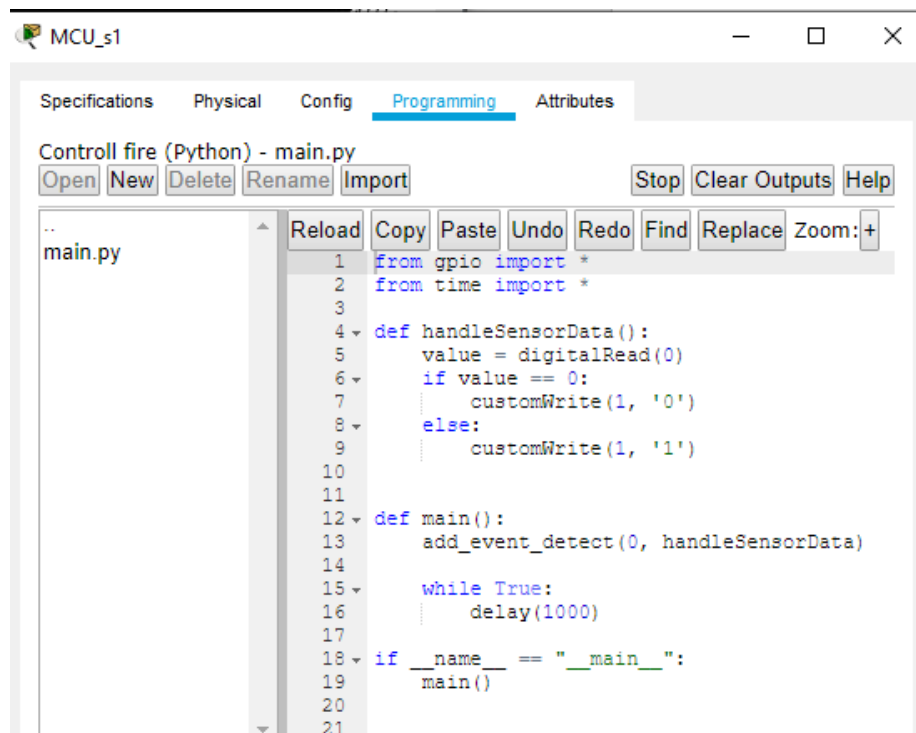


Рисунок 2.7 – Лістинг коду

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі логіка роботи IoT-пристроїв

Дані пристроїв у режимі обміну пакетами, дійшовши до шлюзу, надсилаються іншим IoT-пристроєм, і ті з них, які мають налаштування за певними правилами, залежно від отриманих даних, будуть реагувати відповідним чином. Наприклад, якщо вологість знизиться нижче встановленого рівня, зволожувач повітря повинен сам активуватись.

Пристрої IoT-мережі відправляють сигнали на домашній шлюз. Для подальшої роботи задано IP-адреса шлюза, SSID - veget, та WPA2-PSK кодування і пароль шлюзу.

Домашній шлюз використовується для аналізу поведінки та контролю якості мережі. Він накопичує дані з системних елементів, аналізує отримані пакети даних, формує файли CSV та відправляє їх на сервер та передає сигнали іншим елементам IoT-мережі.

2.3 Вибір інструментів Cisco Packet Tracer для реалізації моделі IoT-системи

Cisco Packet Tracer має широкий спектр вибору пристроїв для побудови моделі IoT-системи. Оберемо ті елементи, які задовольняють наші потреби для даного проекту.

Мережа має містити такі елементи:

1. Пристрої (IoT-devices) – «розумні» пристрої в овочесховищі.
2. Датчики – пристрої збору інформації.
3. Мікроконтролер – плата, яка об'єднує датчики в групи та посилає інформацію від сервера до кінцевих вузлів.
4. Домашній шлюз – пристрій для керування системою та з'єднання з зовнішньою мережею.
5. Канали передачі даних – логічні та фізичні канали, які передають дані з урахуванням швидкості, пріоритету, безпеки, тощо.
6. Хмара – зовнішня служба, яка виступає в ролі бази даних зі статистикою та іншою службовою інформацією.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Мобільні пристрої та комп'ютери – набір пристроїв, якими користувач керує IoT-системою.

Розглянемо IoT-пристрої, які будемо використовувати.

Для кондиціонування використаємо такі пристрої: Air Conditioner, Thermostat, Furnace

Для вентиляції: Fan

Для запобігання пожежі беремо: MCU-board, Fire Monitor, Fire Sprinkler, Smoke Detector.

Для допуску до приміщення по перепусткам (RFID-картці): Rfid-card, Rfid-reader, Web-camera, Monitor Detection.

Для спостереження за вологістю приміщення : Humidity Monitor, Humidifier

Перелік всіх використаних елементів при побудові:

Smartphone, Cell Tower, Switch, Router, Cable-modem, Cloud-pt, Server-pt, Central Office Server, Home Gateway, Rfid-card, Rfid-reader, Door, Garage Door, Webcamera, Furnace, Thermostat, Air Conditioner, Humidity Monitor, Humidifier, Fan, Fire Sprinkler, Fire Monitor, MCU-board, Smoke Detector, Heating Element, Laptop.

2.4 Вибір технічних засобів для реалізації проекту

Для реалізації проекту було використано програма Cisco Packet Tracer v7.3, в якій є можливість не тільки можливість моделювання мереж, а також IoT-систем. З цією програмою я познайомився на початку свого навчання в університеті, протягом декількох років я використовую її у навчанні.

Також Cisco має свої курси , які допомагають опанувати навички роботи з мережами , у тому числі, з IoT-системами. На основі вищевказаного було прийнято рішення використовувати програмне забезпечення від Cisco для реалізації даного проекту.

Розглянемо інше програмне забезпечення для реалізації схожих проектів.

NetSim Academic

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

NetSim Academic - економічний варіант для освітніх клієнтів, які мають намір використовувати NetSim для лабораторних експериментів та викладання.

Простий у використанні графічний інтерфейс для проектування мережі. Інформаційна панель результатів з графіками та таблицями. Анімація пакетів для візуального розуміння роботи протоколу.

Академічні версії NetSim підтримують широкий спектр технологій, включаючи найновіші версії 802.11, 802.15.4, LTE, IOT, MANET, 802.22, розширений TCP, тощо.

Добре розроблені та сучасні посібники для експериментів та користувачів. Пряма установка та ліцензування.

Віддалена підтримка - підтримка в режимі онлайн під час встановлення. Служба підтримки на основі підтримки після встановлення. Тренінги за допомогою командного переглядача. Щомісячні вебіари.

Підтримувані технології

Технології моделювання, що підтримуються у версії NetSim Academic, такі

- Aloha, Slotted Aloha
- Ethernet, Switching
- Wireless – 802.11 a / b / g / n / ac
- RF propagation - Pathloss, fading and shadowing
- Routing – RIP, OSPF
- Transmission Control Protocol (TCP) – Old Tahoe, Tahoe, Reno, New Reno, BIC, CUBIC, SACK, Window Scaling
- User Datagram Protocol (UDP)
- VLAN, Multicast Routing - IGMP, PIM, Firewalls and Access Control Lists, NAT
- MANET with DSR, AODV, ZRP and OLSR
- Software Defined Networks (SDN)
- GSM & CDMA
- Internet of things (IoT) with RPL protocol, Wireless Sensor Networks

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- LR-WPAN 802.15.4
- Cognitive Radio - 802.22
- Long Term Evolution (LTE), LTE Advanced
- Traffic Generator - Voice, Video, FTP, Database, HTTP, Email, P2P, Custom, COAP
- Virtual Network Stack, Simulation Kernel, Command Line Interface,
- Metrics Engine with packet trace, Plot Generator, Packet Animator

30+ вбудованих лабораторій, відповідно до навчальних програм провідних університетів, за цілим рядом технологій.

Кожна з цих прикладних лабораторій постачається з документацією з розділами про мотивацію, теорію, налаштування мережі, результати та обговорення.

Вступ до мереж та моделювання мережі

- Вступ до NetSim
- Зрозумійте події, пов'язані з NetSim DES (моделювання дискретних подій) у потоці одного пакета від дротового вузла до бездротового вузла
- Розуміти роботу основних мережевих команд: Ping, Route Add / Delete / Print, ACL
- Характерна крива пропускної здатності проти пропонованого навантаження для чистої та щільної системи ALOHA

Маршрутизація та комутація

- Формування робочої таблиці та таблиці маршрутизації RIP та OSPF
- Виконання дисциплін чергування FIFO, Priority та WFQ у маршрутизаторах
- Черга M / D / 1
- Розуміте роботу ARP та переадресацію IP в локальній мережі та на маршрутизаторі
- Імітуйте та вивчіть протокол обширного дерева
- Розуміння роботи VLAN у комутаторах L2 та L3

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розуміння доступу та магістральних посилянь у VLAN
- Розуміння загальнодоступної IP-адреси та NAT (переклад мережевих адрес)

Протокол управління передачею (TCP)

- Вступ до управління з'єднаннями TCP
- Надійна передача даних за допомогою TCP
- Математичне моделювання продуктивності пропускної здатності TCP
- Алгоритми контролю затворів TCP

Wi-Fi: IEEE 802.11

- Продуктивність Wi-Fi, оскільки відстань між AP та STA збільшена
- Wi-Fi: Пропускна здатність завантаження UDP
- Скільки завантажень може одночасно обробляти точка доступу Wi-Fi?
- Якість обслуговування (QoS) у бездротових локальних мережах на базі 802.11e
- Мульти-AP Wi-Fi мережі: Розподіл каналів

Інтернет речей (IoT) та бездротові сенсорні мережі

- Кіберфізичні системи (CPS) та IoT - Вступ
- One Hop IoT Network через IEEE 802.15.4
- IoT - Шлях багаторазового датчика-раковини
- Оцінка продуктивності мережі зіркової топології IoT

LTE та мобільний зв'язок

- Вивчіть, як пропускна здатність мережі LTE змінюється із збільшенням відстані між eNB та UE
- Вивчіть, як змінюється пропускна здатність мережі LTE, коли змінюється пропускна здатність каналу в eNB
- Імітуйте та вивчіть процедуру передачі LTE
- Зрозумійте роботу зв'язку LTE між пристроями

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Вивчіть, як змінюється ймовірність блокування дзвінків, оскільки навантаження на мережу GSM постійно збільшується

SimpleIoTSimulator

SimpleIoTSimulator® - простий у використанні датчик IoT / симулятор пристрою, який швидко створює тестові середовища, що складаються з тисяч датчиків і шлюзів, лише на одному комп'ютері.

SimpleIoTSimulator підтримує багато загальних протоколів IoT. Вони включають в себе:

- MQTT - це протокол на основі публікації / передплати. Підтримуються як клієнти MQTT версії 3.1, так і версії 3.1.1, і модельовані датчики можуть бути налаштовані на періодичну публікацію повідомлень вказаному брокеру. Також включена вбудована програма для навчання, яка підписується на брокера та вивчає повідомлення для повторного відтворення підрядів.
- MQTT-SN - це різновид MQTT для сенсорних мереж, що має більш компактне кодування пакетів. Як і MQTT, імітовані датчики можуть бути налаштовані на періодичну публікацію повідомлень клієнта MQTT-SN для зазначеного посередника, а також вбудована утиліта для навчання для вивчення повідомлень для подальшого відтворення.
- MQTT-Broker отримує запити на підписку на MQTT від програм у хмарі / платформі та надсилає їм публікаційні повідомлення. Симулятор підтримує цю функцію для імітації тисяч шлюзів. Також доступний додатковий мост до іншого MQTT-брокера в хмарі.
- CoAP - стандарт, запропонований IETF для отримання та управління інформацією для датчиків та пристроїв у обмеженому середовищі. Використовуючи запатентовану технологію, симулятор може «навчитися» від існуючих датчиків / пристроїв CoAP дублювати середовище клієнта або використовувати отримані дані як шаблон для створення тисяч датчиків і шлюзів.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- Клієнт HTTP / s надсилає періодичні запити XML / REST на хмари / сервери платформи. Симулятор включає програми для навчання для вивчення запитів http і періодичного надсилання їх на вказані сервери для моделювання тисяч шлюзів.
- Сервер HTTP / s відповідає на вхідні запити HTTP відповідями. Симулятор можна налаштувати, використовуючи вивчені дані для імітації шлюзів, які підтримують цю функціональність.
- Modbus через TCP інкапсулює Modbus, серійний де-факто стандартний стандарт з 1979 року, в пакети TCP, щоб забезпечити зв'язок з пристроями автоматизації. Симулятор може «вчитися» у існуючих Modbus через сервери TCP для дублювання клієнтських середовищ або використовувати вивчені дані як шаблон для створення тисяч керованих Modbus пристроїв.
- Сервер BACnet / IP відповідає на вхідні одноадресні передачі BACnet та запити на трансляцію відповідями. Симулятор можна налаштувати, використовуючи вивчені дані для підтримуваних об'єктів та їх властивостей. В даний час підтримується кілька служб (Хто є, Я є, ReadProperties, ReadPropertiesMultiple). Утиліта для учнів також включена.
- Шлюз LoRa приймає кадри LoRa (PHYPayload) від пристроїв LoRa через UDP і інкапсулює їх у пакети пересилання пакетів Semtech UDP (Gateway Message Protocol-GWMP) або пакети Semtech Basic Station (WebSockets) і відправляє їх на призначений сервер мережі LoRa. Отримуючи повідомлення від Мережевого сервера, він витягує корисне навантаження кадру та передає його на відповідний пристрій через UDP. (примітки до заявки)
- На даний момент пристрій LoRa підтримує специфікації LoRaWAN 1.0.3 і 1.1 для пристроїв класу A і C і передає створений фрейм LoRa (PHY корисне навантаження) на один або кілька пов'язаних шлюзів LoRa через UDP. Він підтримує активацію методами бездротової

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

активації (ОТАА) та активацією за допомогою персоналізації (АВР) для налаштування ключів безпеки. Потужність сигналу, сигнал / шум і канали можна вказати під час розмови з певними шлюзами. Корисне навантаження даних може бути змінено сценаріями, щоб показати різну поведінку датчика.

