

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж Чернівецького
національного університету імені Юрія Федьковича»**

Природниче відділення
Циклова комісія комп'ютерної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітньо-професійного ступеня «фаховий молодший бакалавр»
зі спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
підготовки за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерна інженерія»
на тему: **Створення розумного будинку за допомогою програми Cisco
Packet Tracer**

Виконав (ла):

студент (ка) 4-го курсу Зеленівський Денис Павлович

(прізвище, ім'я та по батькові)

_____ (підпис)

Керівник:

Букурос О.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент:

Мельничук А.Ю

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

До захисту допущено:

Протокол засідання циклової комісії № _

від „__” _____ 2024 р.

Голова циклової комісії _____ Олександр ТАЩУК

Чернівці – 2024

Завдання та календарний план роботи

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університету імені Юрія Федьковича
Відокремлений структурний підрозділ «Фаховий коледж
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича»

Затверджую
Голова циклової
комісії,
Олександр ТАЩУК.

«____» _____ 2023 р.

Завдання

На кваліфікаційну роботу	Зеленівський Денис Павлович
Тема кваліфікаційної роботи	Створення розумного будинку за допомогою програми Cisco Packet Tracer
Постановка завдання в короткій формі	Створення розумного будинку
Вихідні дані (2-3 адреси сайтів, матеріали яких рекомендує керівник кваліфікаційної роботи)	

Календарний план роботи

Дата отримання версії звіту керівником	Етап виконання роботи	Виконання (зазначає керівник)
10.10.23	Отримання завдання до кваліфікаційної роботи.	
10.11.23	Огляд літератури.	
22.12.23	Аналіз існуючих конструкторських рішень. Оформлення розділу 1.	
27.01.24	Написання теоретичного матеріалу.	
29.02.24	Проектування та розробка апаратної частини, підключення Оформлення розділу 2.	
30.03.24	Проектування та розробка апаратної частини, підключення Оформлення розділу 3.	
28.04.24	Проектування та розробка програмної частини, підключення. Оформлення розділу 4.	
17.05.24	Оформлення та редагування кваліфікаційної роботи.	

30.05.24	Подання роботи на перевірку Інтернет-сервісом Unichesk.	
03.06.24	Подання роботи на рецензію	
06.06.24	Представлення роботи на засіданні Циклової комісії	
<i>за графіком</i>	Захист кваліфікаційної роботи	

Дата видачі завдання _____

Студент

Денис ЗЕЛЕНІВСЬКИЙ

Керівник

Олеся БУКУРОС

АНОТАЦІЯ

Дана бакалаврська робота присвячена розробці та моделюванню "розумного будинку" з використанням програми Cisco Packet Tracer. У роботі описано розробку та тестування апаратно-програмного модуля для управління різними пристроями в будинку, такими як датчики, мікроконтролери та інші "розумні" пристрої.

Робота складається з 3 розділів, в яких аналіз існуючих систем "розумного будинку", розробку структурної схеми системи, програмну реалізацію управління пристроями, а також моделювання роботи системи у середовищі Cisco Packet Tracer. Результати дослідження дозволили розробити та протестувати ефективну систему "розумного будинку" з використанням програмного забезпечення Cisco Packet Tracer.

Бакалаврська робота містить 48 сторінок, містить 13 рисунків та 16 посилань на літературні джерела.

Ключові слова: *розумний будинок, Cisco Packet Tracer, апаратно-програмний модуль, датчики, мікроконтролери.*

ABSTRACT

This bachelor's thesis is devoted to the development and modeling of a “smart home” using the Cisco Packet Tracer program. The work describes the development and testing of a hardware and software module for controlling various devices in a home, such as sensors, microcontrollers, and other smart devices.

The work consists of 3 chapters, which include analysis of existing smart home systems, development of a system block diagram, software implementation of device management, and system simulation in the Cisco Packet Tracer environment. The results of the study allowed to develop and test an effective smart home system using Cisco Packet Tracer software.

The bachelor's thesis is presented on 48 pages, contains 13 figures and 16 references to literature sources.

Keywords: smart home, Cisco Packet Tracer, software and hardware module, sensors, microcontrollers.

Зміст

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	8
1.1 Що собою представляє система «Smart home»	8
1.2 Технології автоматизації будівель	12
1.3 Основні проблеми автоматизації розумного будинку	18
Висновки до розділу 1.	21
2. ВИБІР МЕТОДУ РІШЕННЯ	22
2.1 Можливості Cisco Packet Tracer для створення ІТ-систем розумного будинку.....	22
2.2 Архітектура системи управління.....	30
Висновки до розділу 2	34
3. ІНФОРМАЦІЙНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ.	36
3.1 Проект системи Розумного будинку в Cisco packet tracer.....	36
3.2 Програмна реалізація і тестування.....	46
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55
ДОДАТКИ	58

СПИСОК ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

IoT	– концепція мережі передавання даних між фізичними об'єктами, оснащеними вбудованими засобами і технологіями для взаємодії один з одним або із зовнішнім середовищем.
IEEE	– міжнародна організація інженерів у галузі електротехніки, радіоелектроніки та радіоелектронної промисловості. Світовий лідер у галузі розроблення стандартів з електроніки та електротехніки.
МК	– мікроконтролер
AV-TEST	– незалежна організація, яка оцінює антивірусне програмне забезпечення та програмне забезпечення безпеки для операційних систем Microsoft Windows, macOS і Android за багатьма критеріями.
ІЧ	– інфрачервоний
МК	– Static Random Access Memory – статична оперативна пам'ять з довільним доступом
WAP	– технологія, що використовується для запуску Інтернет-додатків на мобільних терміналах
KNX	– комунікаційна шина, яку широко використовують для автоматизації будівель
CSV	– текстовий формат, призначений для подання табличних даних

ВСТУП

Концепція розумного будинку стала важливою темою в сучасних технологіях та інноваціях. Розумний будинок, або "smart home", є житловим простором, обладнаним технологіями Інтернету речей (IoT), які дозволяють автоматизувати та контролювати різні системи та пристрої всередині будинку. Це включає освітлення, опалення, вентиляцію, кондиціонування повітря, системи безпеки, побутові прилади та інші електронні пристрої, які можуть бути інтегровані в єдину мережу для забезпечення зручності, безпеки та ефективного використання ресурсів.

Мета цього дослідження полягає в розробці та впровадженні системи розумного будинку за допомогою програми Cisco Packet Tracer. Ця програма дозволяє моделювати та тестувати мережеві конфігурації, що робить її ідеальним інструментом для створення інтерактивних і функціональних моделей розумного будинку. Використовуючи Cisco Packet Tracer, можна симулювати роботу різних пристроїв і систем, налаштовувати їх взаємодію та аналізувати ефективність інтеграції різних технологій.

Актуальність дослідження обумовлена зростаючим попитом на інтелектуальні системи, які підвищують якість життя. Сучасні користувачі прагнуть автоматизувати рутинні процеси, економити енергоресурси та забезпечувати безпеку свого житла. Розумний будинок надає можливість віддаленого управління системами через смартфон або інші пристрої, що дозволяє користувачам контролювати стан свого житла в режимі реального часу незалежно від місця перебування. Крім того, розвиток технологій розумного будинку стимулює інновації в області IoT та створює нові можливості для малого та середнього бізнесу. Впровадження інтелектуальних систем сприяє зростанню ринку, створенню нових робочих місць та покращенню економічної ситуації в країні. Таким чином, дослідження в області розумного будинку є важливим і перспективним напрямком, що сприяє покращенню якості життя та розвитку технологічного прогресу.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СИСТЕМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

1.1 Що собою представляє система «Smart home»

Перш за все, необхідно зрозуміти, що таке розумний будинок. Розумний будинок – це система приладів, які можна контролювати дистанційно за допомогою смартфона або іншого пристрою. Управління цією бездротовою мережею здійснюється безпосередньо зі смартфона чи планшета користувача. Те, що колись здавалося фантастикою, сьогодні стало звичайною частиною повсякденного життя.

Розумний будинок – це автоматизована система, яка дозволяє керувати освітленням, опаленням та іншими процесами, що відбуваються в будинку. Цю систему можна налаштовувати відповідно до своїх потреб і бажань, вносячи різноманітні модифікації. Зазвичай розумний будинок має власну екосистему, яка забезпечує узгоджену роботу всіх підсистем. Метою всього комплексу є забезпечення гармонійної роботи всіх компонентів будинку. Це рішення дозволяє уникнути конфліктів під час роботи всього мережевого комплексу пристроїв. Наприклад, кондиціонер не буде працювати, якщо система "тепла підлога" нагріває приміщення. Ця система дозволяє власнику будинку керувати ним так, як він бажає, задовольняючи будь-які потреби, наприклад: регулювання освітленості в кімнаті, відкриття та закриття жалюзі, або навіть приготування кави за вашим смаком.

Багато відомих компаній, таких як Google та Samsung, активно займаються розробкою пристроїв для автоматизації в розумних будинках. До двадцятих років цього століття обсяг ринку таких систем досяг значних розмірів, перевищуючи 60 мільярдів доларів. Це стало можливим завдяки значним досягненням у сфері смартфонів та новітніх технологій. Смартфони мають багато новітніх функцій, які дозволяють налаштувати їх для управління "розумним будинком".

Електронна система пристроїв, які працюють узгоджено і доповнюють один одного через бездротову мережу, може керуватися на величезній відстані від самого будинку. Сигнал легко долає великі відстані завдяки надійному інтернет-зв'язку, який зараз доступний майже в кожному куточку планети.

Більшість програм для управління розумними будинками розробляються під конкретні потреби та вимоги власника будинку. Ці програми інтегрують управління всіма датчиками будинку, такими як освітлення, мікроклімат та інші. Наприкінці 70-х років компанія з Шотландії зробила значний прорив у програмуванні та штучному інтелекті, створивши протокол зв'язку під назвою X10. Ця розробка дозволила всім пристроям, підключеним до однієї системи, взаємодіяти між собою через контролер. Більшість пристроїв у цій системі були різного роду датчиками, які виконували роль приймачів сигналу, тоді як пульти та комп'ютери діяли як передавачі сигналів. Для того щоб ввімкнути кавоварку або змінити яскравість освітлення в певній кімнаті будинку, необхідно лише відправити команду приймачу, і він отримає повідомлення у вигляді програмного коду, яке містить такі дані:

- Повідомлення про отримання команди;
- Конкретний код для виконання функції, який отримав датчик;
- Сам код розшифровується і виконує свою команду, таку як увімкнення світла.

Усе це виконується за лічені секунди. Цей прототип був першим у своєму роді, але мав значні обмеження. По-перше, дані обмінювалися через лінії зв'язку, які на той час були ненадійними через електричні перешкоди від інших пристроїв, підключених до цієї системи. Система X10 реагувала на ці перешкоди, інтерпретуючи їх як команди, що призводило до нестабільної роботи і неможливості коректно виконувати необхідні команди.

На сьогоднішній день протокол X10 не так широко використовується, оскільки з'явилися нові технології, що працюють через Wi-Fi та Bluetooth.

Робота за допомогою бездротових систем значно якісніша, ніж раніше. Ці протоколи дозволяли використовувати лише прототипні технології, перш за все для простих систем. Компанія X10 була однією з перших постачальників таких технологій. Розглянемо деякі приклади продуктів, які ми вже давно використовуємо:

- Камери: фіксують і зберігають відеотрансляції, керуються зі смартфона, дозволяючи власнику спостерігати за своєю територією;
- Клімат-контроль: дозволяє керувати екосистемою приміщень на великих відстанях;
- Лампи: дозволяють змінювати освітлення будинку безпосередньо зі смартфона;
- Датчики руху: призначені для контролю безпеки будинку і управління освітленням та іншими функціями;
- Електронні замки: дозволяють контролювати всі приміщення прямо зі смартфона.

Зараз усе це можна придбати без проблем у магазинах електроніки або через інтернет. Найважливіше – визначити, який тип технологій потрібно використовувати. Пристрої, які мають однакові технології, будуть працювати в одній системі, незалежно від виробника. При проектуванні "розумного будинку" потрібно врахувати різні нюанси, щоб у майбутньому не виникало проблем різного типу.

Практично всі розумні будинки використовують бездротову мережу, оскільки це забезпечує більшу гнучкість у розміщенні пристроїв. Однак, це не завжди гарантує відсутність перешкод. Інший прототип системи, відомий як Insteon, пропонує використання радіохвиль для керування. Якщо команда не може бути передана одним способом, використовується альтернатива. Insteon може працювати на різних системах передачі даних, де всі пристрої взаємодіють як єдина система, за винятком необхідності мати джерело та приймач сигналу. В результаті, чим більше пристроїв підключено до

протоколу Insteon, тим швидше виконуються команди. Розглянемо докладніше основні функції:

Освітлення: Управління освітленням здійснюється через програмні команди, які дозволяють вмикати або вимикати світло, регулювати яскравість та контролювати потужність ламп. Це допомагає ефективно використовувати ці функції.

Керування розетками: Дозволяє подавати або відключати живлення до електричних пристроїв, підключених до мережі. Зі смартфона можна відключити живлення всього будинку, якщо це необхідно. Такі розетки забезпечують захист електроприладів у випадку короткого замикання або інших проблем.

Керування замками та дверима: Включає управління замками, воротами, жалюзі та вікнами.

Оповіщення про несанкціонований доступ: У разі проникнення в будинок або на територію, власник миттєво отримує повідомлення.

Мультимедійне управління: Система дозволяє керувати мультимедійними пристроями в будинку, регулювати гучність звуку та використовувати голосові команди для управління різними функціями.

Смартфон як пульт дистанційного управління: Вся система будинку працює через інтернет, що дозволяє зі смартфона керувати різними функціями.

Моніторинг умов у будинку: Система стежить за вологістю, сухістю, температурою та іншими факторами, підтримуючи оптимальний мікроклімат. Також включає управління вентиляцією та опаленням.

Ця універсальна система робить життя в розумному будинку комфортним і безпечним, забезпечуючи автоматизацію та віддалене управління всіма ключовими функціями.

