

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

Бакалавр

Освітній рівень

Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку

Назва теми

Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»

Шифр і назва спеціальності

Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Шифр і назва спеціальності

Освітня програма «Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі»

Шифр КПТР.2021024.01.04 ПЗ

Виконав: здобувач 3 курсу, група TP2c-21-1


Підпис

О.В. Воробйов

Ініціали, прізвище

Керівник: д-р техн. наук, проф.


Підпис, дата

Ю.М. БОЙКО

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. Кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних
технологій


підпис

С.К. ПІДЧЕНКО

Ініціали, прізвище

5 06 2024 р.

Хмельницький 2024

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма «Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТМІТ

 15.02.2024р
Підпис, дата

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ

ВОРОБИЙОВУ Олексію Вікторовичу

1 Тема проєкту: Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку

керівник проєкту БОЙКО Юлій Миколайович, д.т.н, професор.

Затверджено наказом по університету від «15» 02. 2024р. № 8

2 Строк подання здобувачем роботи на кафедру: 20.05.2024р.

3 Вихідні дані до проєкту

Розробити телекомунікаційну мережу за технологією розумного будинку.

В ході виконання кваліфікаційного проєкту потрібно:

- розглянути особливості побудови телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку;
- розробити модель телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer;
- розрахувати орієнтовно пропускну здатність мережи;
- провести вибір розумних пристроїв, наявних на ринку.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

1) Аналітичний огляд літературних джерел по темі кваліфікаційного проєкту
2) Будова і управління мережами інтернету речей 3) Моделювання телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку.

5 Перелік графічного матеріалу. 1) Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку. Схема логічної структуризації мережи; 2) Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку. Схема електрична структурна; 3) Архітектура мережи інтернету речей; 4) Налаштування вмикання сирени при відкриванні вікна.

6 Консультанти розділів кваліфікаційного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7 Дата видачі завдання 15.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Аналітичний огляд літературних джерел по темі кваліфікаційного проекту	20.03.24	Вик.
2	Будова і управління мережами інтернету речей	15.04.24	Вик.
3	Моделювання телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку	30.04.24	Вик.
4	Висновки. Підготовка презентаційних матеріалів за результатами виконання кваліфікаційного проекту.	20.05.2024	Вик.

Здобувач


Підпис

О.В. Воробйов
Ініціали, прізвище

Керівник проекту


Підпис

Ю.М. Бойко
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційного проєкту:

«Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку».

Автор роботи: Воробйов Олексій Вікторович

Керівник роботи: доктор техн., проф. Бойко Юлій Миколайович.

Пояснювальна записка: 76 сторінок, 56 рисунків, 2 таблиці, 37 джерел.

Графічна частина: 4 креслення, 13 презентаційних слайдів.

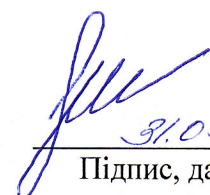
КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ, WI-FI, РОЗУМНІ ПРИСТРОЇ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА, РОЗУМНИЙ БУДИНОК

Метою кваліфікаційного проєкту є розробка телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку. Орієнтовний розрахунок пропускної здатності мережи розумного будинку. Вибір пристроїв для розумного будинку

Зроблений аналітичний огляд літературних джерел по основах проєктування мережи розумного будинку. Найбільш популярним є метод створення бездротової мережи. Розглянута будова і управління мережами інтернету речей. Визначені вимоги для ефективного управління мережами. Побудована модель телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer, встановлена автентифікація користувачів, проведено розбиття адресного простору, обрані розумні пристрої, проаналізовані вимоги до пропускної здатності телекомунікаційної мережи. Популярним підходом для реалізації розумного будинку є використання датчиків та камер для моніторингу домашньої обстановки та виявлення руху і контролю домашнього середовища, яке у разі порушення безпеки попереджає домовласників. Температура у приміщенні, рівень вологості, дані виявлення руху і показання рівня води, які збираються датчиками, можуть зберігатися в базі даних на сервері для подальшого аналізу. Система також використовує згенеровані журнали для моніторингу продуктивності та виявляє потенційні загрози, а також сигналізує у разі порушень безпеки.