SimpleIoTSimulator дозволяє постачальникам платформ IoT та шлюзам покращувати якість продукції та значно скорочувати час їх виходу на ринок, не вимагаючи значних капітальних витрат на створення тестової інфраструктури. Підтримуються датчики IPv4 та IPv6, а симулятор має вбудовану підтримку поведінки з втратами в обмежених умовах. Він також може створювати сценарії помилкових сценаріїв на вимогу.

Для початку використання Simulator Simulator потрібно лише кілька простих кроків.

1. Використовуйте вбудовані утиліти для навчання MQTT, CoAP, Modbus, BACnet та HTTP, щоб записати обмін пакетами з реальних серверів / датчиків / пристроїв.
2. Використовуйте ці вивчені дані як шаблон для створення тестового середовища з тисячами датчиків IoT та шлюзів.
3. Запускайте сценарії для створення сценаріїв помилок та динамічної зміни властивостей.

Якщо підтримка також потрібна для інших протоколів управління, таких як SNMP, Telnet, SSH, модуль управління IoT доступний у популярних SimpleAgentPro та SimpleAgentEnterprise.

Системні вимоги:

64-розрядна Linux: RedHat версій 5, 6 і 7;

Версії Ubuntu 16 та 18;

Версії 6 і 7 CentOS.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДСИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ОВОЧЕСХОВИЩА НА БАЗІ ІОТ- ТЕХНОЛОГІЙ

3.1. Реалізація моделі підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій за допомогою Cisco Packet Tracer

На початку виконаємо налаштування Home Gateway для підключення пристроїв. Для бездротової мережі встановимо параметри, які показані на рисунку 3.1

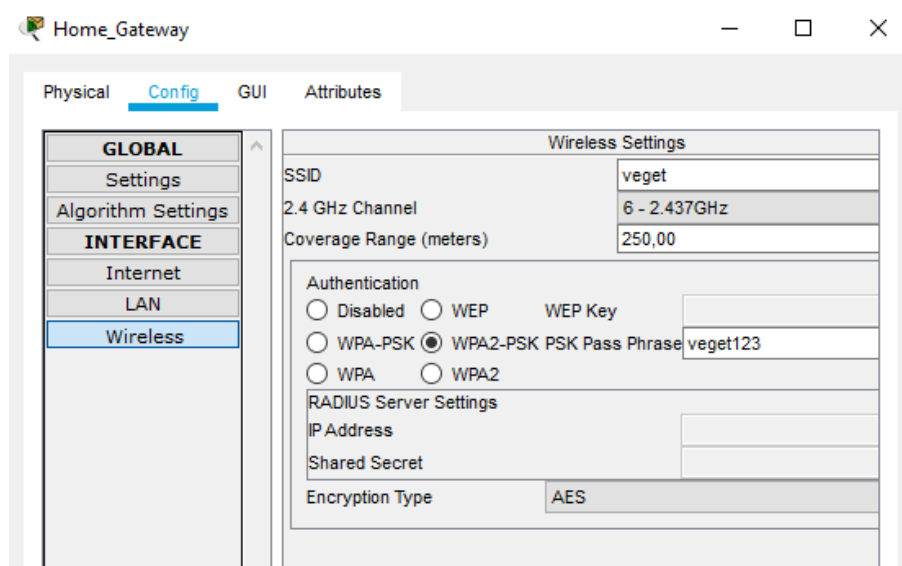


Рисунок 3.1 – Налаштування бездротової мережі

Перевіряємо, щоб був підключений DHCP

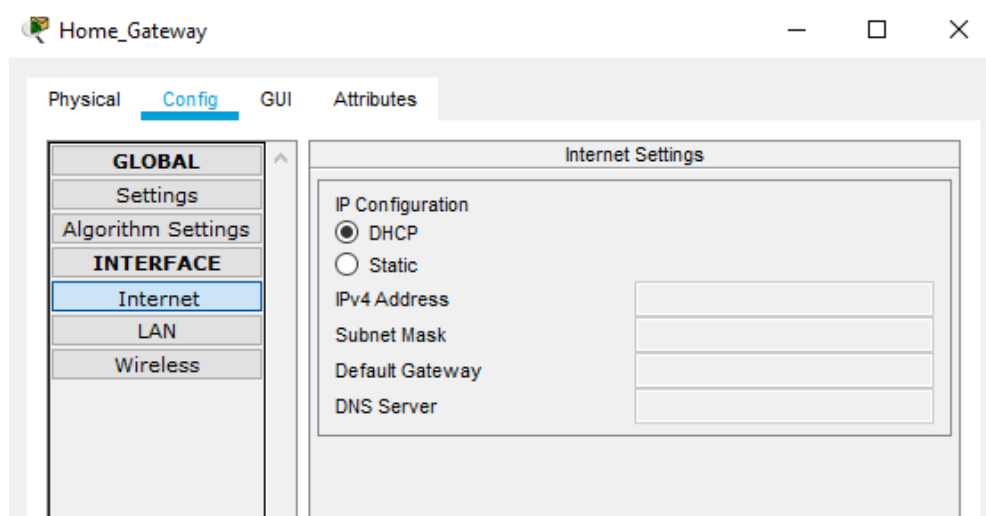


Рисунок 3.2 – Підключення DHCP

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі потрібно самостійно налаштувати WLAN та LAN для підключення до керування IoT-системи. Користувач зможе підключатись до системи через внутрішню мережі wi-fi, та віддалено підключитись до панелі управління використовуючи через смартфон та мережу 3G/4G.

Проведемо налаштування підключення до домашнього шлюзу на прикладі ноутбука та веб-камери.

Спочатку ми повинні вставити йому радіомодем, для цього :

- вимкнули ноутбук (1);
- перетягнули карту (2) на місце (3);
- перетягнули модуль Linksys-WPC300N з місця (3) в ноутбук місце (2);
- ввімкнули ноутбук (1).

Модуль Linksys-WPC300N забезпечує один бездротовий інтерфейс 2,4 ГГц, придатний для підключення до бездротових мереж. Модуль підтримує протоколи, які використовують Ethernet для доступу до локальної мережі.

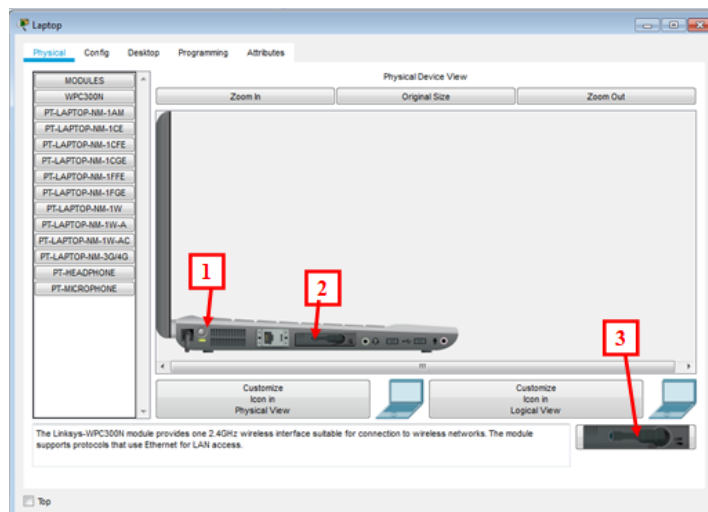


Рисунок 3.3 – Підключення бездротового інтерфейсу

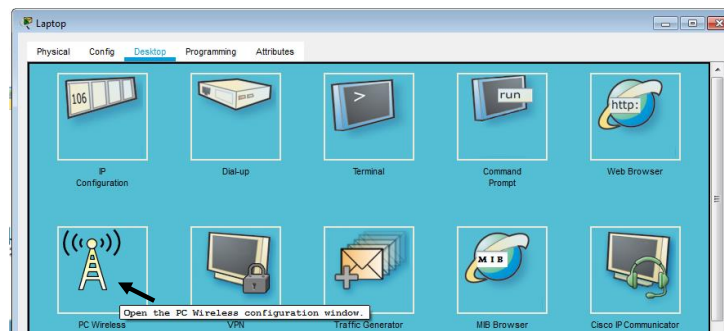


Рисунок 3.4 – Заходимо в бездротове з'єднання

У вкладці Connect натискаємо кнопку Connect



Рисунок 3.5 – Підключення до Wi-fi

У новому вікні вводимо пароль

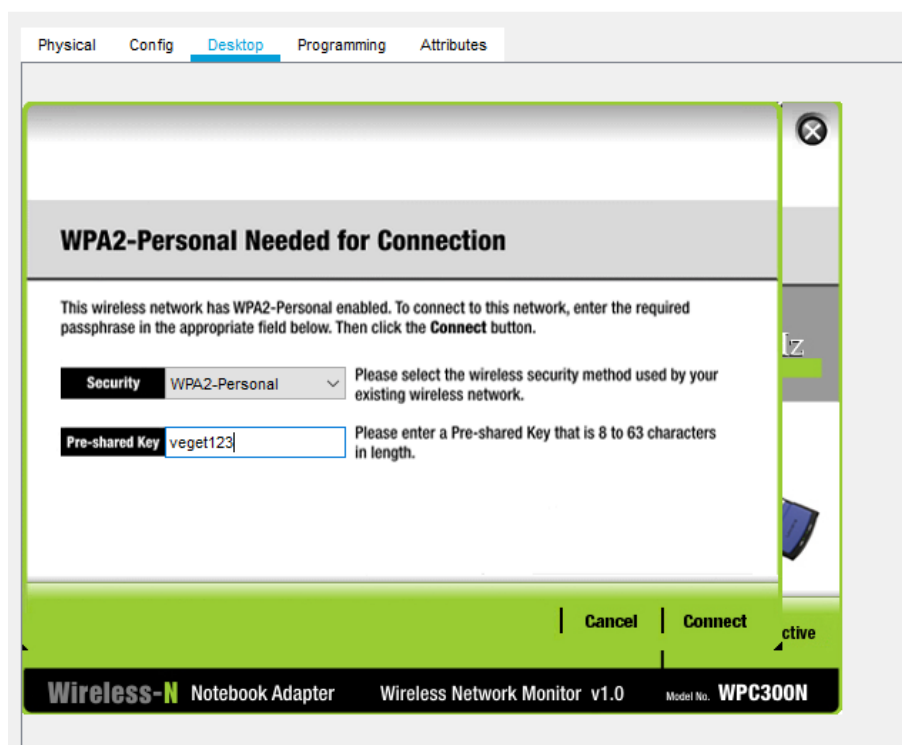


Рисунок 3.6 – Введення паролю

Тепер перейдемо до налаштування IoT-пристрою веб-камери.

Додаємо модуль PT-IOT-NM-1W та вводимо SSID - veget і пароль – veget123.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

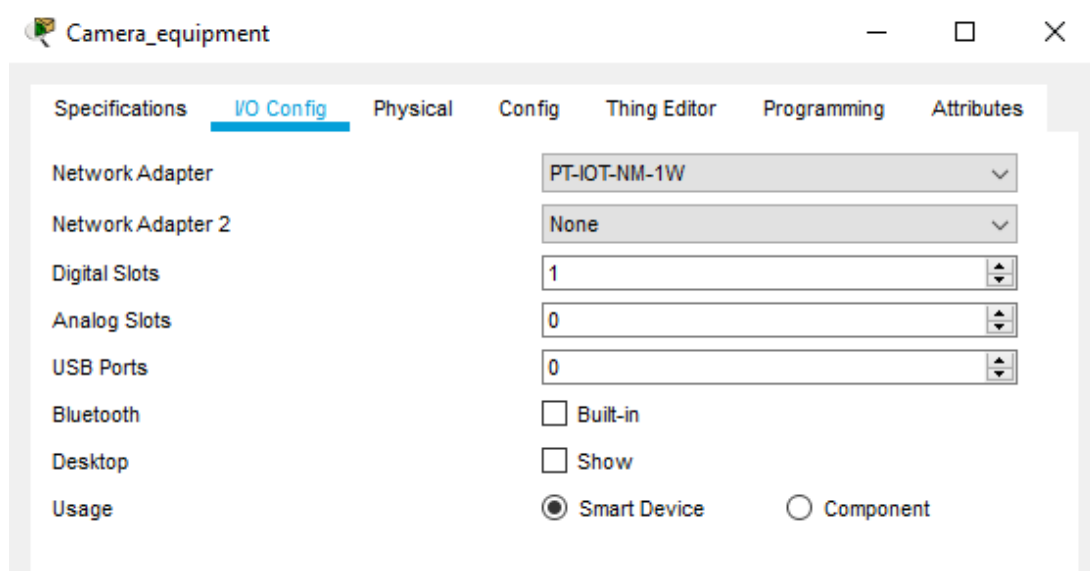


Рисунок 3.7 – Зміна модулю

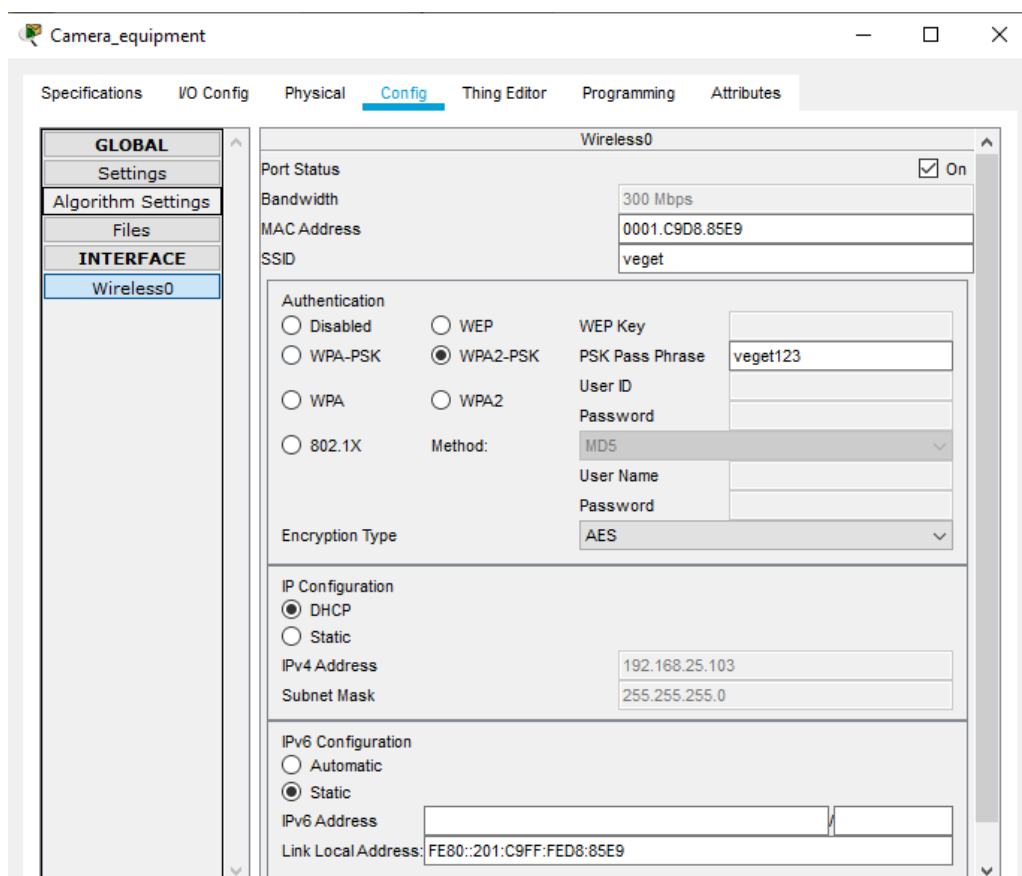


Рисунок 3.8 – Підключення по Wi-fi

Інші IoT-пристрої будуть підключатися аналогічно.