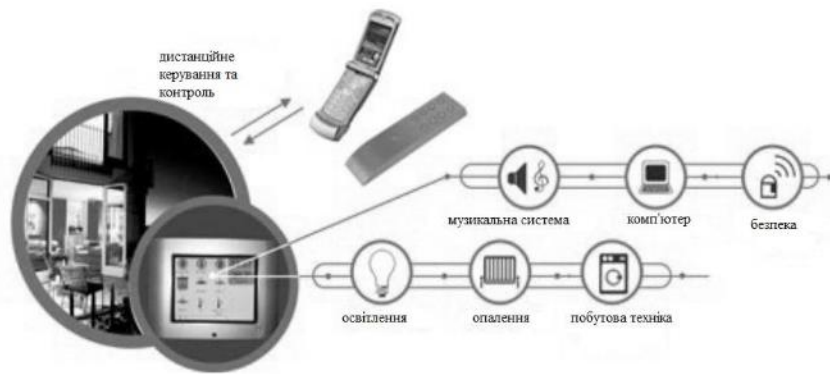


Рисунок 1.1– Приклад організації взаємодії систем

Розумний будинок легко інтегрується в загальну систему інтелектуальної будівлі, що дозволяє контролювати аварійні ситуації (затоплення, пожежу, охорону), стан обладнання, температуру та інші параметри всіх автоматизованих апартаментів з одного диспетчерського пункту. З квартири або номера можна викликати необхідні служби. В диспетчерській за допомогою комп'ютера можна перевести окремі приміщення в режим «відсутності господарів» або попередньо підготувати їх до приїзду мешканців.

1.2 Технології автоматизації будівель

Нині найпоширенішою технологією для реалізації «Розумного будинку» є X-10. Алгоритм цієї технології настільки ефективний, що при натисканні однієї кнопки можна виконувати кілька команд одночасно. Система використовує різні датчики, зокрема руху, освітленості та вологості. Вона дуже гнучка, оскільки її можна встановити за кілька годин. Система працює через стандартну електропроводку (220 В, 50 Гц), по якій передаються сигнали. Технологія є звучною та розумною, оскільки її можна налаштувати під будь-які потреби. В цій системі не потрібно встановлювати центральний контролер, оскільки кожен прилад має свою власну адресу, на яку надсилається команда з пульта

управління. Додавання нових модулів до цієї системи дуже просте, тому користувачі можуть легко вдосконалювати свою систему.

Окрім усіх переваг, система також є економічно вигідною. Сьогодні вона є однією з найдоступніших за ціною серед аналогічних систем.

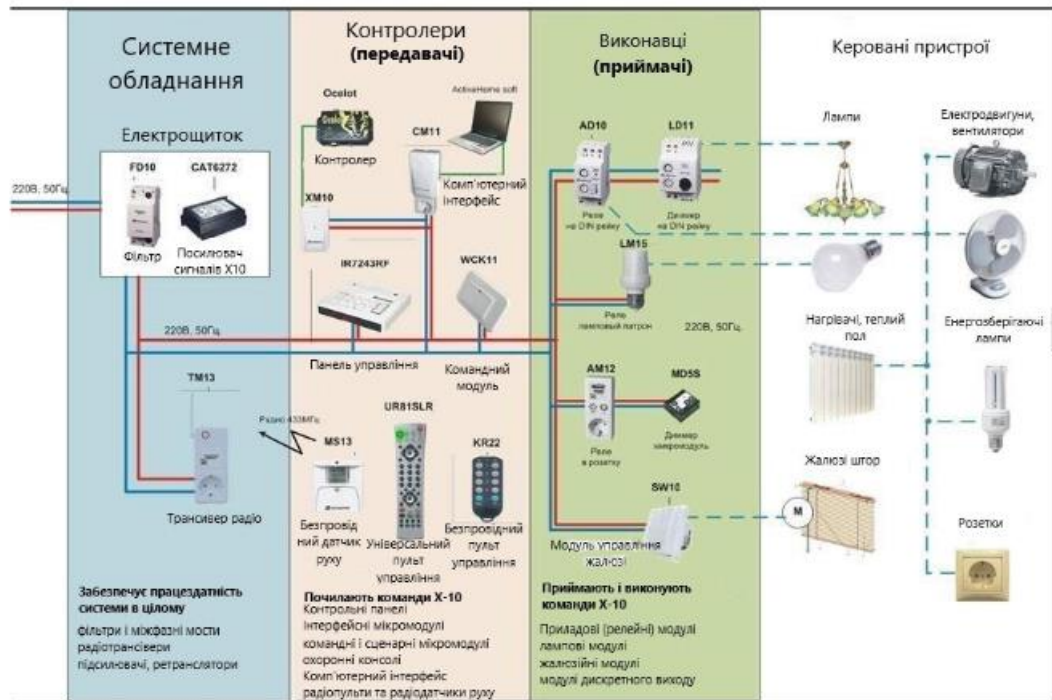


Рисунок 1.2 – Технологія X10

Технологія C-Bus. Однією з найпоширеніших технологій для управління розумним будинком є C-Bus. Кожен мікроконтролер цієї системи можна налаштувати, а вся мережа таких контролерів може керувати всім будинком. Кожен вузол має власну пам'ять, яка не пошкоджується в разі відключення електроенергії, що робить систему досить надійною. Тому ця технологія використовується для створення складних і безпечних систем.

C-Bus дозволяє керувати будинком дистанційно без сервера, оскільки контролер з постійною IP-адресою підключається до інтернету і дорозумного будинку, а дані передаються за протоколом TCP/IP. Це означає, що системою можна керувати дистанційно. Ця технологія може об'єднувати до 100 пристроїв в одну мережу і 255 мереж в одну систему.

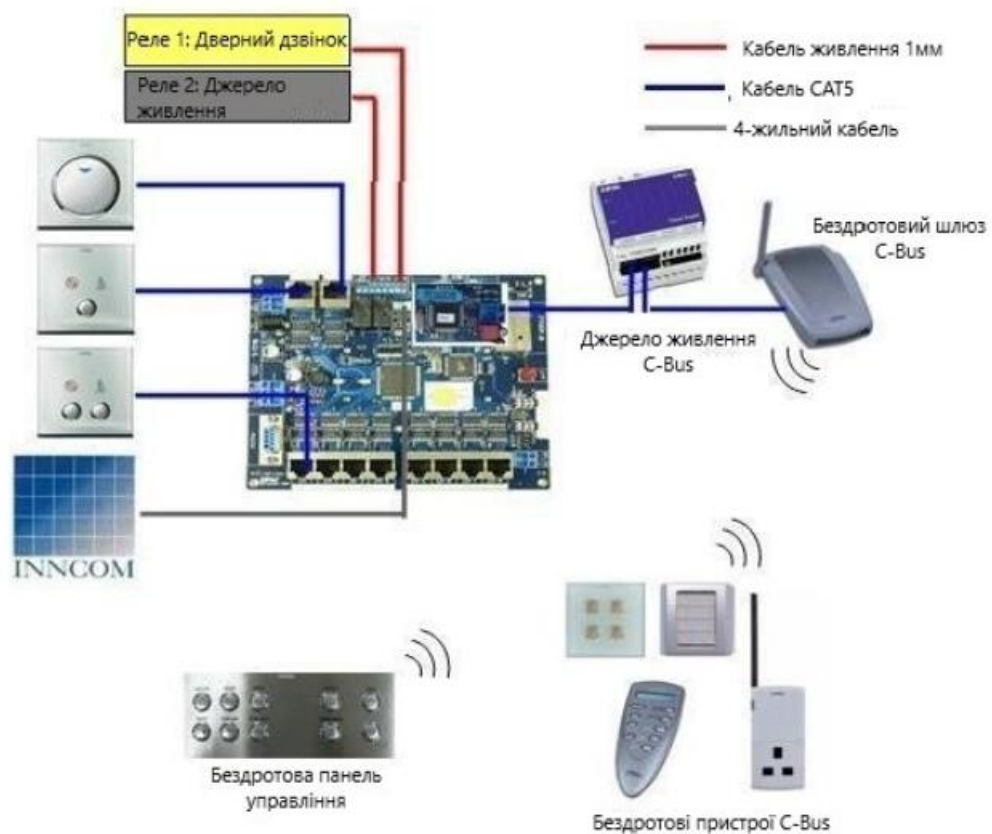


Рисунок 1.3 – системи управління C-Bus

Технологія European Installation Base. EIB (European Installation Base) - це децентралізована система, схожа на C-Bus. Ця технологія є однією з найпоширеніших в Європі. У цій системі використовується вита пара, яка є шиною управління. Всі пристрої підключаються до цієї шини для зв'язку один з одним. Пристрої спілкуються один з одним без структури або ієрархії і без блоків управління. Необхідна інформація надсилається передавачем через канал зв'язку (шину) до всіх приймачів. Відповідає на неї лише той пристрій, якому адресована інформація. Якщо приймач не реагує на команду, система повторює спробу ще тричі. Після цього передача інформації припиняється, а пристрій зберігання даних фіксує помилку. Інформація передається асинхронно і послідовно, з визначенням пріоритету повідомлень. Ця технологія добре захищена і надійна.

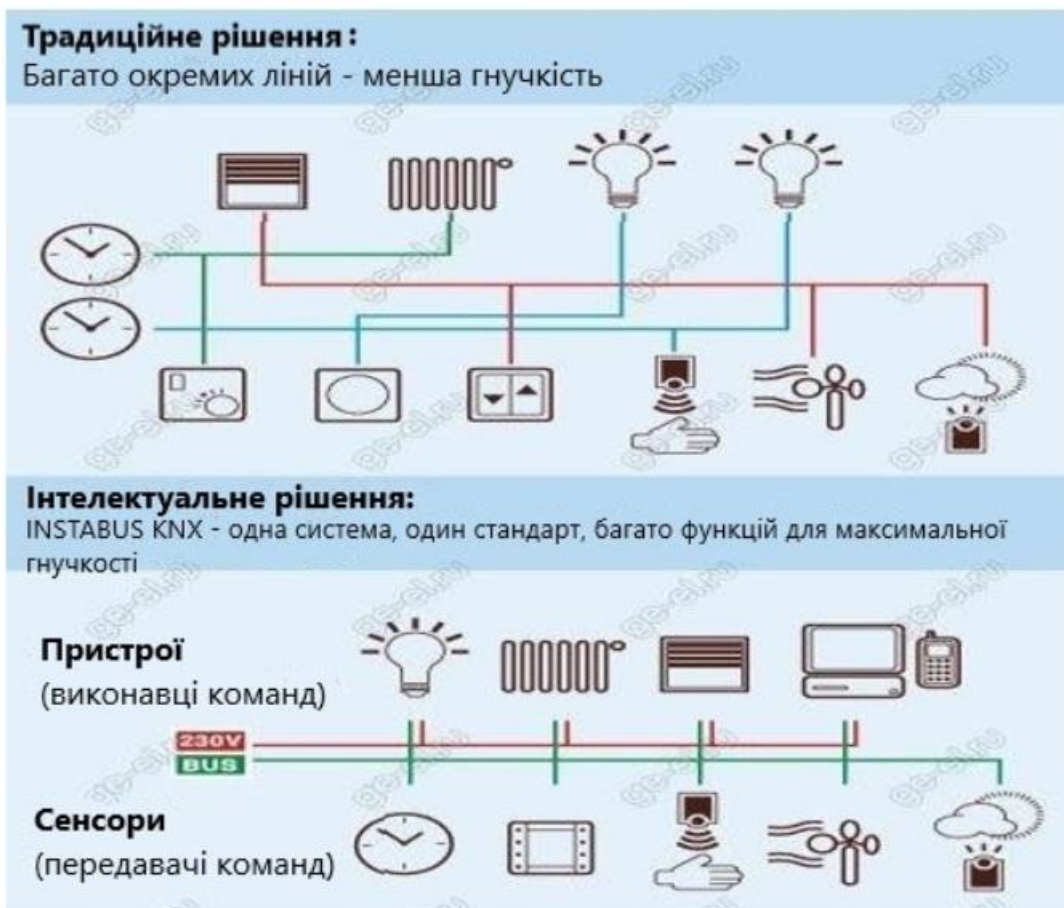


Рисунок 1.4 – Традиційне рішення. Інтелектуальне рішення.

Хоча система децентралізована, до неї можна додати центральний комп'ютер і додаткові модулі управління, оскільки вона добре інтегрована для задоволення будь-яких потреб.

Технологія LonWorks. Системи на основі технології LonWorks мають схожу архітектуру з EIB. Завдяки можливості програмування вбудованих контролерів можна реалізовувати більш складні проекти. Інформація передається тільки в разі зовнішніх змін, наприклад, при надходженні сигналу від централі, що запобігає перевантаженню мережі. Принцип роботи показаний на рис. 1.5. Система управління базується на мережі управління LON (Local Operation Network), яка має мінімальну кількість рівнів ієрархії. Ця система не має центрального комп'ютера. Технологія LonWorks була створена для автоматизації промисловості та транспортних систем. Сьогодні її використовують для побудови розподілених систем з великою кількістю

віддалених один від одного вузлів. Найбільшого поширення ця технологія набула в США.