О.В. Воробйов

Ініціали, прізвище здобувача


31.05.2024
Підпис, дата

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналітичний огляд літературних джерел по темі кваліфікаційного проекту.	8
1.1 Мережи за технологією розумного будинку.....	8
1.2 Основні поняття про Mesh Wi-Fi	13
1.3 Проектування мережи розумного будинку.....	17
Висновки до першого розділу.....	20
2 Будова і управління мережами інтернету речей	23
2.1 Керування мережею Інтернету речей.....	25
2.2 Вимоги до управління мережами IoT.....	26
2.3 Класифікація рішень з управління мережами IoT	26
2.4 Управління мережами IoT з низьким енергоспоживанням	28
2.5 Платформи на основі SDN для керування мережами IoT	32
2.6 Платформи на основі машинного навчання для керування мережами IoT	34
з низьким енергоспоживанням.....	38
2.7 Розрахунок пропускної здатності мережи розумного будинку.....	45
Висновки до другого розділу.....	46
3 Моделювання телекомунікаційної мережи за технологією розумного	46
будинку.....	48
3.1 Побудова моделі розумного будинку	53
3.2 Вибір пристроїв для розумного будинку.....	61
Висновки до третього розділу.....	72
Висновки.....	72
Перелік джерел посилання.....	73
Додаток А Презентаційні матеріали.....	76

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ			
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата	Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Воробйов О.					5	
Перевірив		Бойко Ю.М.			Пояснювальна записка	ХНУ, гр. ТР2с-21-1		
Н. контр.		Стецюк В.І.						
Затв.		Підченко С.К						

ВСТУП

Інтернет речей (IoT) привернув велику увагу дослідників та промислових підприємств. Термін Інтернет речей охоплює фізичні об'єкти нашого повсякденного життя (давачи, виконавчі механізми, побутова техніка) підключені до Інтернету з можливістю обмінюватися даними розумним чином. Розумні будинки оснащені широким спектром взаємозалежних пристроїв та систем, призначених для підвищення зручності, комфорту, безпеки та енергоефективності. Розумні пристрої підключаються до центрального концентратора або системи домашньої автоматизації, що дозволяє користувачам контролювати та керувати ними віддалено за допомогою смартфона, планшета.

Розумні будинки надають нам безпрецедентний контроль та гнучкість, дозволяючи нам контролювати та керувати нашими будинками з будь-якого місця та у будь-який час. Розумні будинки використовують різні технології для створення взаємозалежної екосистеми усередині будинку.

Інтернет речей (IoT): Інтернет речей є основою розумних будинків. Це стосується мережі фізичних пристроїв, оснащених датчиками, програмним забезпеченням та можливостями підключення для обміну даними за допомогою інтернет та взаємодії один з одним.

Давачи дозволяють пристроям збирати дані про навколишнє середовище та різні параметри, такі як температура, вологість, рух і рівень освітленості. Датчики надають інформацію в режимі реального часу, яка використовується для запуску дій та прийняття розумних рішень.

Системи домашньої автоматизації дозволяють користувачам контролювати розумні пристрої через централізований інтерфейс. Доступ до систем домашньої автоматизації можна отримати через мобільні програми, спеціальні панелі керування або голосові помічники.

Ось як Інтернет речей змушує все працювати разом у екосистемі розумного будинку:

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		6

Інтернет речей поєднує різні інтелектуальні пристрої, датчики та системи в будинку, і вони можуть спілкуватися та взаємодіяти. Цей взаємозв'язок дозволяє пристроям обмінюватися даними, отримувати команди і мати єдиний інтерфейс.

Смарт-пристрої генерують величезну кількість даних, починаючи від моделей енергоспоживання і до переваг користувачів. Інтернет речей полегшує обмін цими даними між пристроями, системою домашньої автоматизації та хмарою. Дані збираються, аналізуються та обробляються, надаючи цінну інформацію, яку можна використовувати для автоматизації процесів, оптимізації використання енергії та покращення користувацького досвіду. Інтернет речей забезпечує автоматизацію та інтелектуальне прийняття рішень.