Наступним пунктом буде налаштування ISP (провайдер послуг Інтернету)

Для цього з командного рядка будемо вводити управління адресацією.

Після набору кожної команди натискаємо Enter. Розглянемо лістинг на прикладі маршрутизатора ISP. Спочатку задаємо ір-адреси для інтерфейсів.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Повний конфіг буде наведено у додатках.

```
ISP>en
```

```
ISP#conf t
```

```
ISP(config)#int g0/1
```

```
ISP(config-if)#ip addr 10.0.0.1 255.255.255.0
```

```
ISP(config-if)#no sh
```

```
ISP(config-if)#int g0/2
```

```
ISP(config-if)#ip add 209.165.200.225 255.255.255.224
```

```
ISP(config-if)#no sh
```

```
ISP(config-if)#int g0/0
```

```
ISP(config-if)#ip add 209.165.201.225 255.255.255.224
```

```
ISP(config-if)#no sh
```

Далі налаштуємо ISP на роботу з Cell-Tower через Central Office Server

```
ISP(config)#ip dhcp exc
```

```
ISP(config)#ip dhcp excluded-address 209.165.201.225 209.165.201.229
```

```
ISP(config)#ip dhcp pool CELL
```

```
ISP(dhcp-config)#network 209.165.201.224 255.255.255.224
```

```
ISP(dhcp-config)#def
```

```
ISP(dhcp-config)#default-router 209.165.201.225
```

```
ISP(dhcp-config)#dns-server 10.0.0.254
```

```
ISP(dhcp-config)#
```

Тепер налаштуємо ISP на роботу з Home Gateway через WAN

```
ISP(config)#ip dhcp excluded-address 209.165.200.225 209.165.200.229
```

```
ISP(config)#ip dhcp pool WAN
```

```
ISP(dhcp-config)#network 209.165.200.224 255.255.255.224
```

```
ISP(dhcp-config)#default-router 209.165.200.225
```

```
ISP(dhcp-config)#dns-server 10.0.0.254
```

```
ISP(dhcp-config)#ex
```

У налаштуваннях WAN обираємо відповідні Coaxial та Ethernet

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

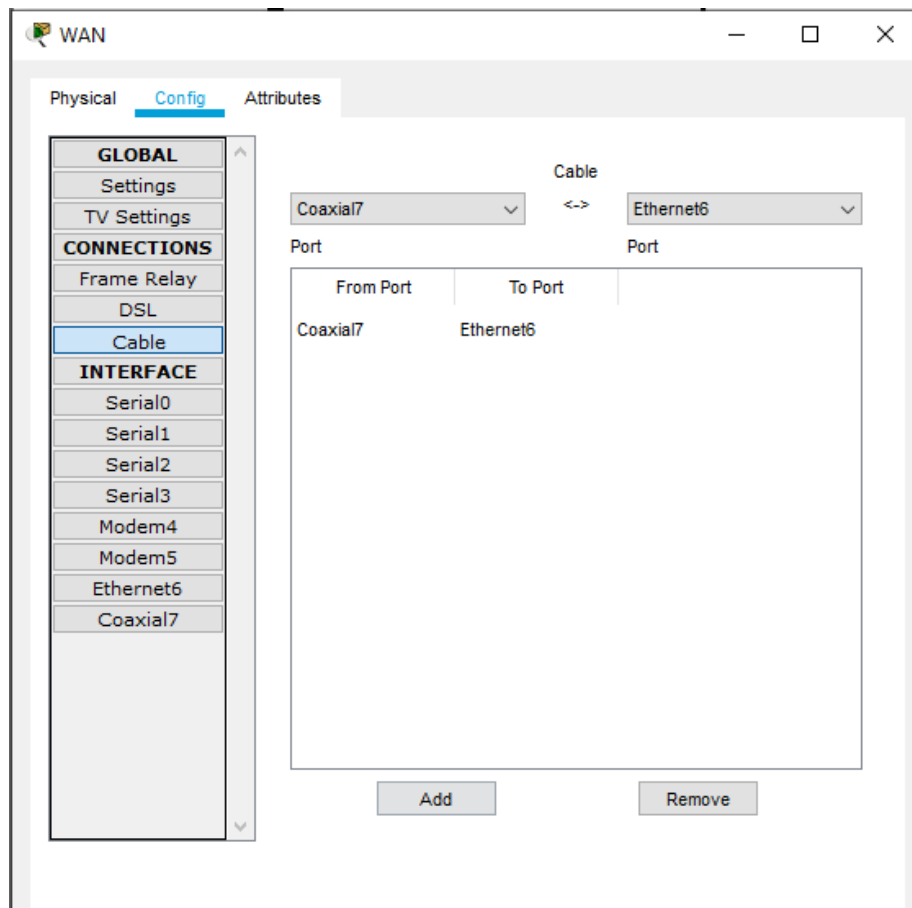


Рисунок 3.9 – Додавання шляху Coaxial та Ethernet
Перевіряємо, щоб адреси оновились в Home Gateway

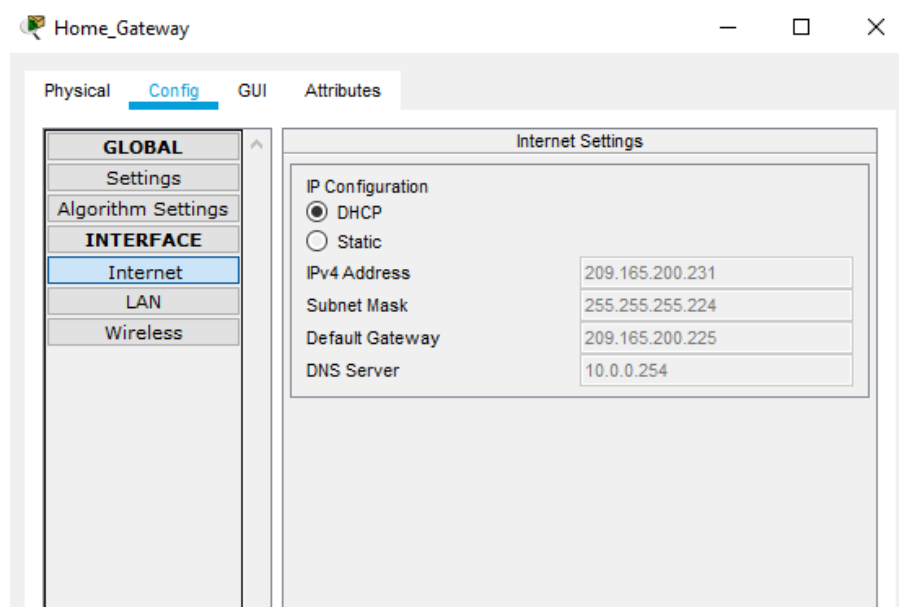


Рисунок 3.10 – Перевірка роботи DHCP

Оновлюємо параметри мережі в Laptop. Якщо все правильно налаштували, то адреса автоматично зміниться.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

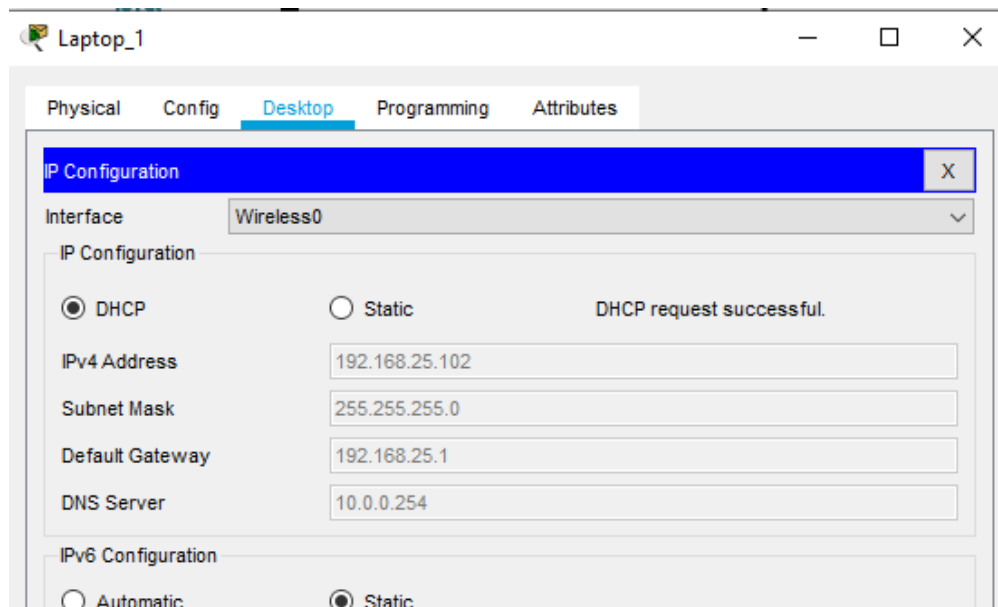


Рисунок 3.11 – Оновлені параметри мережі

Оновлюємо параметри мережі у всіх інших IoT пристроях.

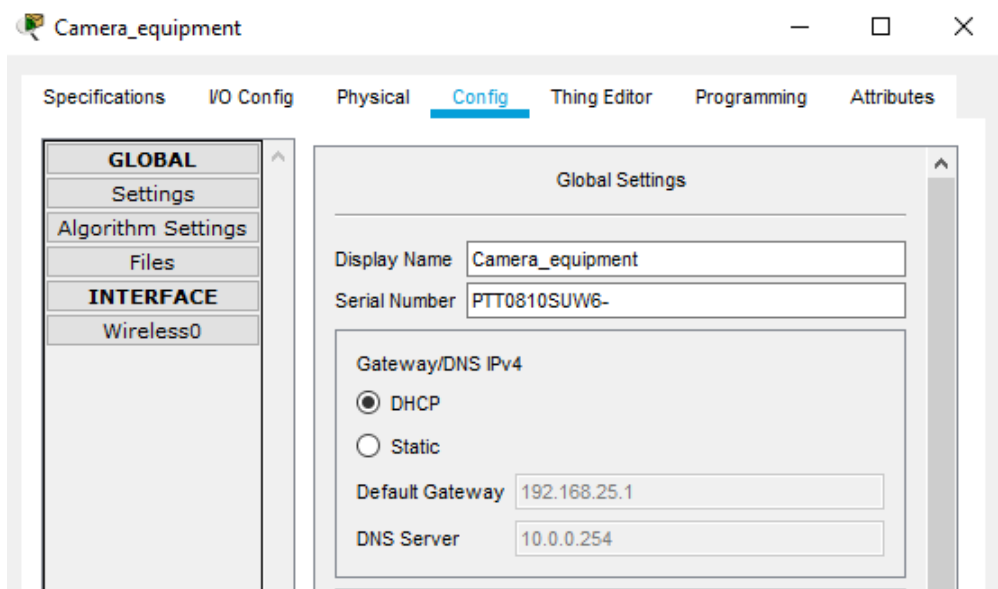


Рисунок 3.12 – Оновлені параметри мережі веб-камери

Наступним кроком було присвоєння ір-адресації серверу, вмикання його сервісів та створення Registration веб-серверу, який реєструє нових користувачів. Для цього вводимо в пошукове поле браузера адресу сервера з телефону чи ноутбука. У такий спосіб, ми реєструємо нових користувачів для управління пристроїв IoT-системи. Натиснувши кнопку «Sing up now» відбувається переадресація на сторінку реєстрації нового облікового запису.

Необхідно придумати логін та пароль для входу. Також, Registration веб-сервер використовується як IoT віддалений сервер для конфігурування та управління пристроями, моніторингу у теперішньому часі. На вкладці Config у полі IoT-сервер необхідно встановити адресу сервера (10.0.0.253) як Remote Server з відповідним логіном та паролем.