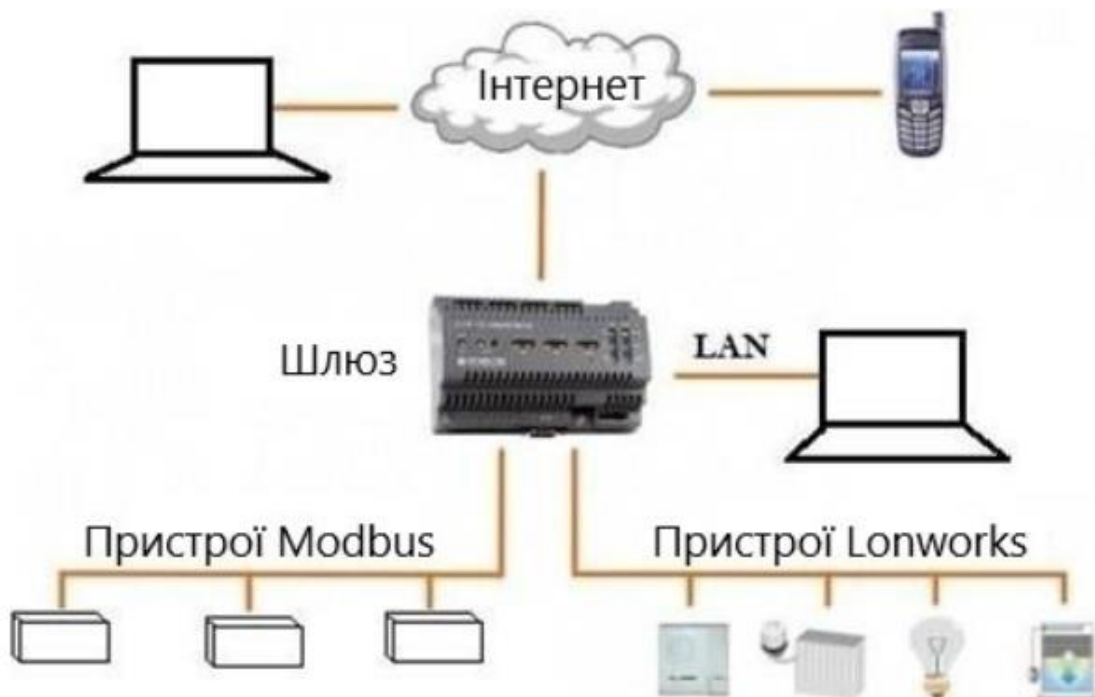


Рисунок 1.5 – Технологія LonWorks

Wi-Fi є однією з ключових технологій для розумного будинку, особливо якщо вам потрібно об'єднати комп'ютери в мережу, отримувати доступ до Інтернету або керувати будинком за допомогою спеціальних пристроїв без прокладання дротів. Wi-Fi дозволяє уникнути необхідності розкладати кабелі, забезпечуючи бездротовий доступ на коротких відстанях із дуже високою швидкістю передачі даних.

Технологія Wi-Fi базується на стандартах бездротових мереж IEEE 802.11x. Ці стандарти визначають лише перші два рівні моделі OSI: фізичний і канальний (рис. 1.6). Мережа Wi-Fi має топологію "зірка", де всі вузли підключені безпосередньо до центрального елемента - бездротового маршрутизатора. Завдяки цій топології, кінцеві пристрої можна легко додавати або видаляти з мережі без порушення її структури та передачі даних. Однак, такий підхід створює єдину точку відмови, що може вплинути на стабільність всієї системи.



Рисунок 1.6 – Місце Ethernet у моделі OSI

На мережевому та транспортному рівнях Wi-Fi використовує стандартні протоколи – для транспортного рівня це UDP або TCP, а для мережевого – IPv4 або IPv6. Wi-Fi призначений для швидкої передачі великих обсягів даних на короткі відстані, і він відмінно справляється з цим завданням. Основні характеристики, такі як діапазон покриття та швидкість передачі даних, змінюються залежно від варіанту стандарту 802.11. У більшості випадків звичайного домашнього бездротового маршрутизатора достатньо для забезпечення покриття в невеликому будинку. У більших будівлях можна збільшити кількість точок доступу або використовувати ретранслятори сигналу для розширення зони покриття.

Серед недоліків цієї технології є високе енергоспоживання та ризик несанкціонованого доступу. Однак енергоспоживання не настільки велике, щоб відмовлятися від зручності, яку надає Wi-Fi. Встановлення систем шифрування допомагає вирішити проблему безпеки, роблячи використання цієї технології більш захищеним.

1.3 Основні проблеми автоматизації розумного будинку

Зі зростанням впливу Інтернету речей (IoT) на повсякденне життя людей зростають і ризики, пов'язані з інформаційною безпекою. У сучасному інформаційному середовищі ці ризики стають актуальними для всіх користувачів.

Основною загрозою інформаційній безпеці в межах IoT є ризики, пов'язані з персональними даними. Наприклад, датчики в системі "розумного будинку" відстежують пересування людини в кімнаті та регулюють освітлення. Служби таксі також отримують дані про місцезнаходження з викликаного смартфона, смарт-годинники відстежують пульс і можуть викликати швидку допомогу в разі погіршення стану, браузері збирають інформацію про відвідані сторінки тощо. Вся ця інформація накопичується і передається різним сервісам, які полегшують життя людини. Додавання до цих даних фінансової та медичної інформації створює досить повне дос'є на користувача.

При аналізі концепції Інтернету речей детально розглядаються вразливості системи "Розумний будинок". Розумний будинок - це автоматизована структура сучасного типу, організована для зручності людей за допомогою високотехнологічних пристроїв. Це може бути не тільки житловий будинок, але й державна установа, стадіон або аеропорт. У розумному будинку один пристрій може керувати роботою інших пристроїв за заздалегідь визначеними алгоритмами. Головною особливістю "розумного будинку" є інтеграція окремих пристроїв в єдиний керований комплекс.

Вразливості системи "Розумний будинок"

Аналіз вразливостей системи "Розумний дім" виявив наступні проблеми:

Відсутність механізму аутентифікації авторизованого користувача.

Керування компонентами системи "Розумний дім" повинно здійснюватися тільки після аутентифікації та авторизації користувача.

Оскільки управління часто здійснюється зі смартфона або іншого портативного пристрою через бездротове з'єднання, існує загроза перехоплення даних ідентифікації та аутентифікації сторонніми особами. Перехоплення може відбуватися шляхом впровадження шкідливого програмного забезпечення в пристрої системи "Розумний дім", використання вразливостей програмного забезпечення пристроїв, прослуховування каналу зв'язку між пристроєм управління (наприклад, смартфоном користувача) і пристроями системи тощо. Відсутність механізму аутентифікації авторизованого користувача підтверджується наявністю програмних засобів, що дозволяють отримати несанкціонований доступ до пристроїв системи "Розумний дім".

Системи антивірусного захисту, спеціально розроблені для захисту розумних будинків, наразі відсутні. Крім того, більшість сигнатурних сканерів не здатні розпізнати шкідливий код, характерний для таких систем. Основні вразливості програмного забезпечення розумних будинків, якими користуються зловмисники для впровадження шкідливих програм:

- Відсутність можливості блокування неавторизованих підключень.
- Відсутність контролю над широкомовною розсилкою датаграм у мережі розумного будинку.
- Відсутність перевірки автентичності програм, які передають пакети в мережу розумного будинку.
- Необхідність захищених каналів зв'язку

Використання симетричних криптографічних систем, дистанційне керування пристроями (наприклад, зі смартфона), оновлення програмного забезпечення та переважне використання бездротового зв'язку для комунікації між пристроями вимагають наявності захищених каналів зв'язку в системі розумного будинку.

Недобросовісна реалізація протоколів захисту інформації на одному з пристроїв може призвести до компрометації всіх даних, що циркулюють в системі. До найбільш поширених вразливостей каналів зв'язку належать:

Bluetooth: дуже ненадійний канал, який може прийняти файл із вірусом від зловмисника без запиту на аутентифікацію.

Wi-Fi: зловмисник може авторизуватися у внутрішній мережі розумного будинку і впровадити шкідливе програмне забезпечення.

HTTP: добре вивчені вразливості, які можуть дозволити зловмиснику отримати контроль над розумним будинком навіть без доступу до локальної мережі.

GSM: зловмисник може відправити керуючі команди розумному будинку, підмінивши свій номер номером авторизованого користувача.

Інтеграція з іншими локальними мережами: шкідливе програмне забезпечення може бути впроваджене через інші локальні мережі, до яких підключений розумний будинок.

Вразливості, пов'язані з різними виробниками.

Пристрої різних виробників можуть використовувати власні внутрішні (нестандартизовані) протоколи обміну даними. Це означає, що використання обладнання від різних виробників у системі розумного будинку може призвести до появи потенційних вразливостей у сфері інформаційної безпеки, таких як некоректна реалізація захищеного з'єднання між пристроями. Вирішенням цієї проблеми може бути придбання готової системи від одного виробника. Однак, таких компаній на ринку не так багато, а дослідження AV-TEST показують, що рівень захищеності систем розумного будинку у багатьох виробників залишається низьким.

Специфічні вразливості окремих пристроїв:

Різні пристрої розумного будинку мають свої функціональні особливості та вразливості:

Smart TV: більшість сучасних телевізорів оснащені камерами, які зловмисники можуть використовувати для спостереження за користувачами та приміщенням.

Smart Fridges: розумні холодильники перевіряють термін придатності продуктів, аналізують вміст і складають списки покупок. Зловмисники

можуть використовувати ці дані для визначення часу, коли господарів немає вдома.

Smart Cars: останні дослідження показують, що зловмисники можуть отримати контроль над операційними системами розумних автомобілів. Система автоматизованого управління будинком: головна система, яка контролює двері, вікна, камери та сигналізації. Зламавши її, зловмисник може непомітно проникнути на територію будинку.

Висновки до розділу 1.

Smart Home представляє собою інтегровану мережу технологій Інтернету речей (IoT), які автоматизують і контролюють різні системи та пристрої всередині житлового простору. Це включає управління освітленням, опаленням, вентиляцією, кондиціонуванням повітря, системами безпеки, побутовими приладами та іншими електронними пристроями. Основною метою такої системи є забезпечення зручності, безпеки та ефективного використання ресурсів, підвищуючи якість життя мешканців. Системи Smart Home демонструють значний потенціал для покращення домашнього комфорту та впровадження інноваційних технологій у повсякденне життя.

2. ВИБІР МЕТОДУ РІШЕННЯ

2.1 Можливості Cisco Packet Tracer для створення ІТ-систем розумного будинку

Як і в будь-якому проєкті, установку системи «розумного будинку» варто ретельно спланувати заздалегідь. Витратити час на визначення загальної концепції та обдумування деталей допоможе уникнути зайвих витрат і непотрібних клопотів з купівлею обладнання. Перед тим, як розпочати створення «розумного будинку» самостійно або за допомогою відомих компаній-розробників, потрібно вирішити, чи буде система дротовою або бездротовою. Сьогодні дротові системи найчастіше встановлюють в офісах, готелях і лікарнях. У міській квартирі чи котеджі зручніше використовувати бездротову мережу, оскільки це значно знижує витрати на прокладку кабелів і дозволяє легко інтегрувати систему в уже готовий ремонт. Технології також дозволяють комбінувати обидва варіанти.

Також важливо вибрати протокол для домашньої автоматизації. Сьогодні існує багато варіантів бездротових технологій, таких як Z-Wave, ZigBee, Wi-Fi, Bluetooth тощо. Не варто нехтувати цим етапом проєктування, оскільки від нього залежить вибір пристроїв для майбутньої системи. Після завершення підготовчих етапів можна приступати до проєктування «розумного будинку». Перш за все, потрібно визначити, хто буде користуватися системою. Концепція «розумного дому» передбачає комфорт, тому важливо створити систему, яка буде зручною для всіх членів родини незалежно від їх статі, віку та технічних навичок.

Наступним кроком є визначення того, які саме функції будинку необхідно автоматизувати. Після цього потрібно вирішити, як буде здійснюватися управління системою. Важливо не забувати про бюджет, оскільки іноді вибір способу автоматизації диктується фінансовими можливостями, а не найкращими технічними рішеннями на ринку. Зважаючи на великий обсяг вхідних даних, для зниження ризиків необхідно виконати дизайн-проект. Демонстрація замовнику симуляції роботи системи дозволить

наочно уявити її функціонування, що допоможе продумати більше сценаріїв та виявити можливі проблеми з мінімальними фінансовими витратами.

Інтелектуальну мережу можна спроектувати за допомогою Cisco Packet Tracer 7. Цей додаток містить різні розумні пристрої, а також дозволяє створювати власні пристрої, задавати їх опис, зовнішній вигляд і програмувати їхню поведінку залежно від інших пристроїв та показників навколишнього середовища.

Cisco Packet Tracer - це програмне забезпечення для створення та моделювання мереж та пристроїв IoT. Це потужний інструмент, який дозволяє експериментувати з різними сценаріями без необхідності в реальному обладнанні. Використовуючи Packet Tracer, можна розробляти та тестувати мережеві конфігурації на платформах Linux, Microsoft Windows та macOS, а також на мобільних пристроях з Android та iOS.

Ця програма дозволяє користувачам створювати віртуальні мережеві топології, додавати маршрутизатори, комутатори та інші мережеві пристрої. Зв'язок між пристроями моделюється за допомогою кабелів. Packet Tracer підтримує різні мережеві протоколи та маршрутизаційні алгоритми.

Програма Packet Tracer також надає можливість моделювання різних об'єктів, таких як розумні приміщення, заводи, дороги та мости. Це допомагає спростити процес проектування розумних будинків та інших інфраструктур. За допомогою Packet Tracer можна швидко розробити та презентувати проект замовнику.

На рисунку 2.1 представлені можливості Packet Tracer для моделювання мереж з використанням технології IoT. Програма має категорії для різних типів пристроїв, таких як маршрутизатори, комутатори, концентратори, бездротові пристрої та пристрої безпеки. Для побудови розумного будинку необхідні кінцеві пристрої (End Devices).

"Розумне Місто" може включати компоненти, які зображені на малюнку 2.4: сонячні LED-лампи, радіо-мітки, сонячні батареї, автомобілі, ліхтарі, Bluetooth маячки, вентилятори, вольтметри, датчики вітру, датчики атмосферного тиску та інші.

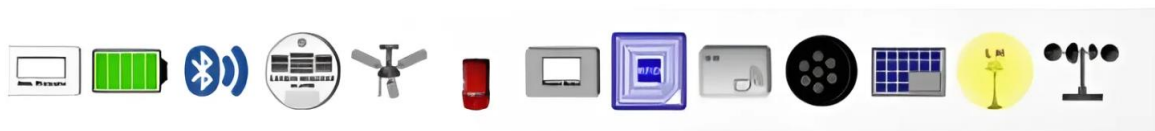


Рисунок 2.4 – Панель девайсів розумного міста

Тут також доступна категорія для промислових пристроїв і категорія для електроенергетичних систем.

Для промисловості можуть бути використані такі пристрої: датчики вогню та диму, розпилювачі води, кондиціонери, електричні чайники, сонячні панелі та батареї, датчики вітру та руху, детектори радіо-міток і багато іншого.



Рисунок 2.5 – Панель девайсів промислового IoT

Для створення енергетичних систем у Packet Tracer можна використовувати наступні компоненти: сонячні батареї, сонячні панелі, вольтметри, датчики та вітрові генератори.