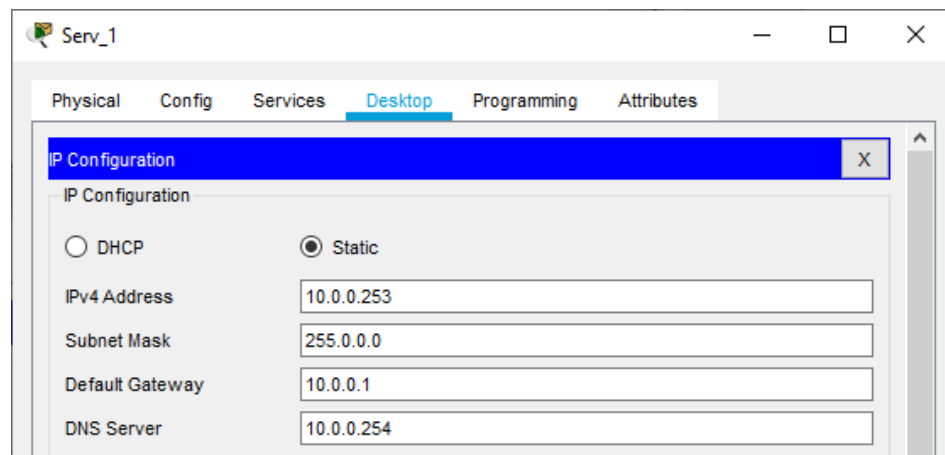


Рисунок 3.13 – Налаштування ір-адресації серверу

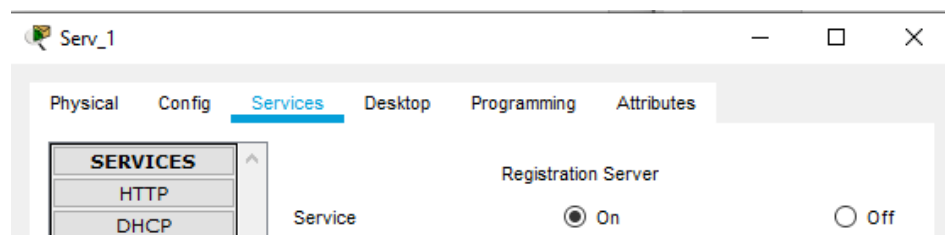


Рисунок 3.14 – Вмикання сервісу IoT

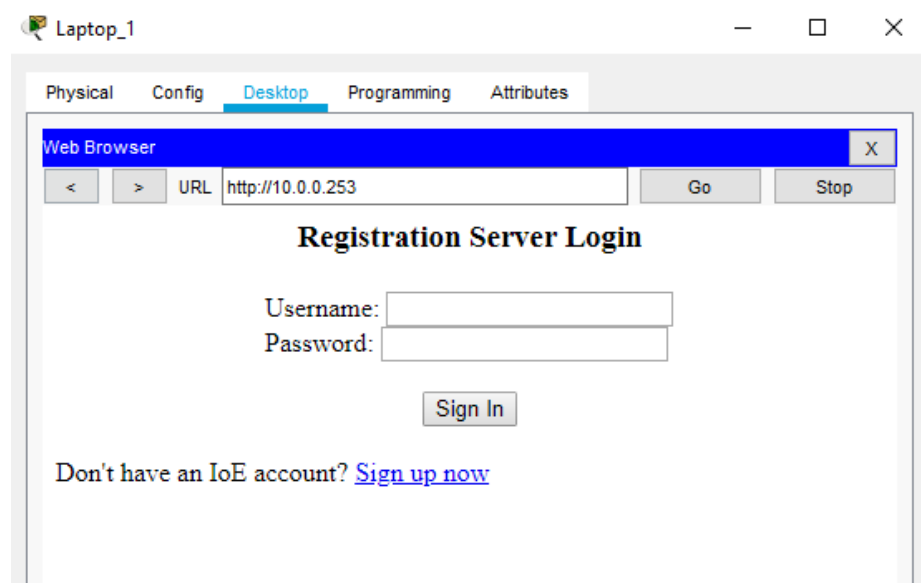


Рисунок 3.15 – Авторизація веб-серверу

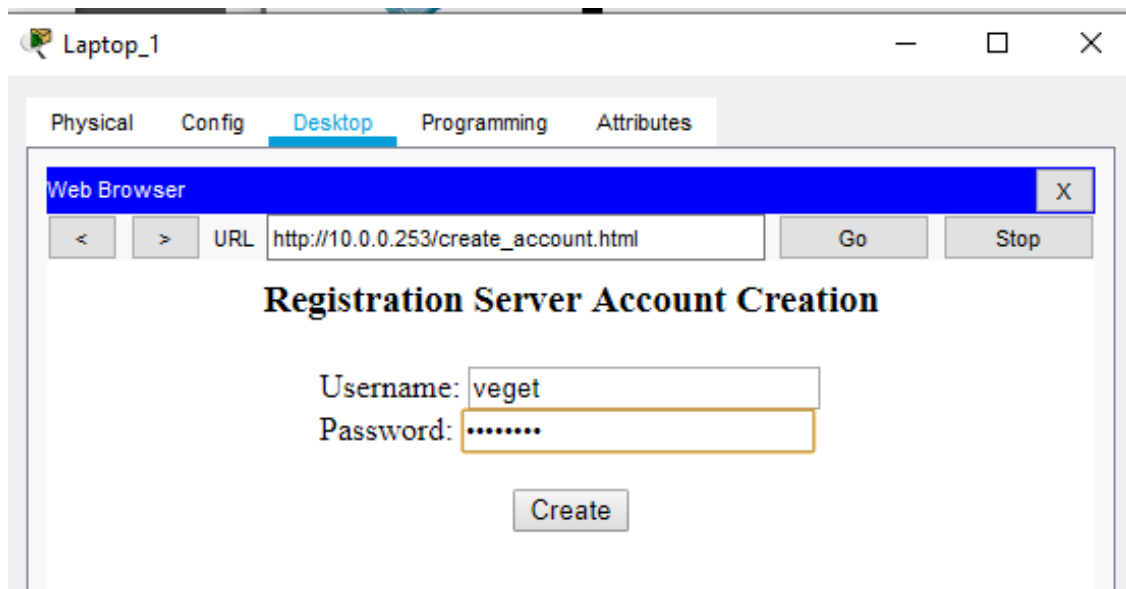


Рисунок 3.16 - Створення облікового запису

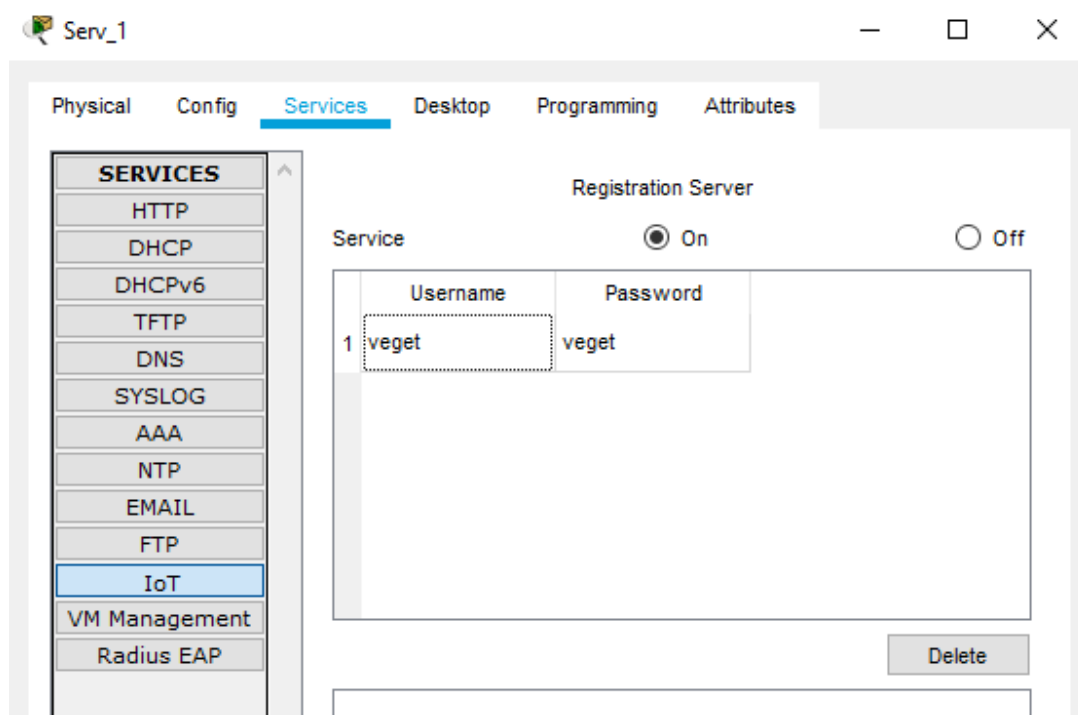


Рисунок 3.17 - Перевірка створеного облікового запису на сервері
Асоціюємо IoT-пристрої з IoT-Server

Заходимо в налаштування веб-камери та підключаємо її до IoT-Server. Після того як натиснули Connecting, веб-камера має під'єднатися до сервера.

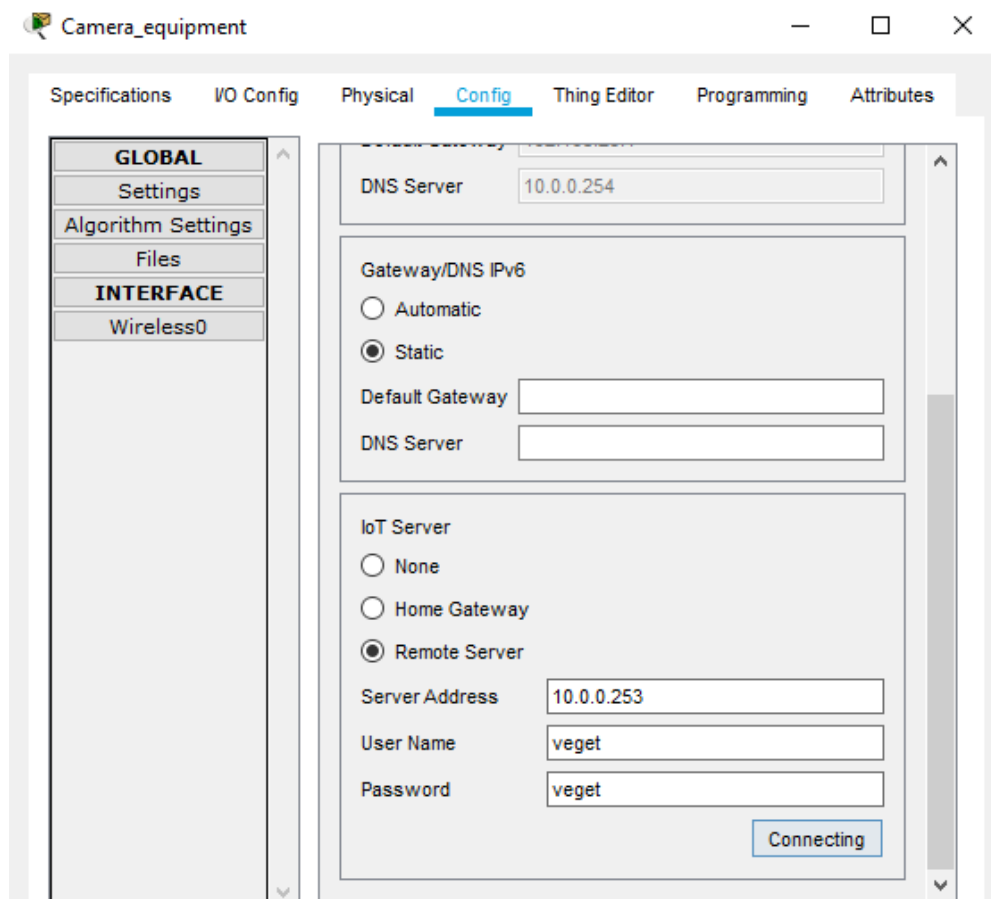


Рисунок 3.18 – Підключення веб-камери до IoT-Server

Аналогічно підключаємо усі інші IoT-пристрої.

Перевіряємо підключення ноутбука та смартфона командою ping до сервера

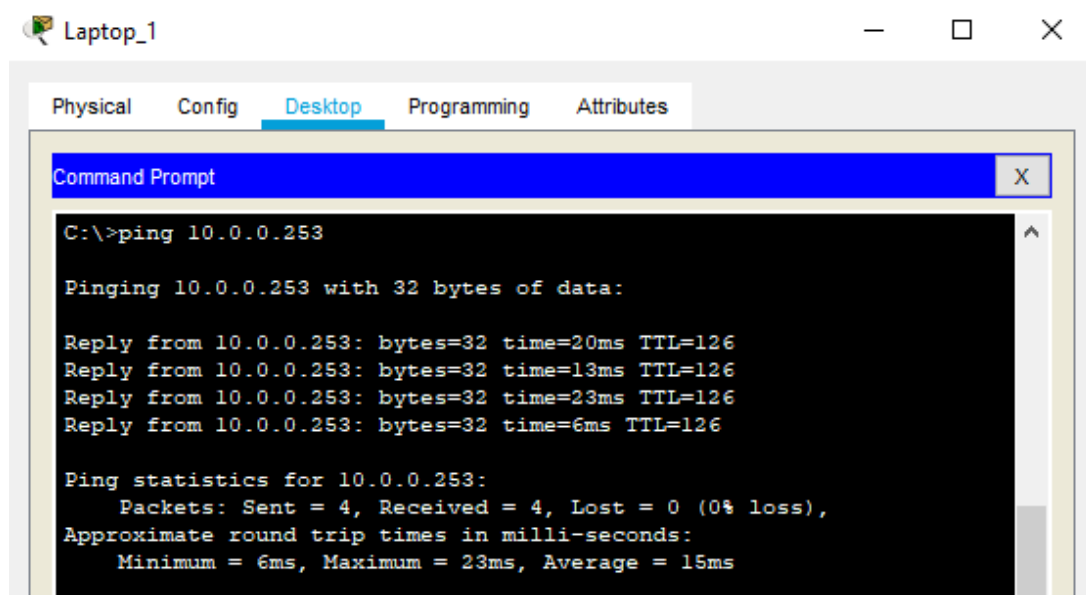


Рисунок 3.19 – Перевірка зв'язку ноутбука з сервером за допомогою команди ping

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

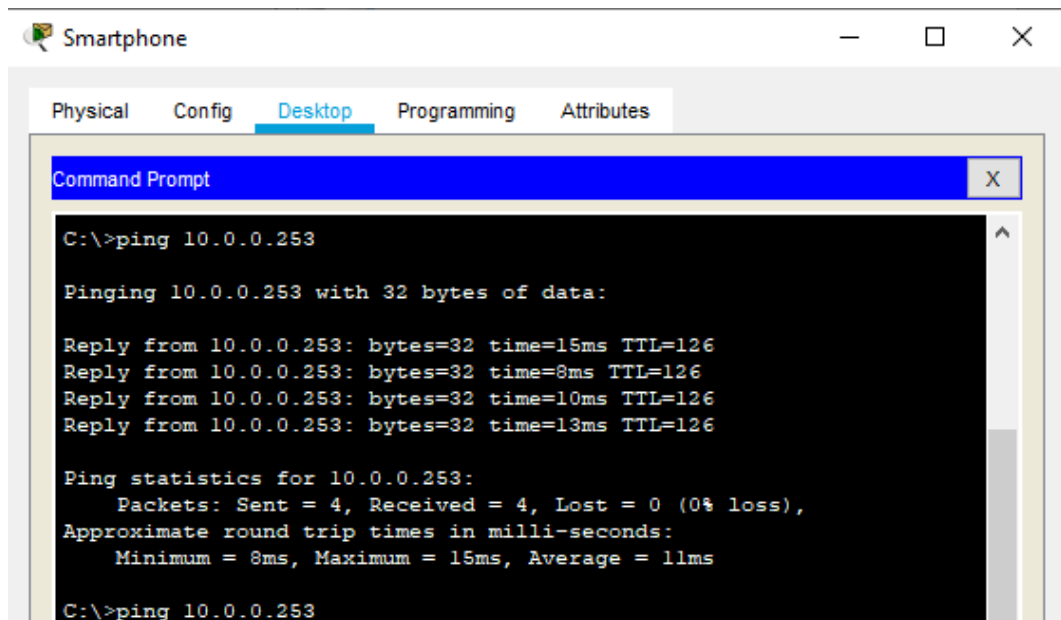


Рисунок 3.20 – Перевірка зв’язку смартфона з сервером за допомогою команди ping

Для моніторингу мережі через мобільні пристрої або ноутбуку, на вкладці Desktop натискаємо IoT-монітор. Вказуємо адресу серверу, логін та пароль для логіну.

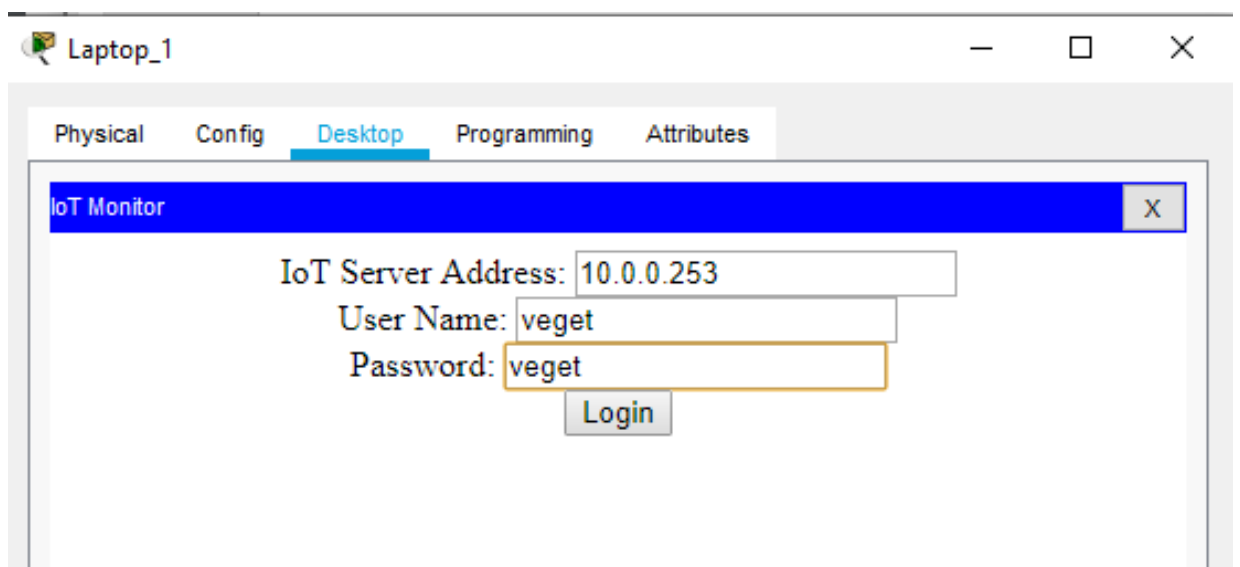


Рисунок 3.21 – Доступ до віддаленого сервера

Далі користувач може переглянути пристрої, які під’єнані до сервера. Натиснувши на одну з них, можна побачити поточний статус пристрою, протестувати його роботу.

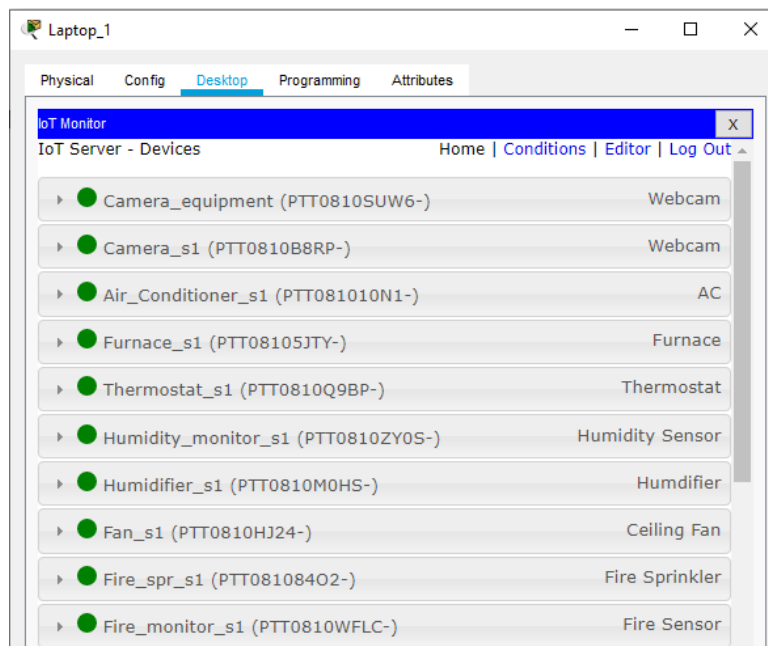


Рисунок 3.22 – Веб-інтерфейс ноутбука для управління та моніторингу IoT-девайсами

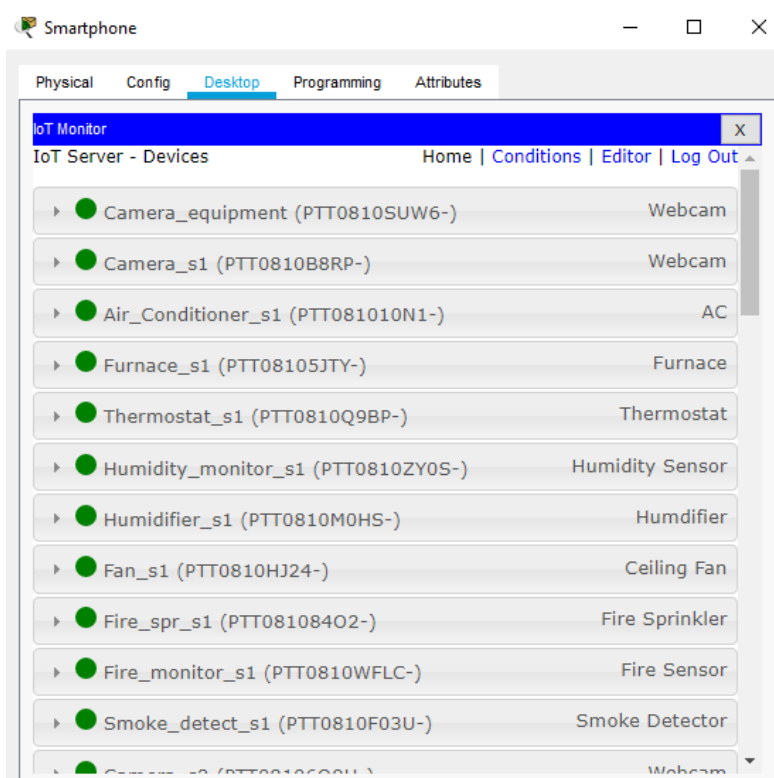


Рисунок 3.23 – Веб-інтерфейс смартфона для управління та моніторингу IoT-девайсами

Для встановлення зв'язку між пристроями схеми Registration-сервер з'єднуємо з ISP комутатором мідною витю парою через Fast Ethernet порт. ISP комутатор з'єднується з ISP роутер мідною витю парою, використовуючи порти

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Gigabit Ethernet. ISP роутер з'єднаний з Central Office Server та WAN. Central Office Server з'єднаний коаксіальним кабелем з Cell-Tower провайдера Telefonica, який поширює сигнал 3G/4G.

Мікроконтролери з'єднано з пристроями за допомогою IoT Custom Cable дротом. Ним поєднано система кондиціонування, та протипожежна система.

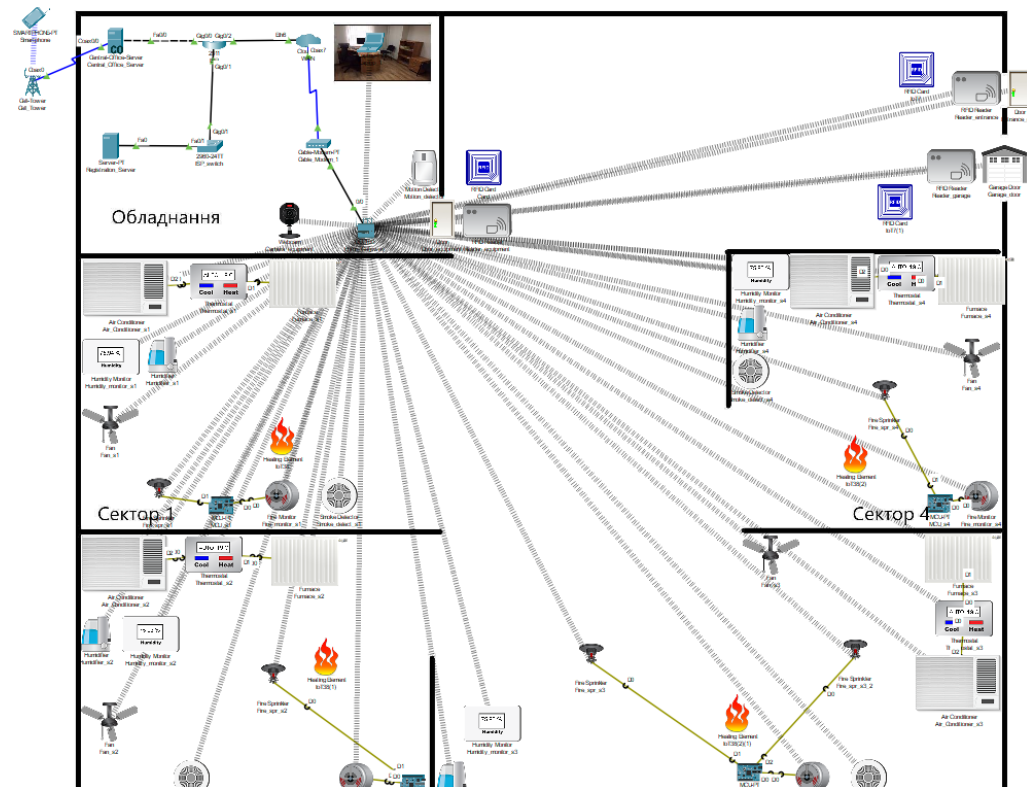


Рисунок 3.24 – Створена схема з усіма підключеними пристроями

Розглянемо створення правил роботи пристроїв при певних змінах середовища. Для того, щоб прописати власні умови, потрібно зайти IoT-monitor у вкладку Condition, та натискаємо кнопку Add. Правила програмуються на основі логіки if-then умов. Розглянемо на прикладі веб-камери, яка вмикається, коли активується детектор руху. А також пропишемо правила роботи інших пристроїв для різних випадків.

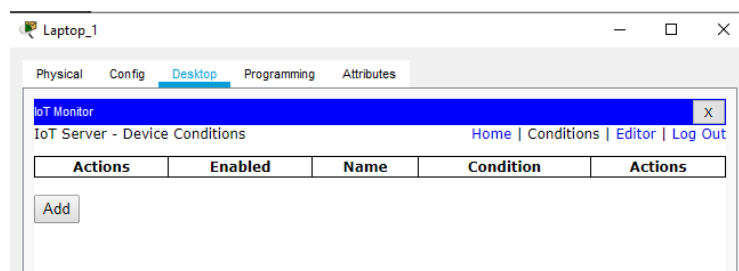


Рисунок 3.25 – Інтерфейс для створення умов роботи пристроїв

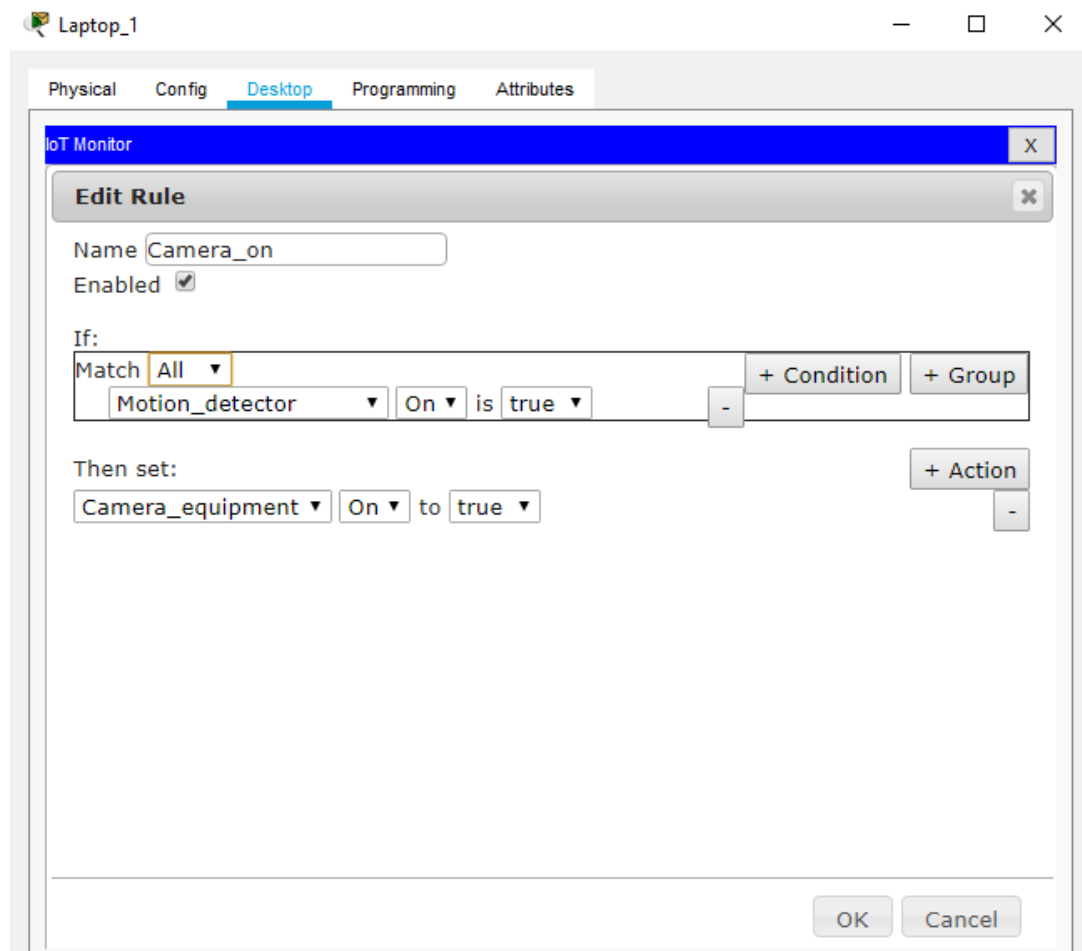


Рисунок 3.26 – Створення правила вмикання веб-камери при активації детектору рух

Перейдемо до налаштування системи кондиціонування та вентиляції.