Рисунок 2.6 – Панель девайсів електроенергетичної системи

Cisco Packet Tracer дає можливість розробляти мережі Інтернету речей, використовуючи мікроконтролери (MCU) та контролери сесійного кордону (SBC). Ці компоненти дозволяють програмувати окремі "розумні" пристрої або створювати власні з іншими функціями.



Рисунок 2.7 – Плати

На зображенні 2.8 представлені різноманітні виконавчі пристрої, такі як лампа сигналізації, пристрій для розпилення води, нагрівач та кондиціонер для термостату, динамік, дисплей на рідинних кристалах та інші.

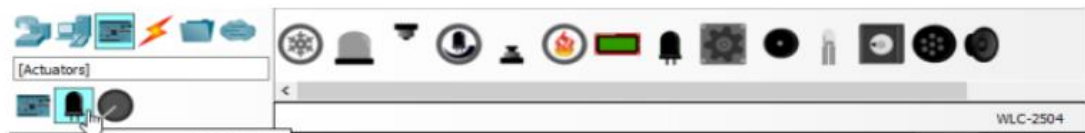


Рисунок 2.8 – Панель виконуючих пристроїв

Серед сенсорів, зображених на малюнку 2.9, можна відзначити наступне: потенціометр, датчик оточуючого середовища, фотодатчик, перемикач, вологістьмір, металодетектор, термодатчик, димовий датчик, шумовий датчик, кнопка натискання, датчик води, вітродатчик, вологіст-мір, і т.д.



Рисунок 2.9 – Панель сенсорів

Користувачам доступний зрозумілий інтерфейс для налаштування, що не вимагає спеціальних технічних вмінь або глибоких знань про симулятор. Проте для досвідчених користувачів існує можливість використання командного рядка (CLI) для конфігурування. Цей метод передбачає

використання команд, що схожі на ті, які використовуються для налаштування реальних пристроїв.

У моделюванні IoT доступні різні методи з'єднання пристроїв, що відтворюються у реальному житті.



Рисунок 2.10 – Панель дротів

Одна з корисних функцій у Cisco Packet Tracer - можливість налаштування взаємодії між пристроями в залежності від умов та стану інших пристроїв та сенсорів. Наприклад, можна налаштувати активацію камери безпеки при спрацюванні датчика руху, або автоматичне регулювання температури в будинку в залежності від зміни температури навколишнього середовища. Також можна налаштувати автоматичне увімкнення освітлення, кавоварки або чайника при відкритті входних дверей.

Ще одна важлива функція Cisco Packet Tracer - можливість розділення мережі на логічний та фізичний рівні за допомогою підсередовищ, таких як місто, будівля, контейнери та електромонтажні шафи. Це дозволяє швидко перемикатись між логічним та фізичним представленням мережі. При створенні мережевих симуляцій за логічним виглядом, всі компоненти спочатку розташовані в одному фізичному просторі.



Рисунок 2.11 – Логічний рівень

Для простого моделювання це може бути не так важливо, але для складніших сценаріїв рекомендується використовувати різні фізичні рівні, що дозволяє керувати зміною умов середовища для впливу на роботу пристроїв. Фізичне розділення дозволяє розбити мережу на різні під регіони, щоб зробити її модель більш реалістичною. Кожен фізичний рівень, за винятком електричних шаф, може мати повністю налаштовані параметри середовища. Ці параметри можуть включати різні аспекти, такі як освітленість, рівень вуглекислого газу в повітрі, сила тяжіння, швидкість вітру, вологість, радіація та інші. Cisco Packet Tracer має більше п'ятдесяти різних параметрів середовища, які можна налаштовувати.

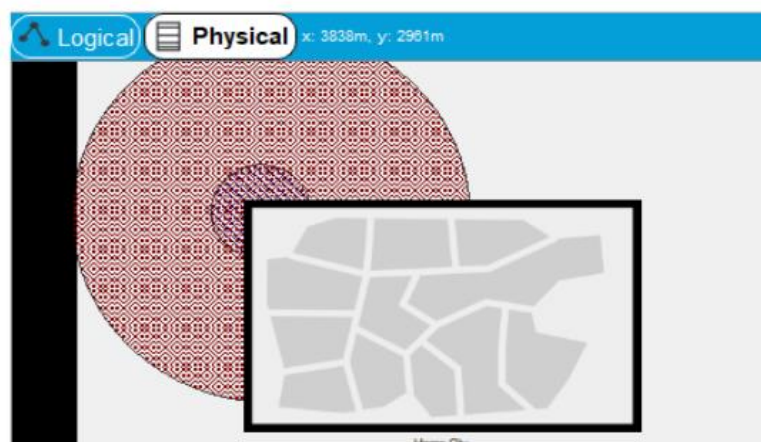


Рисунок 2.12 – Фізичний рівень

У Cisco Packet Tracer доступна можливість програмування пристроїв, які імітують роботу мікроконтролерів. Вони можуть приймати дані від різних сенсорів та виконувати команди, спрямовані на виконавчі пристрої. Для програмування використовуються мови JavaScript, Python або Blockly, доступні на вкладці "Програмування" мікроконтролера. У цій роботі був обраний Python для програмування. Після аналізу цих можливостей можна зробити висновок, що Cisco Packet Tracer 7 має широкі можливості для моделювання розумних мереж. Він часто використовується для навчальних цілей у школах та університетах. Використання Cisco Packet Tracer 7 поширене в усьому світі для імітації мереж різної складності.

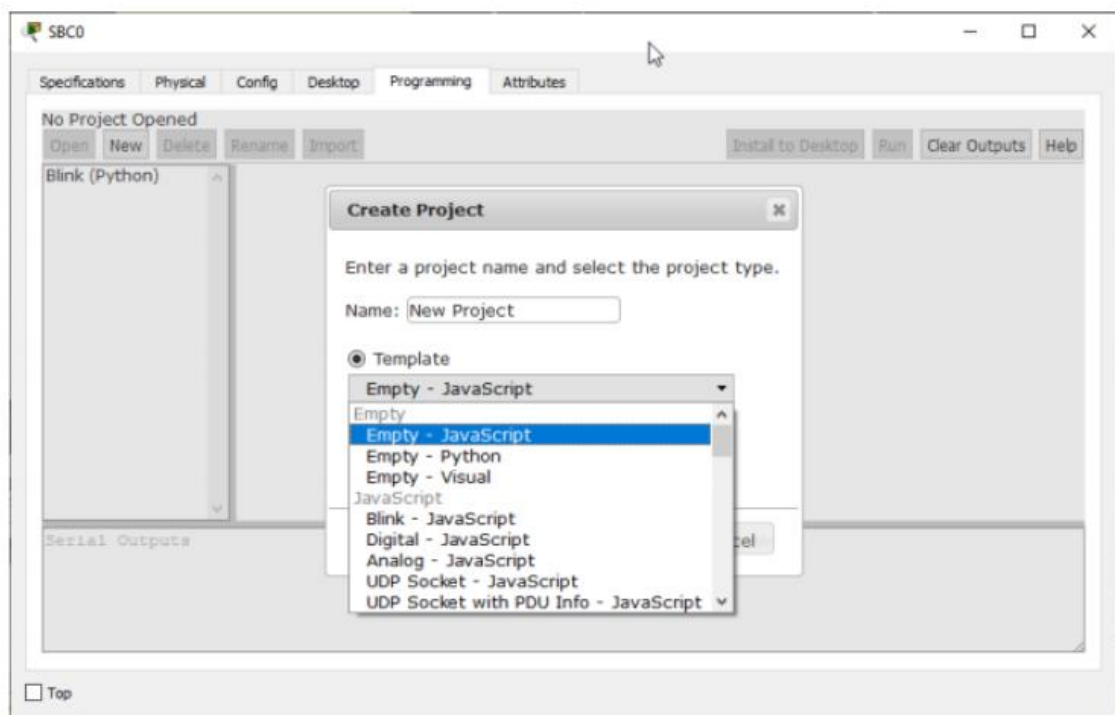


Рисунок 2.13 – Програмування мікроконтролера

Нові можливості Інтернету речей роблять Cisco Packet Tracer ще більш доступним. Це програмне забезпечення можуть використовувати користувачі з різним рівнем технічної експертизи, оскільки воно підтримує кілька мов програмування для пристроїв і датчиків (включаючи Blockly, яка є чудовим початковим кроком у вивченні програмування). Cisco Packet Tracer 7 може

бути використаний для проектування інтелектуальної мережі в особистій квартирі.

2.2 Архітектура системи управління

На сьогоднішній день розробка систем управління розумним будинком є одним із головних напрямків розвитку автоматизованих систем. Сучасна система розумного будинку з відкритою архітектурою дозволяє кожній підсистемі працювати в оптимальному режимі завдяки обміну даними з іншими системами в будівлі. Це забезпечує максимальну ефективність роботи всієї системи. Існують такі методи управління розумним будинком:

- автоматичне керування на основі датчиків;
- управління за допомогою пульта дистанційного керування і панелі управління;
- віддалене управління.

Автоматичне управління розумним будинком на основі датчиків. Система управління, що базується на датчиках і мікроконтролерах, використовується для керування такими підсистемами, як: системи клімат-контролю, безпеки, освітлення, контролю доступу тощо. Система включає такі типи датчиків: датчики присутності, диму, руху, температури, освітлення, протікання води тощо. Архітектуру системи автоматичного управління будинком на основі датчиків зображено на рисунку 2.14.



Рисунок 2.14 – Датчики

Датчики руху є автоматичними інфрачервоними вимикачами. Їх основне завдання - виявляти присутність людини. Коли людина потрапляє в зону дії датчика, він надсилає сигнал "рух виявлено" до мікроконтролера. Мікроконтролер, у свою чергу, дає команду замкнути контакти на релейній частині, і світло вмикається. Типовою помилкою є встановлення датчика руху в приміщеннях, де людина перебуває постійно, таких як кімнати, замість прохідних приміщень (коридори, сходи, комори).

Інфрачервоні вимикачі також включають датчики присутності. Вони працюють аналогічно до датчиків руху, але мають значно вищу чутливість, що дозволяє їм реагувати навіть на найменші рухи. Зазвичай такі датчики встановлюються на стелі і охоплюють всю кімнату.

Датчики присутності належать до пасивних інфрачервоних (ІЧ) датчиків, як і датчики руху або охоронні датчики руху. Вони відрізняються за внутрішньою схемою та обробкою сигналів, що визначає їх призначення:

- Після виявлення руху, датчик руху вмикає освітлення залежно від освітленості і вимикає його, якщо руху більше немає.
- Охоронний датчик руху надсилає сигнал про виявлення руху до центральної охоронної системи, незалежно від освітленості. Кількість імпульсів можна налаштувати.
- Датчик присутності вмикає освітлення залежно від освітленості і вимикає його, якщо руху більше немає або якщо освітлення достатнє. Присутність людей визначається залежно від встановленого порогу освітленості.
- Датчик присутності встановлюється на стелі і контролює площу під собою. Він має пасивний ІЧ датчик і реагує на теплові переміщення, викликані людьми, тваринами або предметами.

Датчики освітлення використовуються в системах управління освітленням для контролю рівня освітленості в приміщенні залежно від часу доби. Вони автоматично вмикають електричні джерела світла при недостатньому освітленні. Іншими словами, датчики освітлення вмикають світло в сутінках. Вони бувають малогабаритними, які можна вбудовувати безпосередньо в світильники, і стандартними, що встановлюються на стінах приміщень.

Системи з датчиками температури дозволяють регулювати температуру в приміщенні. Вони автоматично створюють комфортні умови для сну, знижуючи температуру до ночі і підвищуючи її до ранку. Для встановлення необхідної температури досить задати її значення на панелі електронного термостата або сенсорної панелі управління. Система самостійно вирішує, які теплові прилади (радіатори, теплі підлоги, вентилятори, кондиціонери) і з якою потужністю вмикати, щоб досягти заданої температури, враховуючи зовнішню температуру і необхідну швидкість прогріву.

Система безпеки з використанням димових і теплових пожежних датчиків допомагає запобігти займанням, своєчасно повідомляючи власнику про місце і тип потенційного загоряння. Повідомлення можуть надходити на

візуалізаційні системи, такі як монітори, телевізори, сенсорні панелі, мобільні та стаціонарні телефони.

Управління розумним будинком за допомогою пульта дистанційного керування та панелі управління.

Пульти дистанційного керування та панелі управління є найпоширенішими пристроями для управління. Вибір пультів дистанційного керування дуже великий: від моделей з однією кнопкою до універсальних пультів, що можуть керувати майже всіма побутовими приладами. Пульт передає сигнали до трансивера, який перетворює їх на команди, що передаються електричною мережею. Трансивер може бути окремим пристроєм або інтегрованим з іншим.

Підключивши трансивер до звичайної електричної розетки, можна дистанційно "включати/вимикати" електроприлади, регулювати яскравість освітлення, а також вмикати та вимикати світло. Це дуже зручно, оскільки дозволяє управляти освітленням та побутовими приладами з будь-якої точки будинку.

Основні компоненти системи:

- Пульт дистанційного керування
- Трансивер (приймально-передавач)

Пульт дистанційного керування використовується для передачі основних команд, таких як увімкнення/вимкнення світла або зміна яскравості. Існують різні методи передачі сигналів: ІЧ, радіо і Bluetooth.

Найбільш поширеним пультом є універсальний пульт, який може керувати кількома побутовими пристроями. Трансивер передає сигнали від пульта до інших пристроїв через електропроводку, забезпечуючи управління з будь-якого місця в будинку. Деякі трансивери можуть самі керувати електроприладами, виконуючи команди, надіслані з пульта.

Система віддаленого управління дозволяє керувати будинком з комп'ютера або мобільного телефону. Для цього необхідний сервер системи "розумний будинок", який інтегрується в локальну мережу (через кабель або

Wi-Fi) і підключається до інформаційної системи управління. Сервер виконує роль посередника, перенаправляючи команди з локальної мережі до керуючих пристроїв будинку і збираючи інформацію від систем будинку для передачі її користувачу.