В даному овочессховищі буде зберігатися картопля та морква. Картопля в 1 та 2 секторі, а морква в 3 і 4 відповідно. Розглянемо температурні режими, при яких мають зберігатися овочі. Для картоплі повинна дотримуватись температура від 3-6°C, вологість повітря 80-85%. Для моркви 0-1°C , та 90-95% вологості відповідно.

Для контролю температури використано датчик температури термостат, який з'єднаний з кондиціонером для охолодження та пічкою обігріву. Також було встановлено датчик вологості , зволожувач повітря та стельовий вентилятор для повітробігу. Налаштування правил здійснено за допомогою IoT-монітору.

Детальніше про створені правила розглянемо на рисунку 3.27

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
 	Yes	Camera_on	Match all: • Motion_detector On is true • Door_equipment Lock is Unlock	Set Camera_equipment On to true
 	Yes	Camera_off	Door_equipment Lock is Lock	Set Camera_equipment On to false
 	Yes	Temp_s1	Thermostat_s1 Temperature is between 4.0 °C and 5.0 °C	Set Furnace_s1 On to false Set Air_Conditioner_s1 On to false
 	Yes	Cooling_s1	Thermostat_s1 Temperature > 6.0 °C	Set Air_Conditioner_s1 On to true Set Furnace_s1 On to false
 	Yes	Heating_s1	Thermostat_s1 Temperature < 3.0 °C	Set Furnace_s1 On to true Set Air_Conditioner_s1 On to false
 	Yes	Humidity_s1	Humidity_monitor_s1 Humidity is between 80 % and 85 %	Set Humidifier_s1 Status to false
 	Yes	Humidity_on_s1	Humidity_monitor_s1 Humidity < 80 %	Set Humidifier_s1 Status to true
 	Yes	Humidity_off_s1	Humidity_monitor_s1 Humidity > 85 %	Set Humidifier_s1 Status to false
 	Yes	Fan_s1	Match all: • Thermostat_s1 Temperature is between 3.0 °C and 6.0 °C • Smoke_detect_s1 Alarm is false	Set Fan_s1 Status to Low
 	Yes	On_fire_s1	Smoke_detect_s1 Alarm is true	Set Fan_s1 Status to Off

Рисунок 3.27 – Правила налаштування системи кондиціонування та вентиляції для картоплі

В загальному випадку у нас буде триматися температура 4-5°C. Cooling_s1 це - налагодження охолодження температури , якщо вона буде підніматися вище 6°C, при цьому вмикається кондиціонер та вимикається обігрів. За такою самою логікою працює і Heating, але для обігріву. Коли температура падає нижче 3°C, вмикається обігрів та вимикається кондиціонер.

Тепер про зволоження повітря. Реалізовано за допомогою монітору вологості та зволожувача, таким чином, що при відмітці нижче 80 або вище 85% вологості, вмикається зволожувач повітря і працює, доки не досягне 80 або 85% відповідно. Повітрообіг здійснюється при температурі від 3 до 6°C у повільному режимі, для запобігання накопичення шкідливих газів та конденсату. Також було встановлена умова, щоб вентилятор працював тільки при відсутності вогню, і автоматично вимикався у разі пожежі.

Для зберігання моркви було встановлено аналогічні правила.

Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
Edit Remove	No	Temp_s3	Thermostat_s3 Temperature is between 0.0 °C and 1.0 °C	Set Furnace_s3 On to false Set Air_Conditioner_s3 On to false
Edit Remove	No	Cooling_s3	Thermostat_s3 Temperature > 1.0 °C	Set Air_Conditioner_s3 On to true Set Furnace_s3 On to false
Edit Remove	No	Heating_s3	Thermostat_s3 Temperature < 0.0 °C	Set Furnace_s3 On to true Set Air_Conditioner_s3 On to false
Edit Remove	No	Humidity_s3	Humidity_monitor_s3 Humidity is between 90 % and 95 %	Set Humidifier_s3 Status to false
Edit Remove	No	Humidity_on_s3	Humidity_monitor_s3 Humidity < 90 %	Set Humidifier_s3 Status to true
Edit Remove	No	Humidity_off_s3	Humidity_monitor_s3 Humidity > 95 %	Set Humidifier_s3 Status to false
Edit Remove	No	Fan_s3	Match all: • Thermostat_s3 Temperature is between 0.0 °C and 1.0 °C • Smoke_detect_s3 Alarm is false	Set Fan_s3 Status to Low
Edit Remove	No	On_fire_s3	Smoke_detect_s3 Alarm is true	Set Fan_s3 Status to Off

Рисунок 3.28 – Правила налаштування системи кондиціонування та вентиляції для моркви

Далі розглянемо систему пожежної безпеки. У кожному секторі встановлений детектор диму і запрограмований мікроконтролер, який з'єднаний з монітором пожежі та розбрыскувачем води через IoT custom cable. У разі пожежи плата приймає сигнал від датчика пожежі, та передає іншим розумним пристроям.

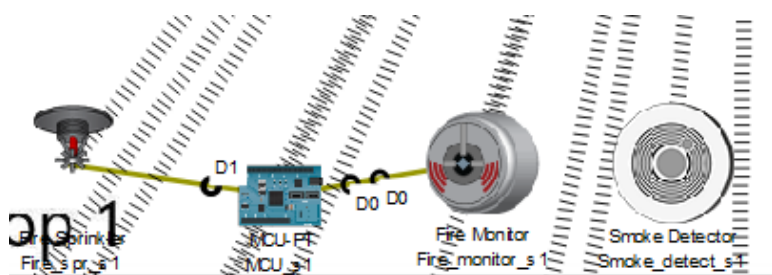


Рисунок 3.29 – Протипожежна система

Останнім кроком було створення правил для санкціонованого доступу до приміщення, кімнати управління. Для цього використаємо веб-камеру, детектор руху, Rfid-картки, Rfid-зчитувачі. Для доступу до кімнати спостереження використали таку логіку роботи: Rfid-зчитувач знаходиться в стані очікування, та очікує картку користувача з id від 1 до 10 і якщо Id-картка підходить, то двері відчиняються. Якщо ні, то зчитувач подасть характерний червоний сигнал. Далі спрацює детектор руху і вмикається камера, яка веде запис всього, що відбувається у даній кімнаті.

Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
Edit Remove	Yes	Camera_on	Match all: - Motion_detector On is true - Door_equipment Lock is Unlock	Set Camera_equipment On to true
Edit Remove	Yes	Camera_off	Door_equipment Lock is Lock	Set Camera_equipment On to false
Edit Remove	Yes	Card_for_equipment	Reader_equipment Card ID is between 1 and 10	Set Door_equipment Lock to Unlock Set Reader_equipment Status to Valid
Edit Remove	Yes	Wait_card_equipment	Reader_equipment Status is Waiting	Set Door_equipment Lock to Lock
Edit Remove	Yes	Inc_card_equipment	Reader_equipment Card ID > 10	Set Reader_equipment Status to Invalid

Рисунок 3.30 – Правила для доступу до кімнати управління

Для доступу до приміщення та гаражу створені аналогічні правила:

Rfid-зчитувач знаходиться в стані очікування, та очікує картку користувача з id від 11 до 50 і якщо Id-картка підходить, то двері відчиняються. Якщо ні, то зчитувач подасть характерний червоний сигнал.

Edit Remove	Yes	Card_to_enter	Reader_entrance Card ID is between 11 and 50	Set Entrance_door Lock to Unlock Set Reader_entrance Status to Valid
Edit Remove	Yes	Wait_card_enter	Reader_entrance Status is Waiting	Set Entrance_door Lock to Lock
Edit Remove	Yes	Inc_card_enter1	Reader_entrance Card ID is between 1 and 10	Set Reader_entrance Status to Invalid
Edit Remove	Yes	Inc_card_enter2	Reader_entrance Card ID > 50	Set Reader_entrance Status to Invalid

Рисунок 3.31 – Правила для доступу до приміщення

Edit Remove	Yes	Card_for_garage	Reader_garage Card ID is between 11 and 50	Set Garage_door On to true Set Reader_garage Status to Valid
Edit Remove	Yes	Inc_card_garage	Reader_garage Card ID is between 1 and 10	Set Reader_garage Status to Invalid
Edit Remove	Yes	Inc_card_garage2	Reader_garage Card ID > 50	Set Reader_garage Status to Invalid

Рисунок 3.32 – Правила для доступу до гаражу приміщення

Весь список правил буде наведено у додатках.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Дослідження працездатності та ефективності моделі підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища

У СРТ користувач може змоделювати поведінку пристроїв, щоб перевірити працездатність правил створених раніше. Якись з них можуть потребувати налаштування або програмування. Розумні пристрої можна активувати, клацнувши на них лівою кнопкою миші з одночасним натискання клавiші Alt на клавіатурі. Деякі з них реагують на зовнішні фактори навколишнього середовища.

Для початку переглянемо умову, яка має виконуватись та перейдемо до перевірки її працездатності. Почнемо з перевірки правил роботи системи доступу до кімнати управління.

Карта-зчитувача перебуває в стані очікування, і як тільки до неї підносять id-карту вона має працювати так:

- Зелений колір - id підходить і розблоковує двері
- Червоний колір – доступ заборонено

Edit Remove	Yes	Camera_on	Match all: • Motion_detector On is true • Door_equipment Open is true	Set Camera_equipment On to true
Edit Remove	Yes	Camera_off	Motion_detector On is false	Set Camera_equipment On to false
Edit Remove	Yes	Wait_card_equipment	Reader_equipment Status is Waiting	Set Door_equipment Lock to Lock
Edit Remove	Yes	Wait_card_equipment	Reader_equipment Status is Waiting	Set Door_equipment Lock to Lock
Edit Remove	Yes	Inc_card_equipment	Reader_equipment Card ID > 10	Set Reader_equipment Status to Invalid

Рисунок 3.33 – Правила доступу до кімнати обладнання

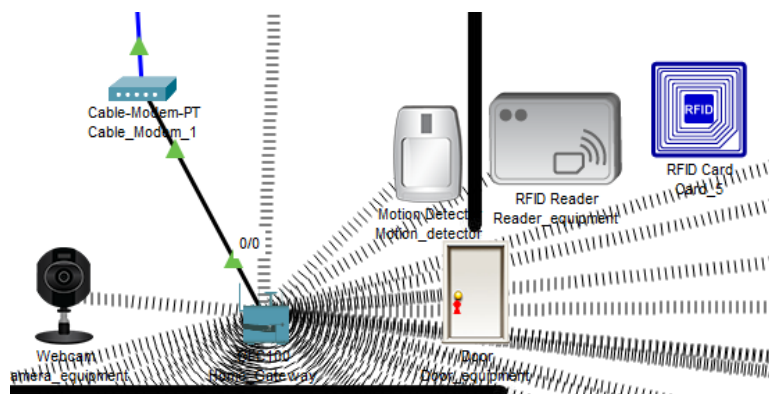


Рисунок 3.34 – Схема для емуляції доступу

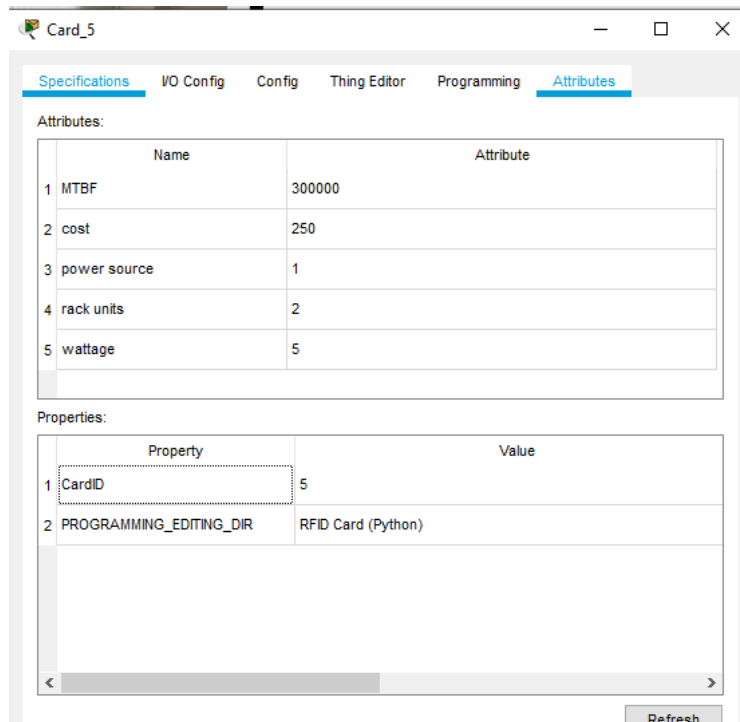


Рисунок 3.35 – Встановлюємо CardId = 5

Далі підносимо картку до зчитувача та перевіряємо, чи розблокувалися двері.