Оскільки сервер є веб-сервером, для взаємодії з ним використовується звичайний веб-браузер. Це означає, що при підключенні локальної мережі до Інтернету можна керувати будинком з будь-якого місця, будь то стаціонарний комп'ютер, ноутбук, телефон або комунікатор. Навіть якщо під рукою немає жодного з цих пристроїв, можна скористатися мобільним телефоном, оскільки сервер підтримує WAP технологію.

Інтернет-сервер розумного будинку також виконує функцію зворотного зв'язку між будинком і його власником. За допомогою веб-камер, сервер може в режимі реального часу передавати зображення різних частин будинку через Інтернет. Крім того, сервер може повідомляти про будь-які події, що відбулися під час вашої відсутності.

Віддалене управління зазвичай здійснюється через мобільний телефон або Інтернет. Практичність цієї функції очевидна. Завчасно ввімкнувши освітлення, можна створити комфортну атмосферу з потрібним освітленням і температурою до свого приїзду. Або, надіславши запит зі свого телефону, ви можете дізнатися про поточний стан системи і при необхідності налаштувати її. Для захисту від несанкціонованого доступу зазвичай використовується парольна аутентифікація.

Висновки до розділу 2 .

Cisco Packet Tracer надає широкі можливості для створення ІТ-систем розумного будинку. Цей потужний симулятор дозволяє користувачам моделювати і тестувати різноманітні пристрої та мережі, інтегруючи датчики, мікроконтролери та інші компоненти системи IoT. Завдяки зручному інтерфейсу та гнучким інструментам, Cisco Packet Tracer дає змогу детально опрацьовувати сценарії автоматизації, забезпечуючи ефективне

управління освітленням, опаленням, безпекою та іншими аспектами розумного будинку. Це робить його ідеальним інструментом для навчання і розробки сучасних IT-рішень у сфері домашньої автоматизації.

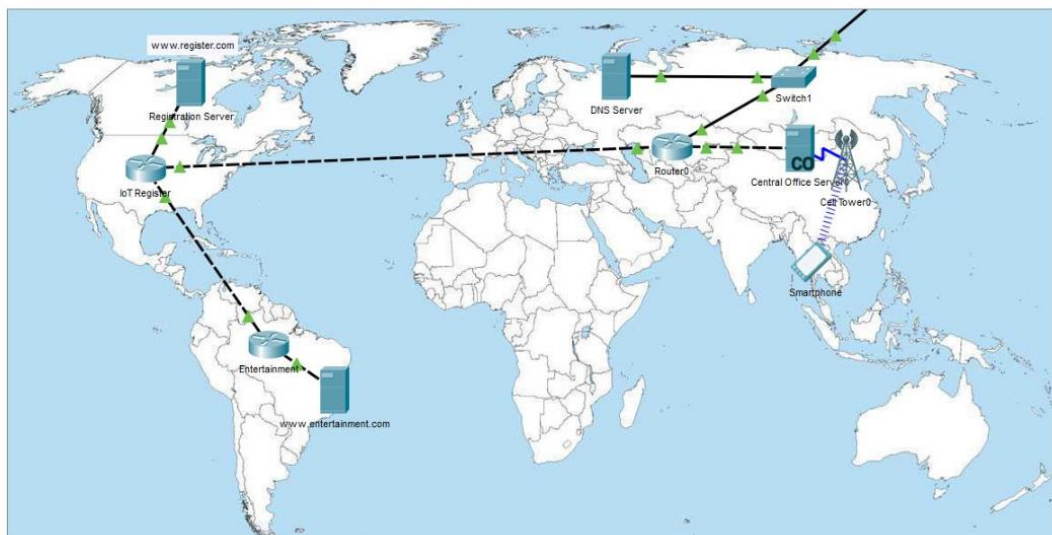


Рисунок 3.2 – Топологія IPS-Internet кластеру та мережі стільникового зв'язку

Для зручності користувачів були створені кнопки швидкої навігації (рис. 3.3). Натиснувши кнопку «Home», користувач потрапляє всередину «розумного будинку» (рис. 3.1), де можна побачити безліч налаштованих IoT пристроїв. Натиснувши кнопку «IPS-Internet», користувач переходить до IPS-Internet кластеру, що дозволяє моніторити IoT будинок з будь-якої точки світу.

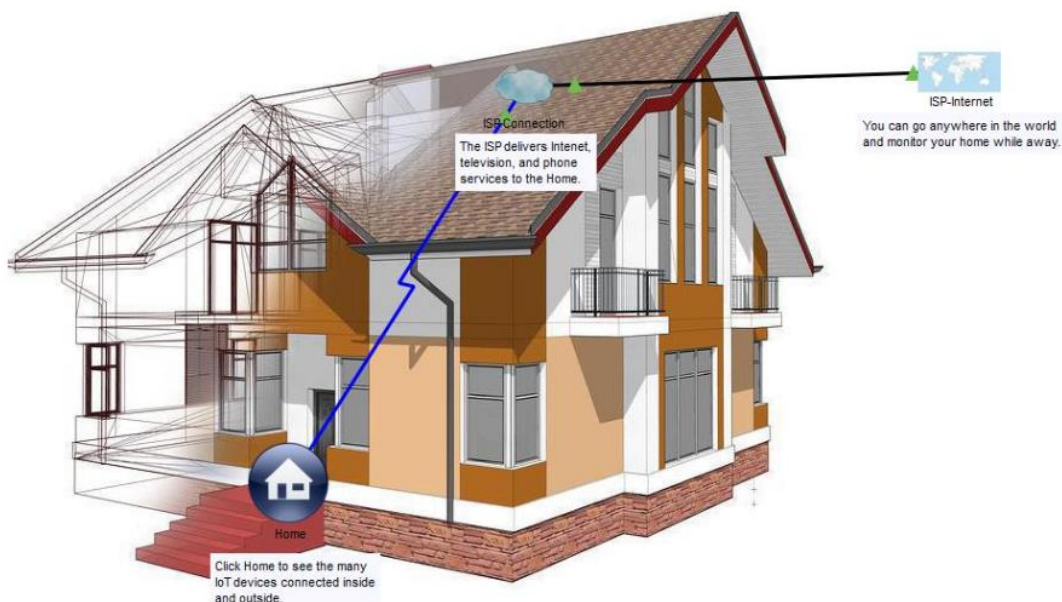


Рисунок 3.3 – Швидка навігація

Маршрутизатор ISP (постачальник інтернет-послуг), як показано на малюнку, використовується для об'єднання всіх мережевих інтерфейсів і

налаштування DHCP-сервера для автоматичного призначення динамічних IP-адрес, незалежно від того, чи є пристрій частиною Інтернету речей. Налаштування маршрутизатора ISP виконується через інтерфейс командного рядка в Cisco Packet Tracer.

Сервер центрального офісу підключає стільникову вежу до маршрутизатора ISP, забезпечуючи передачу інформації між ними. Після налаштування DHCP і DNS серверів на маршрутизаторі ISP, сервер центрального офісу автоматично отримує IP-адреси від провайдера. Стільникова вежа забезпечує покриття мобільним зв'язком, дозволяючи керувати домашньою технікою віддалено. Підключення до будинку можливе через внутрішню Wi-Fi мережу або віддалено за допомогою смартфона, використовуючи 3G/4G зв'язок.

Для наближення схеми до реальної, налаштовано було два додаткові сервери.

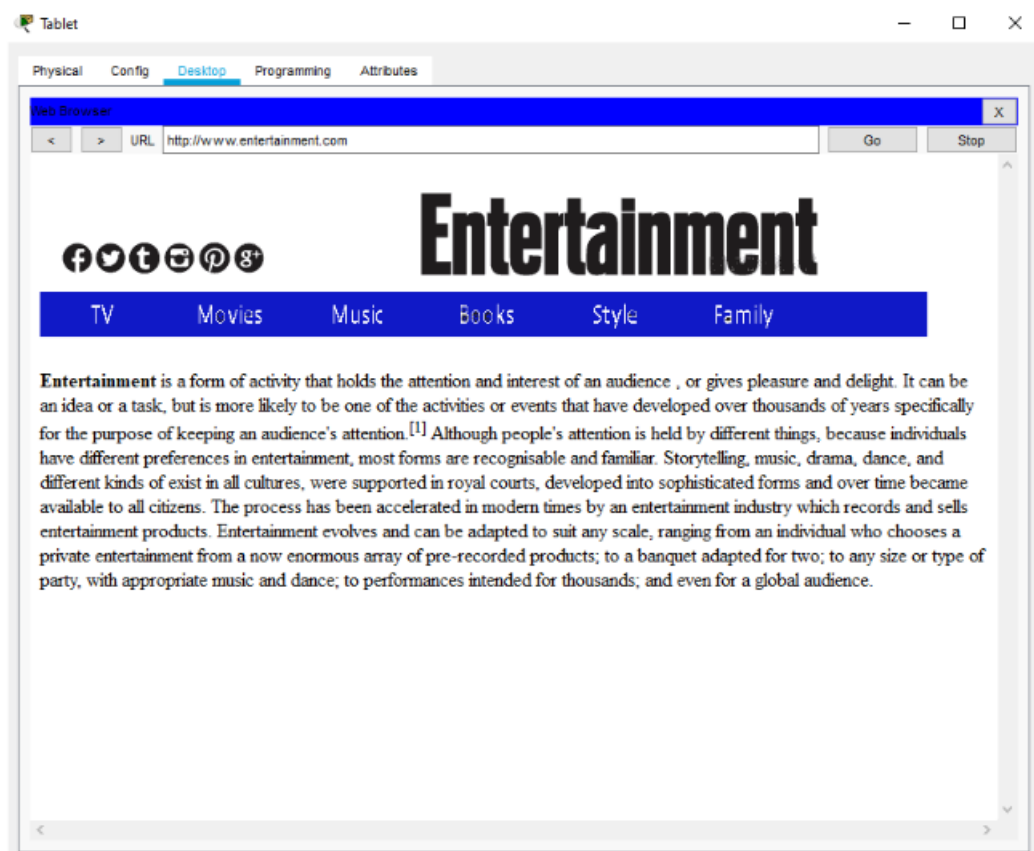


Рисунок 3.4 – HTTP сторінка Entertainment веб-серверу

Другий сервер – Registration веб-сервер, створений для реєстрації нових користувачів у мережі. Таким чином, можна зареєструвати членів родини або друзів для управління «розумним будинком», надавши їм доступ до персональних налаштувань пристроїв у будинку. Після натискання кнопки «Sign up now» користувач перенаправляється на сторінку створення нового акаунту. Там необхідно вигадати логін та пароль для майбутнього входу (рис. 3.5). Крім того, веб-сервер реєстрації використовується як віддалений IoT сервер для конфігурації та управління пристроями, попередньо налаштувавши їх відповідним чином.

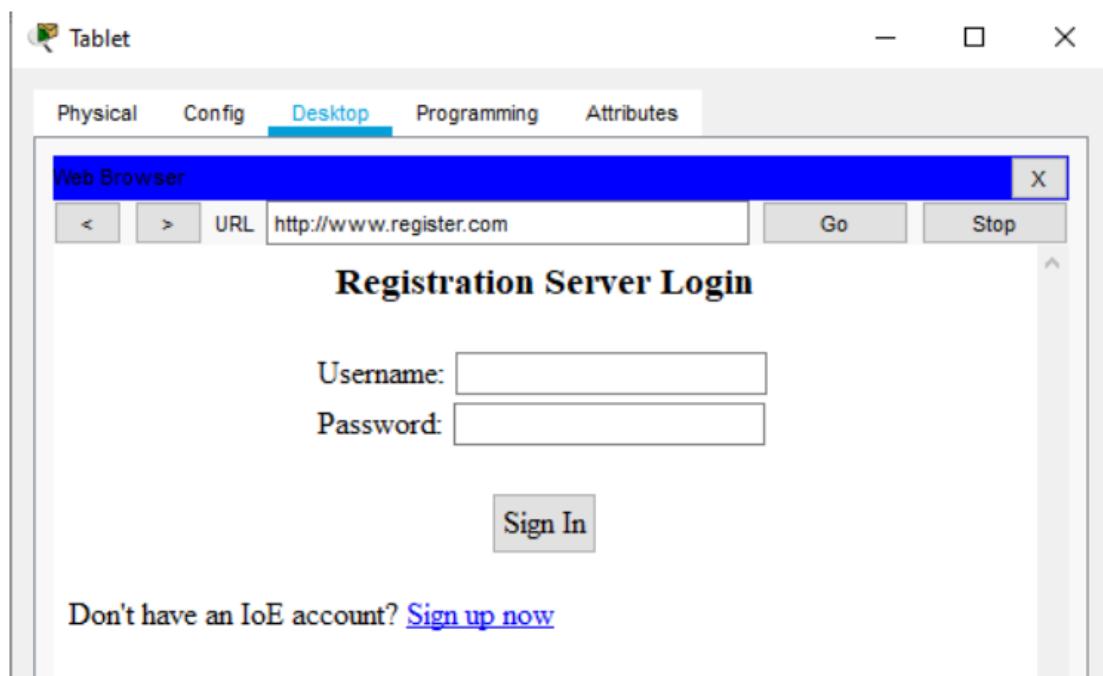


Рисунок 3.5 – Сторінка авторизації Registration веб-серверу



Рисунок 3.6 – HTTP сторінка створення нового аккаунту

Для встановлення зв'язку між елементами схеми, сервер реєстрації з'єднуємо з маршрутизатором реєстрації IoT за допомогою мідного кросовера, а сервер розваг – з маршрутизатором розваг і маршрутизатором реєстрації IoT. Маршрутизатори між собою з'єднуються через порти Gigabit Ethernet (для серверів використовуються порти Fast Ethernet). Маршрутизатор реєстрації IoT під'єднується до головного маршрутизатора мідним кросовером через порти Gigabit Ethernet. Головний маршрутизатор підключений до комутатора ISP та серверу центрального офісу. Сервер центрального офісу з'єднаний коаксіальним кабелем з стільниковою вежею провайдера Telefonica, яка поширює сигнал 3G/4G для мобільних пристроїв. З іншого порту Fast Ethernet комутатор підключений мідною витю парою до DNS сервера.

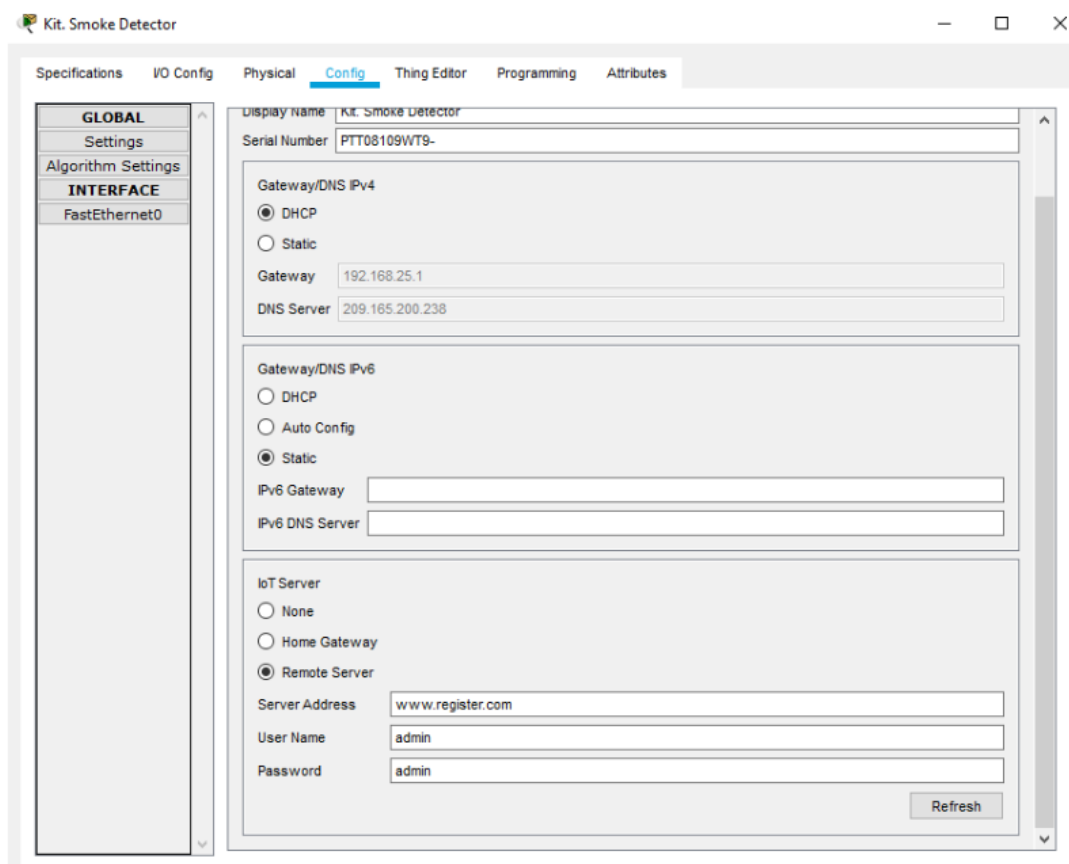


Рисунок 3.7 – Налаштування детектору диму, де Registration веб-сервер використовується як віддалений IoT сервер

До хмари ISP були додані порти PT-Cloud-NM-1CFE та два порти PT-Cloud-NM1CX для забезпечення підключення до локальної мережі, модему та сервера стільникового зв'язку. Коаксіальний кабель підключає коаксіальний спліттер, який, в свою чергу, з'єднаний з телевізором і модемом.

Для більш точного тестування було вимкнено можливість прийому 3G сигналу на планшеті, а для смартфона цю можливість увімкнено, з вказівкою назви провайдера – Telefonica, що відповідає налаштуванням вишки і сервера.

Мікроконтролери з'єднані з інтелектуальними пристроями IoT за допомогою кабелю Custom Cable, яким також підключені батарея, кавоварка, веб-камера, "смарт-двері" та сонячна батарея для забезпечення їх роботи від сонячної енергії. Так само поєднано термостат з приладом опалення і охолодження. Пристрої розумної мережі передають сигнали на домашній

шлюз. Для подальшої роботи встановлено IP-адресу шлюзу, SSID - HomeGateway, а також WPA2-PSK шифрування і пароль.

Домашній шлюз використовується для аналізу поведінки та контролю якості мережі. Він збирає дані з системних елементів, аналізує отримані пакети, формує файли CSV та передає їх на сервер, а також відправляє сигнали іншим елементам інтелектуальної мережі, забезпечуючи наявність послуг TCP, DNS, HTTP.

Розумні мережі зазвичай поєднують бездротові та дротові з'єднання. У цьому проекті розглянуто обидва варіанти. Підключені пристрої сонячної панелі та акумулятора забезпечують безперебійне живлення. Використовується широко розповсюджений протокол KNX, європейський стандарт для проектування смарт-мереж.

Налаштування дротового підключення розглянемо на прикладі димового детектора на кухні. Зі списку "З'єднань" вибрано елемент під назвою Copper Straight Through (мідна звита пара) і підключено детектор до комутатора 2960. Комутатор було додано в схему для забезпечення можливості підключення більшої кількості інтелектуальних пристроїв. Комутатор 2960 підключено до доступного інтерфейсу домашнього шлюзу через порти FastEthernet0/24 – FastEthernet0/1.

Зелені індикатори ламп підтвердили правильність підключення, після чого виконано подальші налаштування. Відкрито детектор → Advanced → вкладку Config, де вказано ім'я, IP-адресу, віддалений сервер із зазначенням IP-адреси шлюзу, логіну та паролю до системи. Аналогічно підключено інші пристрої фізичної LAN мережі.

Налаштування бездротової мережі розглянемо на прикладі "розумної кавоварки" (рис. 3.8).

Спершу додано бездротовий модуль – у налаштуваннях Advanced на вкладці I/O Config вибрано бездротовий адаптер PT-IOT-NM-1W. На вкладці Config вказано ім'я та IoT-сервер – Home Gateway. На вкладці Wireless0 вказано SSID – HomeGateway, тип автентифікації WPA2-PSK та пароль.

Важливо зазначити, що тип з'єднання можна змінити в будь-який момент. Налаштовано доступ із кінцевих пристроїв, таких як планшет і смартфон, для керування та моніторингу мережі. Специфіка конфігурації дозволяє не вибирати тип адаптера. Інші налаштування подібні до описаних вище.

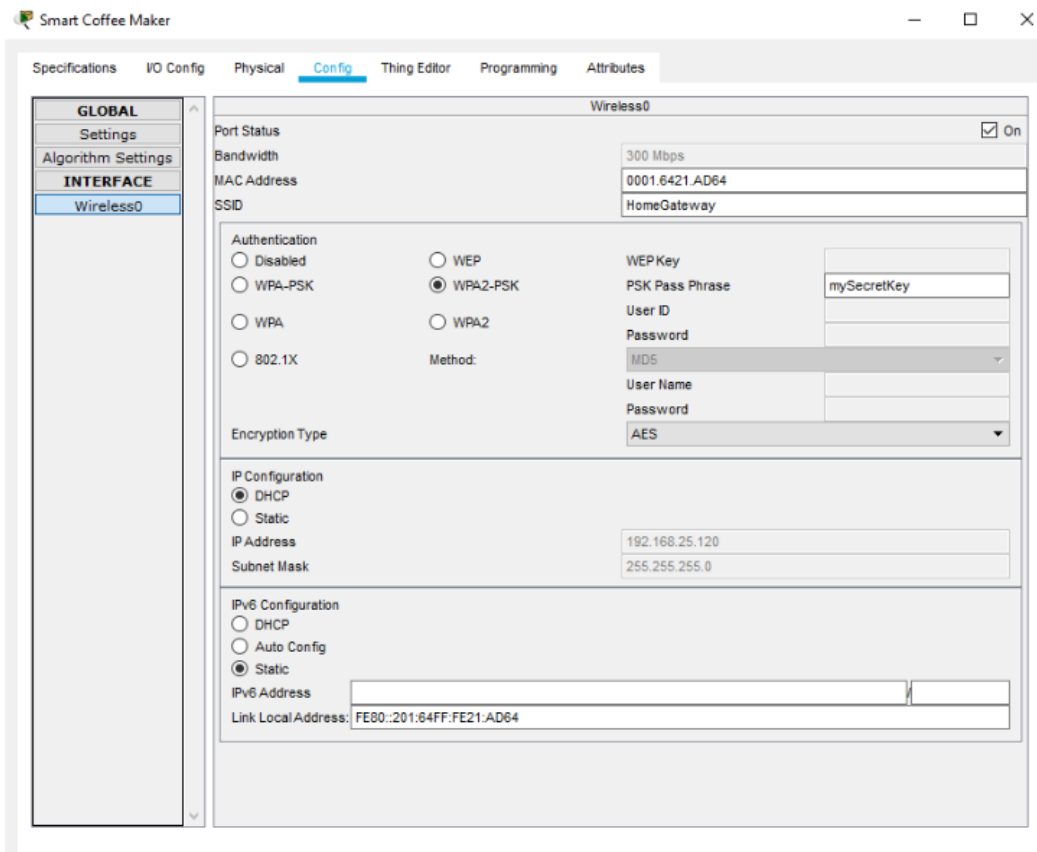


Рисунок 3.8 – Налаштування аутентифікації для віртуальної мережі

Для моніторингу мережі за допомогою мобільних пристроїв, на вкладці Desktop було обрано веб-інтерфейс шлюзу. Введено адресу сервера, логін та пароль для входу. Доступ до екрану керування пристроями системи показано на рисунку 3.9, де на панелі можна вмикати/вимикати пристрої, керувати налаштуваннями тощо (рис. 3.10).



Рисунок 3.9 – Доступ до веб-інтерфейсу шлюзу через планшет

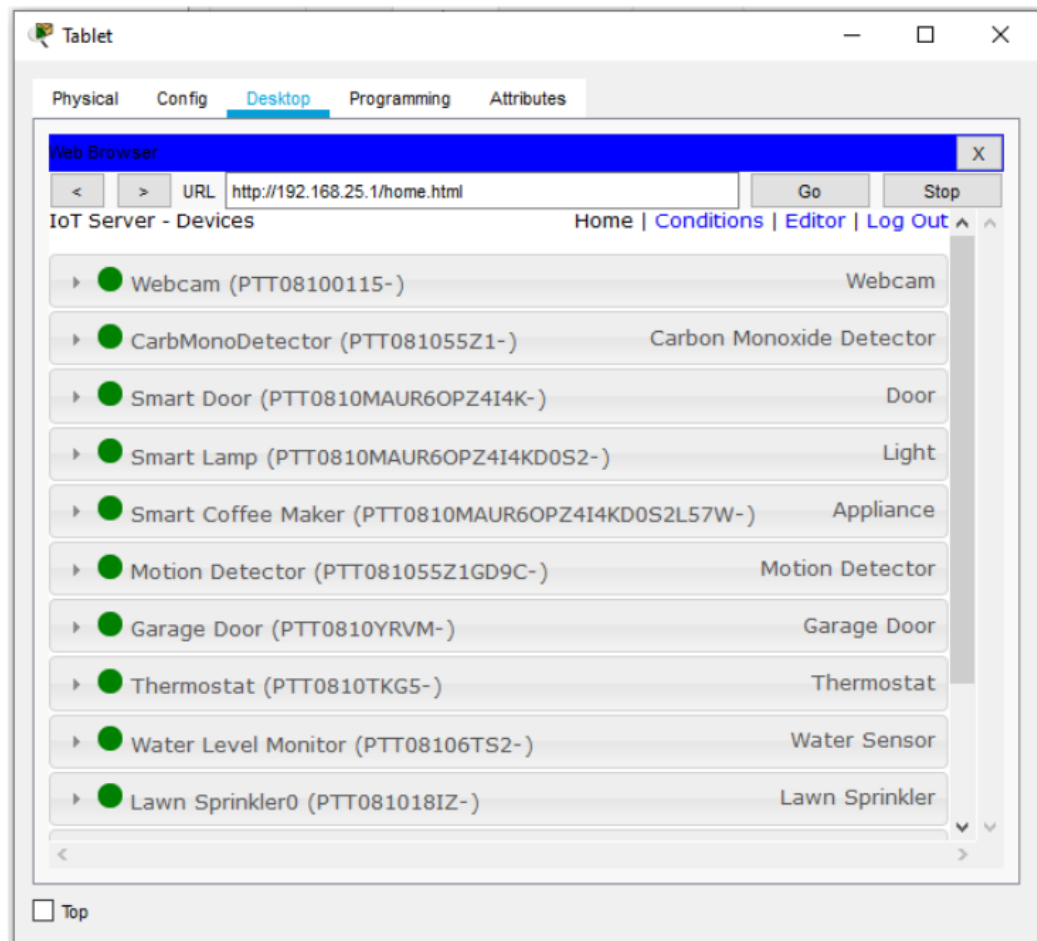


Рисунок 3.10 – Веб-інтерфейс планшету для керування інтелектуальною мережею

На рисунку 3.11 показана схема, отримана в результаті проекту «Smart Home». При необхідності цю мережу можна розширити аналогічними

3.2 Програмна реалізація і тестування

У Cisco Packet Tracer користувач має можливість створити модель «розумного будинку» та симулювати роботу датчиків, мікроконтролерів та інших пристроїв. Деякі з них потребують спеціального налаштування та програмування. Смарт-пристрої можна активувати, натиснувши на них лівою кнопкою миші при одночасному натисканні клавіші Alt на клавіатурі. Пристрої також можуть автоматично активуватися в залежності від змін умов навколишнього середовища. Наприклад, у цій роботі реалізовано смарт-сонячну батарею, яка живить пристрої вдома протягом дня за рахунок сонячної енергії. Налаштування правил взаємодії між пристроями здійснюється через веб-інтерфейс. Якщо цього функціоналу недостатньо, Cisco Packet Tracer 7 дозволяє програмувати пристрої згідно з потребами користувача. У цій роботі реалізовані та описані всі ці можливості.

Користувач має доступ до спеціального вікна «Home» у браузері для керування системою «розумного будинку». За потреби можна перейти на вкладку Conditions та створити власні правила, що визначають умови взаємодії інтелектуальних пристроїв. Правила налаштовуються на основі простих умов if-then, що підтверджує легкість конфігурації інтелектуальної системи для звичайного користувача. Наприклад, налаштовано, що веб-камера активується при спрацьовуванні датчика руху.