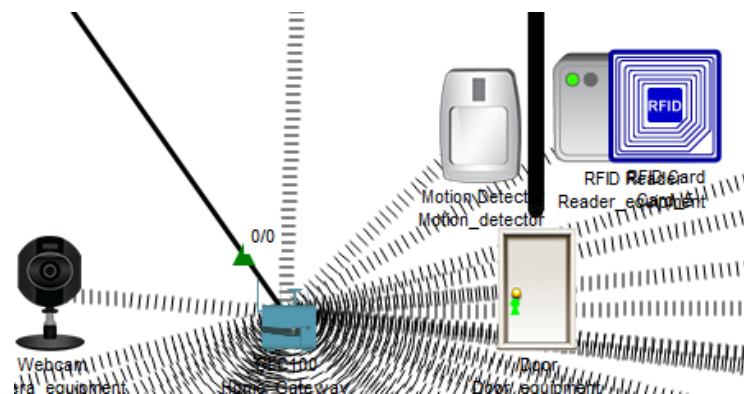


Рисунок 3.36 – Розблокування дверей успішне

Далі при спрацюванні детектора руху має вмикатися камера , та вимикатися коли двері буду зачинені.

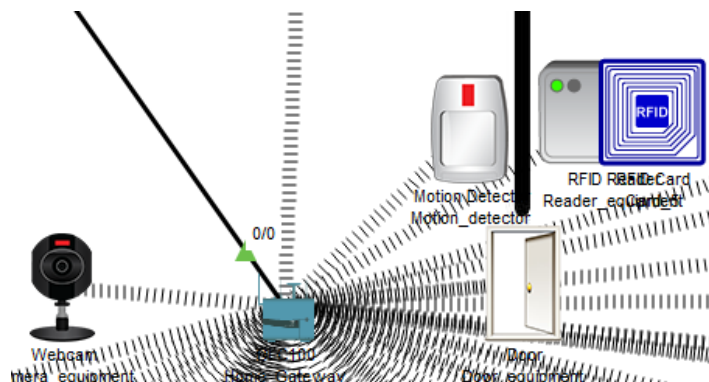


Рисунок 3.37 – Вмикання веб-камери

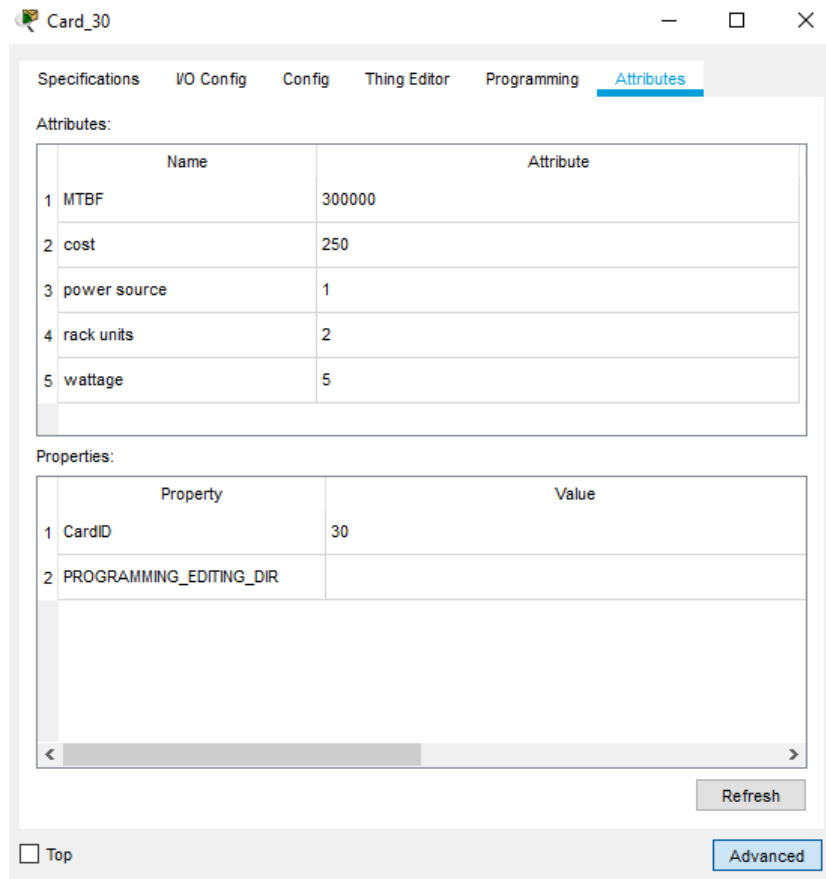


Рисунок 3.38 – Встановлюємо CardId = 30

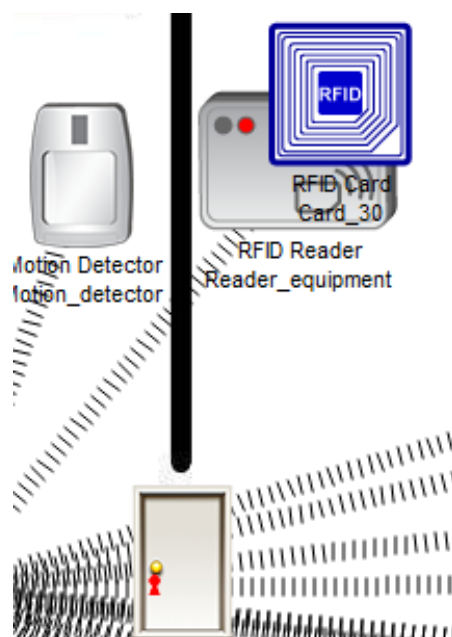


Рисунок 3.39 – Перевіряємо доступ, доступ заборонено

Аналогічним чином перевіряємо доступ по перепусткам до входних дверей та гаражу. Для цього піднесемо спочатку перепустку до датчика біля дверей, а потім до датчика біля гаражу. Якщо ід входить до діапазону дозволених, тоді доступ дозволено(зелений сигнал), інакше заборонено(червоний).

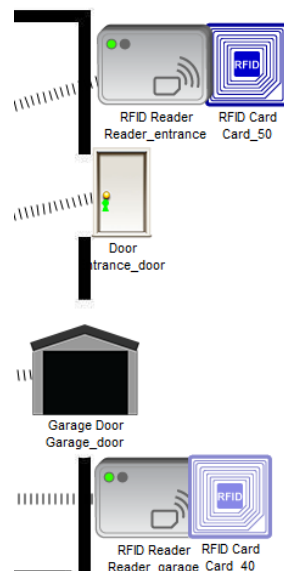


Рисунок 3.40 – Доступ дозволено

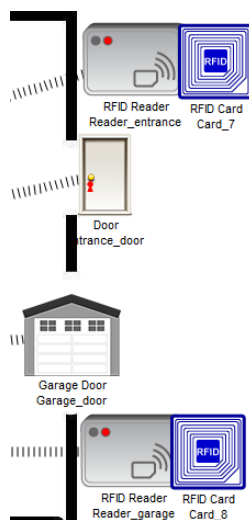


Рисунок 3.41 – Доступ заборонено

Розглянемо реалізацію правил кондиціонування та вентиляції лише для картоплі. Так як у нас реалізація моделі на логічному рівні, тому правила для моркви будуть працювати лише в реальних умовах, для цього потрібно буде лише ввімкнути їх у розділі Condition, що знаходиться в IoT-моніторі. Перейдемо до перевірки працездатності існуючих правил.

Для регулювання температурного режиму, використано датчик температури термостата. До нього під'єднані кондиціонер та піч обігріву, які відповідають за охолодження та обігрів відповідно. На овочесховищі має підтримуватися температура 3-6°C. Якщо температура падає нижче 3, тоді вмикається обігрів, коли вище 6, тоді охолодження. Разом з тим працює кондиціонер, коли температура в межах 4-5°C

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

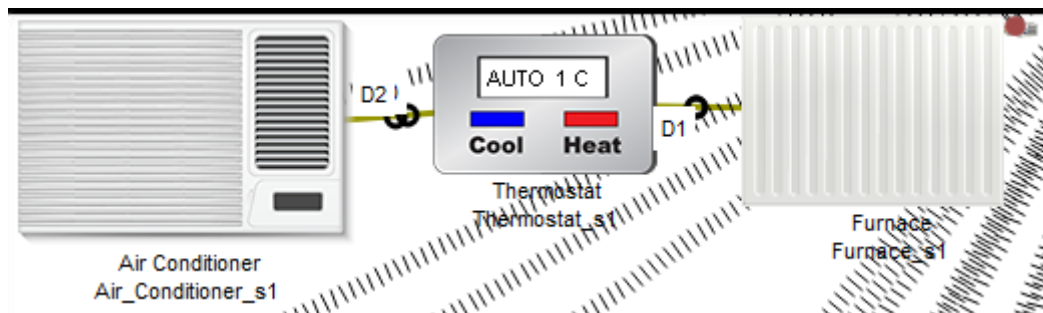


Рисунок 3.42 – Температура нижче вказаної, тому спрацьовують елементи обігріву
Також можна самому здійснювати управління термостатом

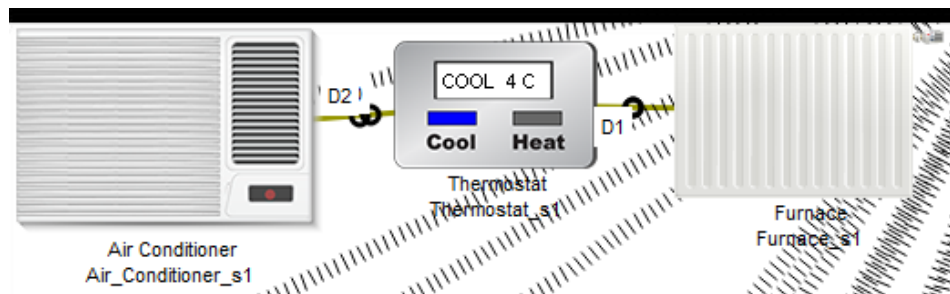


Рисунок 3.43 – Вибір режиму охолодження

Вентилятор здійснює повітрообіг, коли температура в межах вказаної (4-5°C)

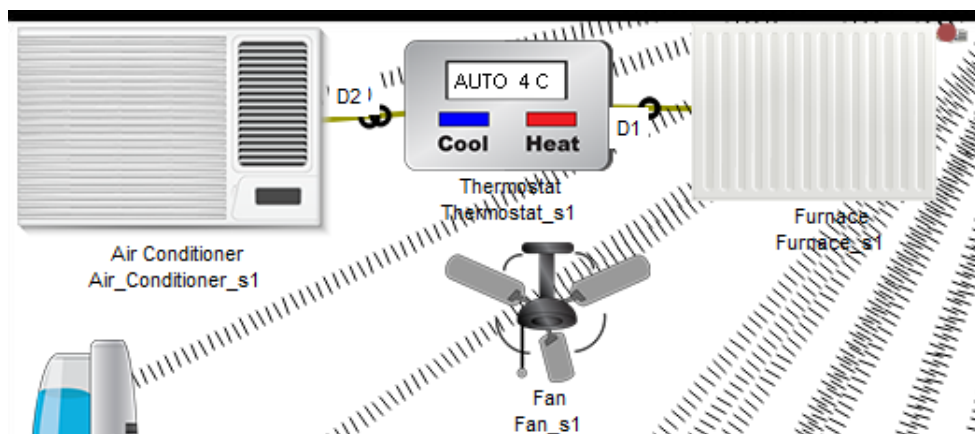


Рисунок 3.44 – Перевірка роботи повітрообігу

Наступним кроком було перевірено роботу зволожувача повітря, який має вмикатися при недостатній вологості, та підвищувати рівень вологості на 1% за годину

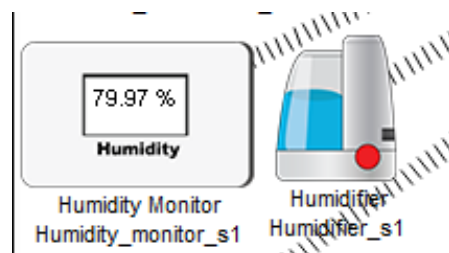


Рисунок 3.45 – Рівень вологості < 80%, зволожувач працює

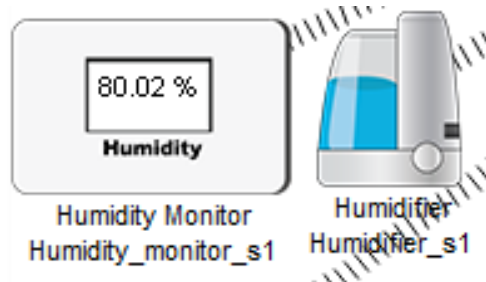


Рисунок 3.46 – Рівень вологості > 80%, зволожувач вимкнувся

Останнім кроком розглянемо симуляцію пожежі на овочесховищі. В кожному секторі знаходиться 1 або 2 пожежних спринклерів, мікроконтролер, монітор пожежі, та детектору диму. Для симуляції натиснемо Alt+ЛКМ на імітацію вогню. Також була створена умова, при пожежі вмикається вентилятор для запобігання поширення вогню.

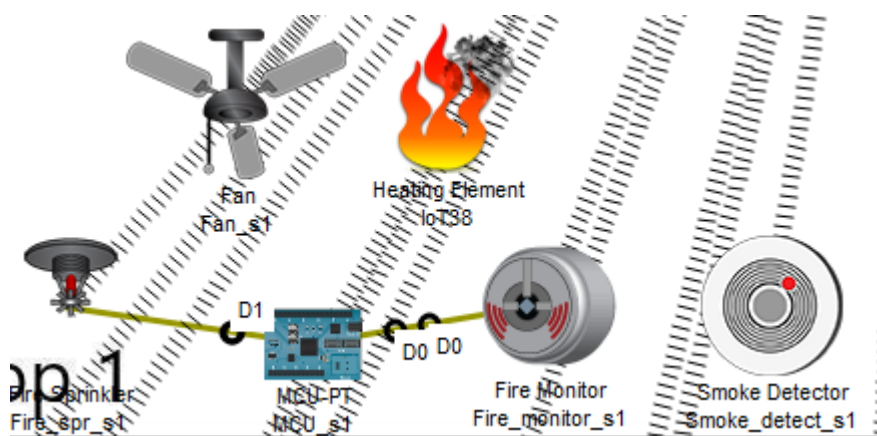


Рисунок 3.47 – Симуляція пожежі

ВИСНОВКИ

Під час виконання випускної роботи бакалавра було вирішено актуальне завдання, а саме розробка підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій.