Edit Rule [X]

Name

Enabled ☒

If:

Match All + Condition + Group

Motion Detector On is true -

Then set: + Action

Webcam On to true -

OK Cancel

Рисунок 3.12 – Налаштування правил автовмикання веб-камери при активації детектору руху

Для перевірки роботи детектора руху його активують переміщенням миші при натиснутій клавіші Alt на клавіатурі. Після цього він автоматично вмикається через 5 секунд. Таким чином, коли курсор наближається до детектора, він вмикається і активує веб-камеру. На рисунках 3.12 і 3.13 показано інтерфейси пристроїв у активному та пасивному станах. На рисунку 3.13 демонструється, як детектор руху активується і вмикає веб-камеру. Через веб-інтерфейс можна спостерігати, що відбувається на вулиці. При цьому «смарт-двері» автоматично зачиняються, забезпечуючи безпеку мешканців будинку.

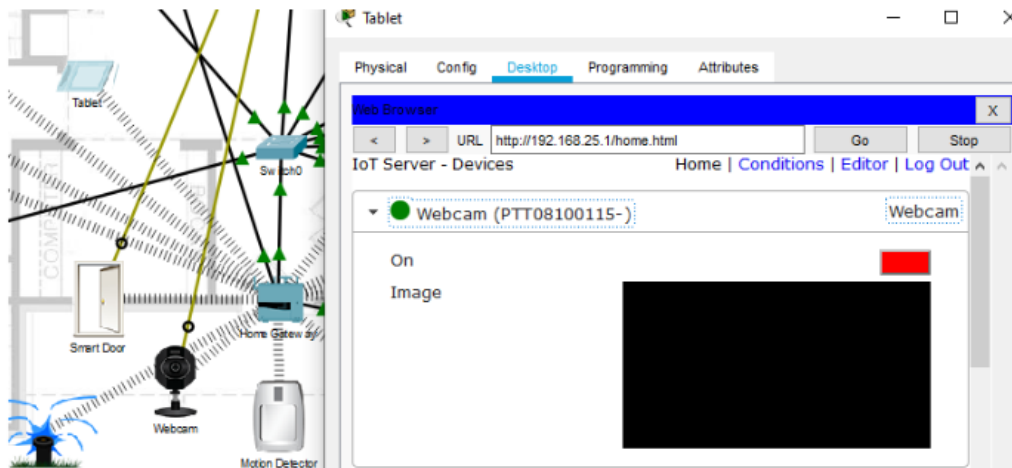


Рисунок 3.13 – Вимкнений детектор руху і камера спостереження

Відповідно, на рисунку 3.13 детектор руху вимкнений, та камера спостереження вимкнена. «Смарт-двері» відчинені.

Перейдемо до налаштування автоматичного відкривання гаражних дверей у випадку, коли детектор чадного газу виявляє рівень вище 0,2. Для цього використовували IoT "старий автомобіль" для збільшення рівня газу. Активація відбувається шляхом натискання курсору з клавішею Alt. Ця комбінація клавіш відкриє гаражні двері, якщо власник заведе машину, що допоможе запобігти аваріям, пов'язаним з газом. Налаштування здійснені шляхом задання умови на вкладці Conditions веб-інтерфейсу планшету. Перевіряємо, що ворота зачинені при нормальному рівні газу. Для тестування роботи механізму активували автомобіль за допомогою лівої клавіші миші та кнопки Alt на клавіатурі. Як показано на рисунку 3.14, рівень чадного газу піднявся до 0,3 на детекторі, і ворота відчинилися.

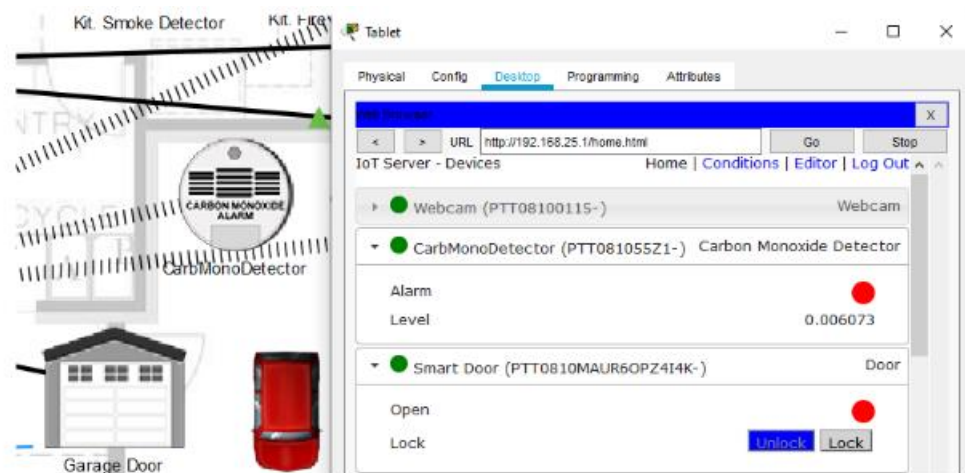


Рисунок 3.14 – Рівень чадного газу

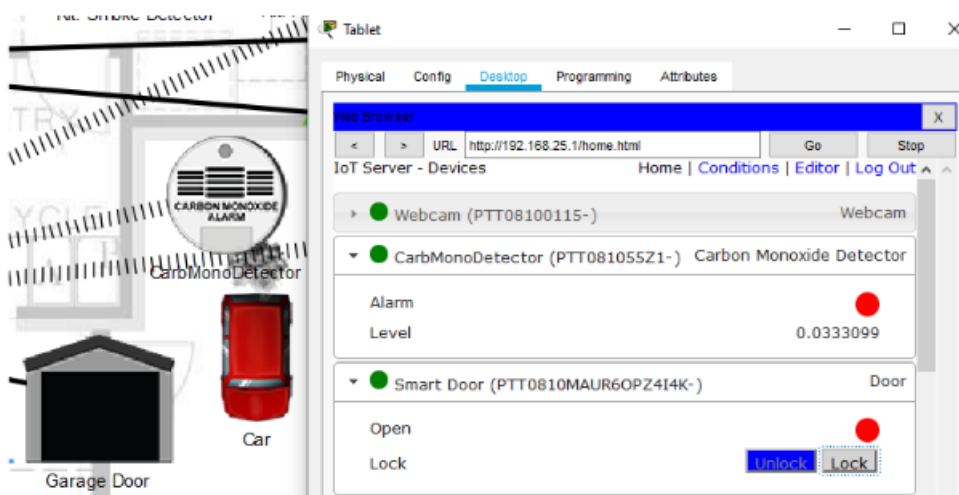


Рисунок 3.15 – Рівень чадного газу >0.2 , двері гаражу відчинені

Для забезпечення безперебійного живлення "розумного будинку" було використано альтернативні джерела енергії. У симуляторі була змодельована робота сонячної панелі та акумулятора. Пристрої підключені один до одного за допомогою спеціального IoT кабелю і кожен з них окремо підключений до шлюзу. Графік освітленості налаштовано у вкладці "Навколишнє середовище" (рис.3.15). З графіка видно, що від 12-ї години ночі інтенсивність сонячного світла починає зростати, досягаючи максимуму о 12-й годині дня, після чого поступово зменшується.

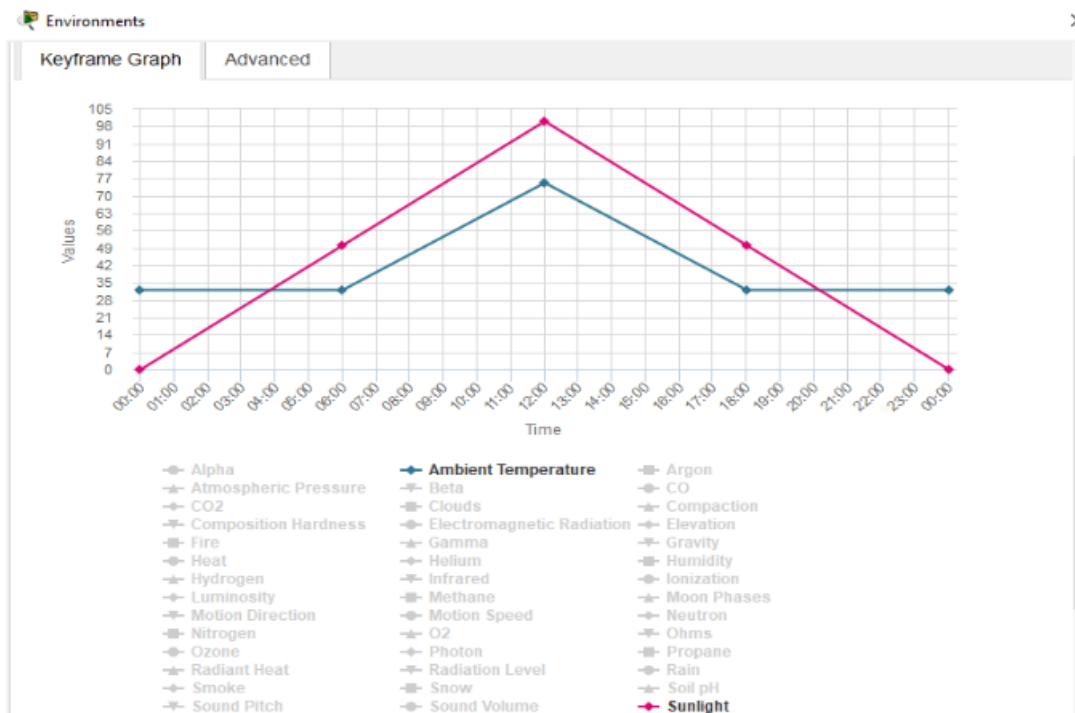


Рисунок 3.16 – Графік зміни температури та сонячного світла протягом доби

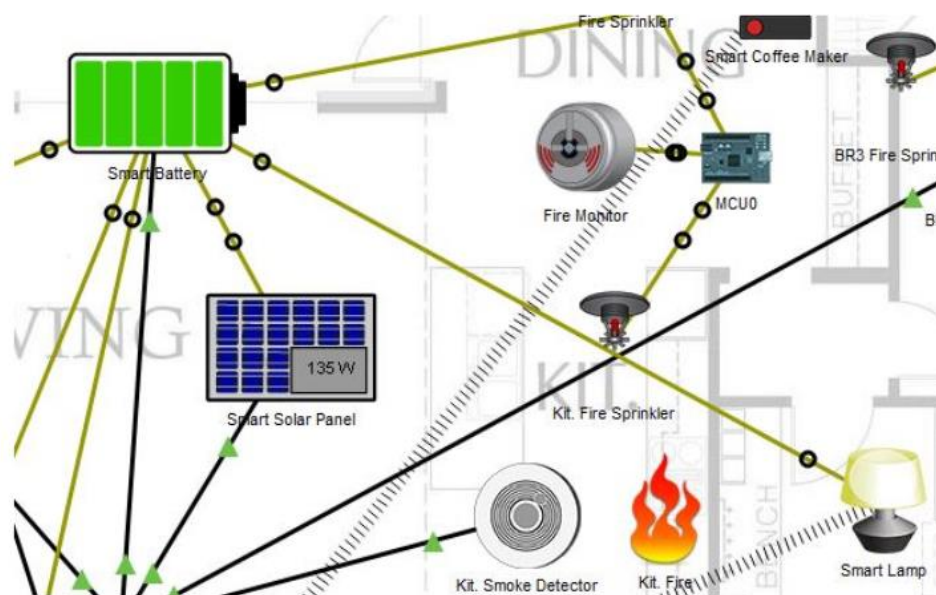


Рисунок 3.17 – Розподілення заряду на «розумні пристрої»

Було перевірено, чи сонячна панель отримує живлення протягом дня і, якщо необхідно, розподіляє заряд акумулятора до підключених пристроїв,

таких як кавоварка, лампи, веб-камера та двері. Відповідно до цього змінюється швидкість заряду акумулятора.

Далі розглянемо систему пожежної безпеки в спальні. Вона реалізована за допомогою програмованого мікроконтролера, датчика диму, пристрою моніторингу пожежі та водного розприскувача. Датчики диму підключені до домашнього шлюзу через комутатор за допомогою витой пари. Водний розприскувач і пристрій моніторингу пожежі підключені до мікроконтролера спеціальним IoT кабелем. Таким чином, MSU отримує аналоговий сигнал про наявність пожежі та передає його іншим пристроям (рис. 3.18). Датчики диму та пожежі розташовані по всьому будинку, проте, при виявленні вогню, розприскувачі активуються лише в тій кімнаті, де виникла пожежа.

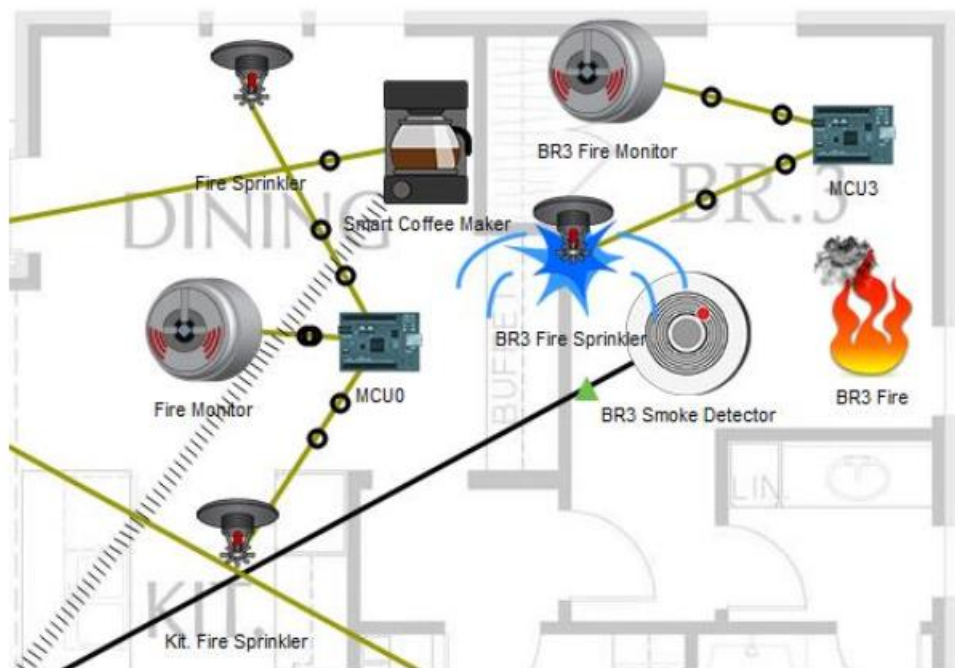


Рисунок 3.18 – Спрацювання пожежної безпеки

Водні розприскувачі всередині будинку і на ганку налаштовані по-різному (рис. 3.19). Коли активуються розприскувачі в будинку, зовнішні розприскувачі автоматично вимикаються для ефективнішого використання води. Це забезпечується спеціальним пристроєм, який контролює рівень води.

Edit Remove	Yes	Turn on sprinkler	Match all: - Water Level Monitor Water Level < 20 cm - Lawn Sprinkler Status is false	Set Lawn Sprinkler0 Status to true Set Lawn Sprinkler Status to true
Edit Remove	Yes	Turn off sprinklers	Match all: - Lawn Sprinkler Status is true - Water Level Monitor Water Level > 50 cm	Set Lawn Sprinkler0 Status to false Set Lawn Sprinkler Status to false

Рисунок 3.19 – Правила ввімкнення розприскувачів води на ганку

Кавоварка та «смарт-світло» також налаштовані на включення за певними умовами (рис. 3.19). При відкритті дверей кавоварка автоматично починає працювати, а світло вмикається. Це створює комфорт для власника будинку.

Edit Remove	Yes	Coffee	Smart Door Open is true	Set Smart Coffee Maker On to true
Edit Remove	Yes	Light	Smart Door Lock is Unlock	Set Smart Lamp Status to On

Рисунок 3.20 – Правила ввімкнення кавоварки та джерела світла

Для регулювання клімату використовується термостат, який спостерігає за температурою в приміщенні. Монітор температури це пристрій, що збирає дані про температуру з навколишнього середовища й перетворює їх у зрозумілу форму. Налаштування термостата через веб-інтерфейс (рис. 3.19) та вибір автоматичного режиму (рис. 3.20) - це найзручніший спосіб для користувача керувати температурою у будинку.

Edit Remove	Yes	Cooling	Thermostat Temperature >= 75.0 °F	Set Thermostat Auto Cool Temperature to 68.0 °F
Edit Remove	Yes	Heating	Thermostat Temperature < 32.0 °F	Set Thermostat Auto Heat Temperature to 68.0 °F

Рисунок 3.21 – Правила ввімкнення охолоджувального та нагріваючого елементів

Отже, термостат реагує на зміну температури, спрацьовуючи на підігрівання при температурі нижче 32 градусів за Фаренгейтом і на охолодження, якщо температура перевищує 75 градусів за Фаренгейтом. Температура в приміщенні також залежить від температури навколишнього середовища. На графіку (рис. 3.21) можна побачити, як змінюється температура протягом доби. З 12:00 до 6:00 ранку температура становить 32

градуси, потім поступово зростає. О 12:00 досягається максимальне значення - 72 градуси, а потім поступово зменшується до 32 градусів о 6:00 вечора.

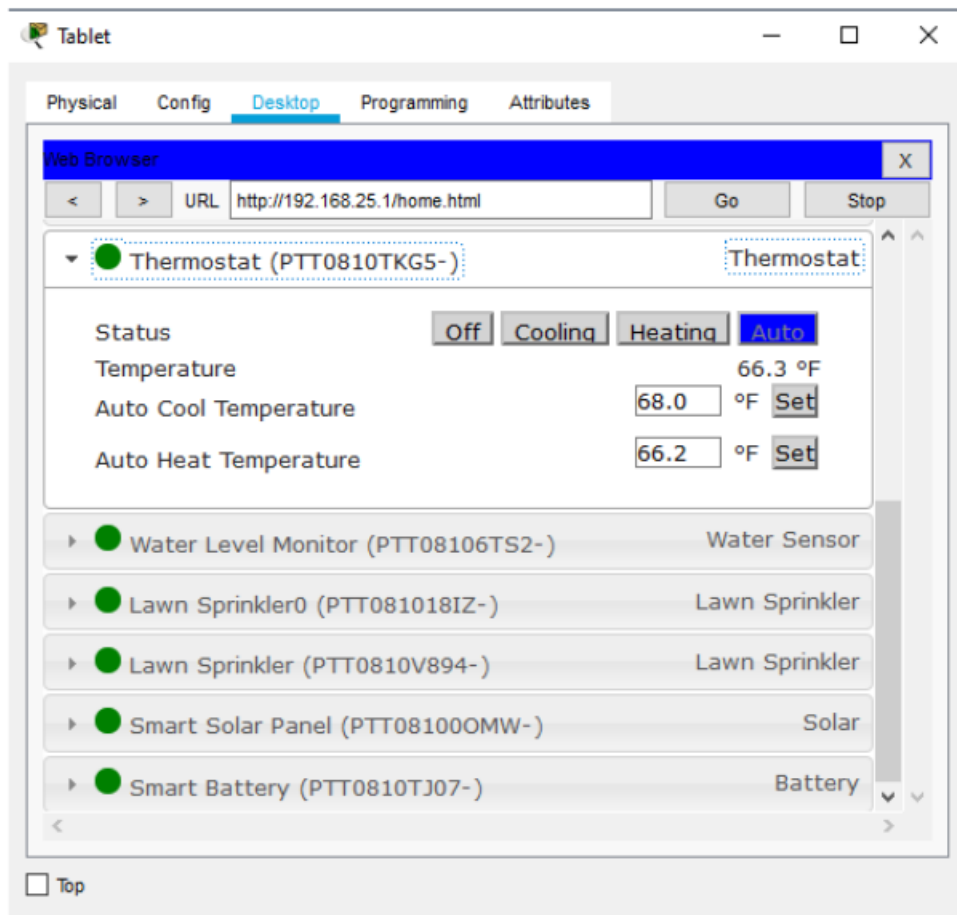


Рисунок 3.22 – Управління термостатом з веб-інтерфейса

Таким чином, було програмно реалізовано інтелектуальну мережу «розумного будинку» у симуляторі Cisco Packet Tracer 7.

ВИСНОВКИ

У цій роботі було виконано розробку, моделювання та тестування системи "розумного будинку" з використанням програми Cisco Packet Tracer. У процесі виконання роботи було проаналізовано існуючі системи розумного дому, розроблено блок-схему системи, реалізовано програмне управління різними пристроями та проведено симуляцію роботи системи в середовищі Cisco Packet Tracer.

Результати дослідження підтвердили ефективність розробленої системи розумного дому, яка забезпечує автоматизацію та контроль освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря, систем безпеки та інших побутових пристроїв. Використання технологій Інтернету речей (IoT) та їх інтеграція в єдину мережу сприяє підвищенню зручності, безпеки та ефективному використанню ресурсів у будинку.

Отримані результати дозволяють стверджувати, що розроблена система є надійною і функціональною, а її впровадження може значно покращити якість життя мешканців. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення та розширення функціональних можливостей системи, а також на інтеграцію нових технологій і пристроїв для досягнення ще більшого рівня автоматизації та комфорту.

Ця робота демонструє потенціал використання програмних засобів, таких як Cisco Packet Tracer, для моделювання та тестування складних систем розумного дому, що є важливим кроком у напрямку розвитку сучасних технологій і інновацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dickson B. How to prevent your IoT devices from being forced into botnet bondage [Електронний ресурс] / Dickson. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://techcrunch.com/2016/08/16/how-to-prevent-your-iot-devices-from-beingforced-into-botnet-slavery/>.
2. Cisco Networking Academy. Introduction to IoT [Електронний ресурс] / Cisco.–2020.–Режим доступу до ресурсу: [https://1331758.netacad.com/courses/1012514\](https://1331758.netacad.com/courses/1012514/)
3. Smart Home Statistics [Електронний ресурс] / Jaleesa Bustamante – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://ipropertymanagement.com/research/iotstatistics>
4. Khajenasiri I, Estebasari A, Verhelst M, Gielen G. A review on internet of things for intelligent energy control in buildings for smart city applications. Energy Procedia [Електронний ресурс] / Khajenasiri. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217302692?via%3Dihub>
5. Smart Home [Електронний ресурс] / James Chen – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.investopedia.com/terms/s/smart-home.asp>
6. Ibrahim M, El-Zaart A, Adams C Smart sustainable cities roadmap: readiness for transformation towards urban sustainability [Електронний ресурс] / El-Zaart. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670717302469?via%3Dihub>
7. Протоколы умного дома: новейшие технологии для комфортной жизни [Електронний ресурс] – 2017 – Режим доступу до ресурсу: <https://techhouse.su/protokoly-umnogo-doma-novejshie-texnologii-dlyakomfortnojzhizni/>

8. Internet of Things In Smart Home [Електронний ресурс] – 2019 – Режим доступу до ресурсу: <https://scand.com/company/blog/internet-of-things-in-smart-home/>

9. Old versions of Cisco Packet Tracer - V7.1, v7.0, v6.3, v6.2 [Електронний ресурс]. – 2020 – Режим доступу до ресурсу: <https://www.geekdashboard.com/cisco-packet-tracer-download/>

10. Розумний будинок — з чого він складається та чи потрібен вам [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://nachasi.com/2018/06/25/smart-house-faq/>

11. Как команда Ajax Systems создает охранные системы в Украине. И продала уже 1 млн устройств [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://ain.ua/2019/01/09/kak-rabotaet-ajax/>

12. Украинский стартап Ecoisme закрывается [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://ain.ua/2019/06/26/ecoisme-zakryvaetsya/>

13. Львівський стартап uMuni працює над системою енергозбереження, яка економить до 15% [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://ain.ua/2015/10/29/lvovskij-startap-umuni-rabotaet-nad-sistemojenergoberezheniya-kotoraya-ekonomit-do-15/>

14. What is CLAP? Why is CLAP? / Official CLAP Company web-site [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://clap.ua/en>

15. 50 человек в команде и производство в Виннице. Как стартап CLAP создает в Украине отечественную систему «умного дома» / Вера Черныш. [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://mc.today/50-chelovek-v-komande-i-proizvodstvo-v-vinnitse-kak-startapclap-sozdaet-v-ukraine-otechestvennuyu-sistemu-umnogo-doma/>

16. Як працює система «розумного будинку» CLAP, яку встановлять у 20 тис. Квартир "Укрбуду" [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://abcnews.com.ua/ru/markets/kak-rabotaet-sistema-umnogo-domaclap-kotoruiu-ustanoviat-v-20-tys-kvartir-ukrbuda>

17. Sefer, Mohanad Mohammed, Shadha Adnan. Faculty of Engineering, Altinbas University. [Електронний ресурс] / Mohanad Mohammed. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://gcris.iyte.edu.tr/bitstream/11147/11000/1/10233220.pdf>

18. What's new in Cisco Packet Tracer 7.0. Retrieved from Packet Tracer Network. [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.packettracernetwork.com/features/packettracer-7-newfeatures.html>

19. Chen S, Xu H, Liu D, Hu B, Wang H. A vision of IoT: applications, challenges, and opportunities with China perspective. IEEE Internet Things J [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6851114>

20. Wilson C, Hargreaves T, Hauxwell-Baldwin R. Smart homes and their users: a systematic analysis and key challenges [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00779-014-0813-0>

21. Чарлі Вілсон, Том Гаргрівз. Книга Smart Homes and Their Users

22. Олів'є Херсент, Девід Босвартік, Омар Еллоумі Інтернет речей: ключові застосування та протоколи. Видавництво: Wiley, 2012.

23. Іваненко О.В. Системи автоматизації розумного будинку: архітектура та застосування. Видавництво: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", 2019.

24. Мельник А.М. Інтернет речей: перспективи впровадження в Україні. Журнал: Науковий вісник НТУУ "КПІ", серія Інформатика, управління та штучний інтелект, 2017, вип. 5, стор. 28-35.

25. Гончарук Н.В., Сидоренко А.В. Розумні будинки та їх місце в сучасному світі. Видавництво: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2020.

ДОДАТОК 1

2. Які програми розумного дому цікавлять вас чи ваших друзів/сім'ю?				
	Інтерв'ю		Інтернет-опитування	
	Азія	Європа	Азія	Європа
Контроль безпеки	56%	40%	44%	14%
Контроль температури та вологості	49%	52%	65%	11%
Розумне освітлення	51%	36%	69%	10%
Домашня розважальна система	38%	26%	57%	11%
Система управління подвір'ям	31%	14%	39%	4%
Розумне прибирання	53%	50%	75%	11%
Система догляду за дітьми	42%	20%	74%	7%
Система догляду за інвалідами	40%	12%	29%	2%
Система енергоменеджменту	47%	40%	69%	11%
Система управління вікнами та шторами	22%	18%	56%	8%
Система годування домашніх тварин	7%	16%	33%	5%

3. Які ваші основні турботи щодо розумних будинків, якщо такі є?				
	Інтерв'ю		Інтернет-опитування	
	Азія	Європа	Азія	Європа
Особиста конфіденційність	56%	38%	37%	30%
Надійність технології	49%	28%	55%	26%
Практичність	53%	6%	53%	15%
Ціна	62%	54%	61%	26%
Інше	2%	2%	2%	2%

4. Коли, на вашу думку, розумні будинки стануть частиною нашого повсякденного життя?				
	Інтерв'ю		Інтернет-опитування	
	Азія	Європа	Азія	Європа
У найближчому майбутньому	24%	18%	21%	8%
Протягом 5-10 років	36%	26%	26%	42%
Протягом 11-20 років	29%	36%	36%	38%
Більше ніж 20 років	11%	20%	20%	12%
Ніколи	0%	0%	0%	0%

					Створення розумного будинку за допомогою програми Cisco Packet Tracer			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Зеленівський						
Перевір.		Букурос О.В.						
Т. Контр.								
Реценз.								
Н. Контр.					Циклова комісія Комп'ютерної інженерії			
Затверд.								
					Лім. Маса Масштаб			
					Арк. 1 Аркуші 1			