В першому розділі було обґрунтовано актуальність теми. Системи вентиляції і кондиціонування повітря – це необхідні компоненти систем життєзабезпечення в житлових, комерційних, громадських просторах.

Рентабельність плодоовочевої галузі це не тільки збільшення виробництва овочів і фруктів, це правильна організація їх переробки і зберігання. Тому будівництва овочесховищ завжди надавали особливого значення. Сьогодні існує багато технологічних підходів, які допомагають змінити терміни зберігання овочів і фруктів, але всі вони не замінять грамотно організовану вентиляцію овочесховищ.

Проаналізовано типову архітектуру IoT-системи, що вона собою являє, її загальний вигляд, з яких рівнів складеться. Розглянули загальний вигляд Cisco Packet Tracer , його можливості щодо моделювання.

Packet Tracer (PT) це не лише потужний інструмент для моделювання, симуляції та тестування мережевих середовищ - він може робити те ж саме для рішень IoT. PT 7.0 надає підтримку ряду пристроїв IoT та функціональних можливостей, які дозволяють проектувати та створювати повноцінні рішення IoT.

Серед пристроїв IoT, підтримуваних PT 7.0, можна виділити програмовані моделі датчиків, виконавчих механізмів, мікроконтролерів, одноплатних комп'ютерів та пристроїв туманних обчислень. Це дозволяє проектувати, налаштовувати, програмувати та усувати неполадки все більш досконалих моделей систем IoT.

В другому розділі розробили структурну схему кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій. Розглянули які елементи були обрані для побудови, їх налаштування. Наступним кроком розглянули логіку роботи мікроконтролерів на прикладі протипожежної системи. Також принцип роботи IoT-пристроїв, а саме: дані пристроїв у режимі обміну пакетами, дійшовши до

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

шлюзу, надсилаються іншим IoT-пристроєм, і ті з них, які мають налаштування за певними правилами, залежно від отриманих даних, будуть реагувати відповідним чином. Наприклад, якщо вологість знизиться нижче встановленого рівня, зволожувач повітря повинен сам активуватись.

Домашній шлюз використовується для аналізу поведінки та контролю якості мережі. Він накопичує дані з системних елементів, аналізує отримані пакети даних, відправляє їх на сервер та передає сигнали іншим елементам IoT-мережі.

Наступним пунктом був вибір технічних засобів для реалізації проекту. Спочатку вирішили чому будемо використовувати програму Cisco Packet Tracer для даного проекту, та які є аналоги. Серед схожих програм були виділені такі: NetSim Academic , SimpleIoTSimulator. Далі був їх опис та можливості.

В останньому розділі було реалізовано модель підсистеми кондиціонування та вентиляції овочесховища на базі IoT-технологій за допомогою Cisco Packet Tracer. Налаштування схеми, підключення пристроїв до шлюзу, перевірка роботи пристроїв на віддаленому сервері, створення правил роботи пристроїв. Далі було проведено перевірка працездатності правил роботи для IoT-пристроїв.

Дана система кондиціонування та вентиляції надалі може використовуватися не тільки для зберігання овочів, а й для фруктів. Потрібно лише змінити правила роботи та налаштування приладів.

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ли П. Архитектура интернета вещей / пер. с англ. М. А. Райтмана. М.: ДМК Пресс, 2019. – 454 с.
2. Москаленко Т. А., Киричек Р. В., Кучерявый А. Е. Обзор протоколов интернета вещей. СПб.: Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 5. № 2. с.1-12
3. Росляков, А.В. Интернет вещей: учебное пособие [текст] / А.В. Росляков, С.В. Ваяшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с
4. Shelby Z., Hartke K., Bormann C. RFC 7252 Constrained Application Protocol. 2014
5. Архитектура Интернета будущего [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.osp.ru/os/2020/03/13055599>
6. Основа архитектуры «Интернета вещей» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://controlengrussia.com/internet-veshhej/eurotech-iot/>
7. Вступ до Інтернету речей [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/148245/mod_resource/content/1/%D0%9B-1.pdf
8. Основи Інтернету Речей [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://edu.asu.in.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=112>
9. Как интернет вещей использует big data: архитектура iot-систем [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.bigdataschool.ru/blog/iot-architecture-big-data.html>
10. Карты и RFID технология [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://credit-card.ru/articles/technology/rfid-cards.php>

11. Implementation Of Smart Home By Using Packet Tracer [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ijstr.org/final-print/feb2020/Implementation-Of-Smart-Home-By-Using-Packet-Tracer.pdf>
12. Работа в программе Cisco Packet Tracer [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mayoroven.ru/docum/intuit/course-778-html/>
13. Датчики [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://contenthub.netacad.com/legacy/IoTFCT/201/uk/index.html#1.1.2.2>
14. Мікроконтролер Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://contenthub.netacad.com/legacy/IoTFCT/201/uk/index.html#2.2.1.2>
15. Arduino IDE [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://contenthub.netacad.com/legacy/IoTFCT/201/uk/index.html#2.2.2.2>
16. Arduino? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://arduino.ru/>
17. Программирование Ардуино [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://arduino.ru/Reference>
18. SimpleIoTSimulator [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.simplesoft.com/SimpleIoTSimulator.html>
19. NetSim Academic [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.tetcos.com/netsim-acad.html>
20. Вентиляція картоплесховища. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://stroytechnology.net/zroby-sams/7399-ventilazia-v-kartoplesxovich.html>
21. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://iqvent.com.ua/blog/systema-ventylyatsiyi-i-kondytsionuvannya-povitrya/>
22. Увлажнение склада, овощи и фруктохранилища [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://par-tuman.ru/sferi-primenenia/165-uvlazhnenie-sklada-ovoshche-i-fruktokhranilishcha>

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Какой должна быть температура для хранения овощей?
[Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://nashgazon.com/postroyki/hozblok/kakoy-dolzhna-byt-temperatura-pogreba-dlya-hraneniya-ovoschey.html>

24. Вентиляция овощехранилищ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ventbazar.ua/blog/ventilyatsiya-voshchekhranilishch.html>

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лістинг файлу конфігурацій:

```

ISP#sh running-config
Building configuration...

Current configuration : 1175 bytes
!
version 15.1
no service timestamps log datetime msec
no service timestamps debug datetime msec
no service password-encryption
!
hostname ISP
!
!
!
!
ip dhcp excluded-address 209.165.201.225 209.165.201.229
ip dhcp excluded-address 209.165.200.225 209.165.200.229
!
ip dhcp pool CELL
network 209.165.201.224 255.255.255.224
default-router 209.165.201.225
dns-server 10.0.0.254
ip dhcp pool WAN
network 209.165.200.224 255.255.255.224
default-router 209.165.200.225
dns-server 10.0.0.254
!
!
!
ip cef
no ipv6 cef
!
!
!
!
license udi pid CISCO2911/K9 sn FTX1524R8J8-
!
!
!
!
!
spanning-tree mode pvst
!
!
!
!
!
interface GigabitEthernet0/0

```

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
description link_to_Central_office_server
ip address 209.165.201.225 255.255.255.224
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
description link_to_Switch
ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/2
description link_to_Cloud
ip address 209.165.200.225 255.255.255.224
duplex auto
speed auto
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
!
!
!
!
!
!
!
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
!
!
!
!
!
!
!
!
end
```

		Литвин О.В			КІ.КР.Б. – 123 – 21 – ПЗ	Арк.
		Філіпов О.В				70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Створені правила роботи для IoT-пристроїв

< > URL http://10.0.0.253/conditions.html IoT Server - Device Conditions Home Conditions Editor Log Out Stop				
Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
Edit Remove	Yes	Camera_on	Match all: - Motion_detector On is true - Door_equipment Lock is Unlock	Set Camera_equipment On to true
Edit Remove	Yes	Camera_off	Door_equipment Lock is Lock	Set Camera_equipment On to false
Edit Remove	Yes	Temp_s1	Thermostat_s1 Temperature is between 4.0 °C and 5.0 °C	Set Furnace_s1 On to false
Edit Remove	Yes	Cooling_s1	Thermostat_s1 Temperature > 6.0 °C	Set Air_Conditioner_s1 On to false
Edit Remove	Yes	Heating_s1	Thermostat_s1 Temperature < 3.0 °C	Set Furnace_s1 On to true
Edit Remove	Yes	Humidity_s1	Humidity_monitor_s1 Humidity is between 80 % and 85 %	Set Furnace_s1 On to true
Edit Remove	Yes	Humidity_on_s1	Humidity_monitor_s1 Humidity < 80 %	Set Air_Conditioner_s1 On to false
Edit Remove	Yes	Humidity_off_s1	Humidity_monitor_s1 Humidity > 85 %	Set Humidifier_s1 Status to false
Edit Remove	Yes	Fan_s1	Match all: - Thermostat_s1 Temperature is between 3.0 °C and 6.0 °C - Smoke_detect_s1 Alarm is false	Set Fan_s1 Status to Low
Edit Remove	Yes	On_fire_s1	Smoke_detect_s1 Alarm is true	Set Fan_s1 Status to Off
Edit Remove	Yes	Temp_s2	Thermostat_s2 Temperature is between 4.0 °C and 5.0 °C	Set Furnace_s2 On to false
Edit Remove	Yes	Cooling_s2	Thermostat_s2 Temperature > 6.0 °C	Set Air_Conditioner_s2 On to false
Edit Remove	Yes	Heating_s2	Thermostat_s2 Temperature < 3.0 °C	Set Furnace_s2 On to true
Edit Remove	Yes	Humidity_s2	Humidity_monitor_s2 Humidity is between 80 % and 85 %	Set Air_Conditioner_s2 On to false
Edit Remove	Yes	Humidity_on_s2	Humidity_monitor_s2 Humidity < 80 %	Set Humidifier_s2 Status to true
Edit Remove	Yes	Humidity_off_s2	Humidity_monitor_s2 Humidity > 85 %	Set Humidifier_s2 Status to false
Edit Remove	Yes	On_fire_s2	Smoke_detect_s2 Alarm is true	Set Fan_s2 Status to Off
Edit Remove	Yes	Fan_s2	Match all: - Thermostat_s2 Temperature is between 3.0 °C and 6.0 °C - Smoke_detect_s2 Alarm is false	Set Fan_s2 Status to Low
Edit Remove	No	Temp_s3	Thermostat_s3 Temperature is between 0.0 °C and 1.0 °C	Set Furnace_s3 On to false
Edit Remove	No	Cooling_s3	Thermostat_s3 Temperature > 1.0 °C	Set Air_Conditioner_s3 On to false
Edit Remove	No	Heating_s3	Thermostat_s3 Temperature < 0.0 °C	Set Furnace_s3 On to true
Edit Remove	No	Humidity_s3	Humidity_monitor_s3 Humidity is between 90 % and 95 %	Set Air_Conditioner_s3 On to false
Edit Remove	No	Humidity_on_s3	Humidity_monitor_s3 Humidity < 90 %	Set Humidifier_s3 Status to false

Продовження правил роботи для IoT-пристроїв

EditRemove	No	Humidity_off_s3	Humidity_monitor_s3 Humidity > 95 %	Set Humidifier_s3 Status to false
EditRemove	No	Fan_s3	Match all: - Thermostat_s3 Temperature is between 0.0 °C and 1.0 °C - Smoke_detect_s3 Alarm is false	Set Fan_s3 Status to Low
EditRemove	No	On_fire_s3	Smoke_detect_s3 Alarm is true	Set Fan_s3 Status to Off
EditRemove	No	Temp_s4	Thermostat_s4 Temperature is between 0.0 °C and 1.0 °C	Set Furnace_s4 On to false
EditRemove	No	Cooling_s4	Thermostat_s4 Temperature > 1.0 °C	Set Air_Conditioner_s4 On to false
EditRemove	No	Heating_s4	Thermostat_s4 Temperature < 0.0 °C	Set Furnace_s4 On to true
EditRemove	No	Humidity_s4	Humidity_monitor_s4 Humidity is between 90 % and 95 %	Set Air_Conditioner_s4 On to false
EditRemove	No	Humidity_on_s4	Humidity_monitor_s4 Humidity < 90 %	Set Humidifier_s4 Status to false
EditRemove	No	Humidity_off_s4	Humidity_monitor_s4 Humidity > 95 %	Set Humidifier_s4 Status to true
EditRemove	No	Fan_s4	Match all: - Thermostat_s4 Temperature is between 0.0 °C and 1.0 °C - Smoke_detect_s4 Alarm is false	Set Fan_s4 Status to Low
EditRemove	No	On_fire_s4	Smoke_detect_s4 Alarm is true	Set Fan_s4 Status to Off
EditRemove	Yes	Card_for_equipment	Reader_equipment Card ID is between 1 and 10	Set Door_equipment Lock to Unlock
EditRemove	Yes	Card_to_enter	Reader_entrance Card ID is between 11 and 50	Set Reader_equipment Status to Valid
EditRemove	Yes	Card_for_garage	Reader_garage Card ID is between 11 and 50	Set Entrance_door Lock to Unlock
EditRemove	Yes	Wait_card_enter	Reader_entrance Status is Waiting	Set Reader_entrance Status to Valid
EditRemove	Yes	Wait_card_equipment	Reader_equipment Status is Waiting	Set Garage_door On to true
EditRemove	Yes	Inc_card_equipment	Reader_equipment Card ID > 10	Set Reader_garage Status to Valid
EditRemove	Yes	Inc_card_enter1	Reader_entrance Card ID is between 1 and 10	Set Entrance_door Lock to Lock
EditRemove	Yes	Inc_card_enter2	Reader_entrance Card ID > 50	Set Door_equipment Lock to Lock
EditRemove	Yes	Inc_card_garage	Reader_garage Card ID is between 1 and 10	Set Reader_equipment Status to Invalid
EditRemove	Yes	Inc_card_garage2	Reader_garage Card ID > 50	Set Reader_entrance Status to Invalid
EditRemove	Yes			Set Reader_entrance Status to Invalid
EditRemove	Yes			Set Reader_garage Status to Invalid
EditRemove	Yes			Set Reader_garage Status to Invalid