Використовуючи дані від різних підключених пристроїв та датчиків, Інтернет речей дозволяє розумним будинкам автоматизувати рутинні завдання та приймати розумні рішення на основі заздалегідь визначених правил.

Безшовне управління та віддалений доступ: Інтернет речей дозволяє домовласникам повністю контролювати свої розумні будинки з будь-якої точки світу. За допомогою програми для смартфона або голосового помічника користувачі можуть віддалено контролювати свої інтелектуальні пристрої та керувати ними, встановлювати розклади та отримувати сповіщення в режимі реального часу. Чи це перевірка замкнені двері, випадкове вимкнення залишених включеними приладів або налаштування параметрів безпеки, Інтернет речей забезпечує простий і зручний спосіб взаємодії з нашими будинками.

Аналізуючи дані, зібрані з датчиків та пристроїв, розумні будинки можуть оптимізувати використання енергії. Інтернет речей відіграє велику роль у підвищенні безпеки та захищеності розумних будинків. Інтеграція штучного інтелекту (ІІ) з Інтернетом речей може ще більше підвищити автоматизацію та персоналізацію. З'єднуючи між собою пристрої, датчики та системи, Інтернет речей забезпечує безперешкодний контроль, автоматизацію, енергоефективність та підвищену безпеку у наших будинках.

Таким чином, побудова телекомунікаційної мережі за технологією розумного будинку є актуальним завданням.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		7

Метою кваліфікаційного проекту є розробка телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку. Для досягнення мети було поставлено завдання:

- розглянути особливості побудови телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку;
- розробити модель телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer;
- розрахувати орієнтовно пропускну здатність мережи;
- провести вибір розумних пристроїв, наявних на ринку.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		8

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ПО ТЕМІ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ

1.1 Мережи за технологією розумного будинку

Оскільки технології розумного будинку стають дедалі вдосконалішими, потрібна наявність хорошої домашньої мережі. Переважна більшість смарт-пристроїв використовують Wi-Fi. Головною причиною є зручність використання, але традиційне мережеве обладнання швидко стає незадовільним.

Інтелектуальні пристрої навантажують домашні мережі.

Бездротові мережі мають фізичні обмеження, які визначають, яку продуктивність слід очікувати в конкретній ситуації. Ймовірно, найбільш важливим обмеженням для розумних будинків є те, що відправлення даних на сервер і назад займає повітряний простір, який дуже обмежений. Для деяких країн є 14 каналів для Wi-Fi 2,4 ГГц, з яких лише три не перекриваються. Ситуація посилюється тим, що в кожній країні діють різні обмеження на деякі з цих каналів, внаслідок чого їх кількість скорочується до 13 у Європі і Україні. На рисунку 1.1 наведено розташування каналів Wi-Fi 2,4 ГГц в області частот.

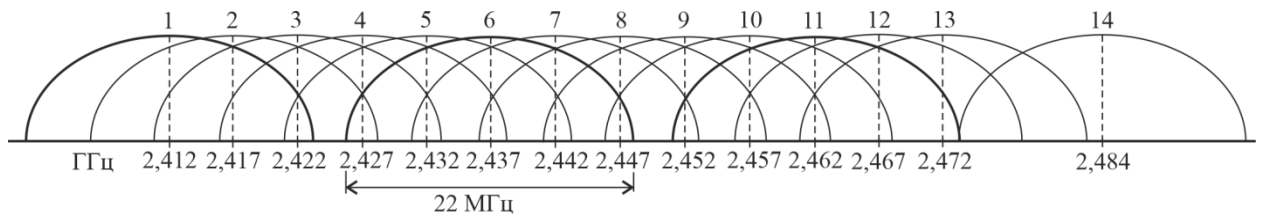


Рисунок 1.1 – Розташування каналів Wi-Fi 2,4 ГГц в області частот

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ		
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Воробйов О.				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Бойко Ю.М					9	
Н. контр.	Стецюк В.І.				ХНУ, гр. ТР2с-21-1		
Затв.	Підченко С.К						
					Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку Аналітичний огляд літературних джерел по темі кваліфікаційного проекту Пояснювальна записка		

Темнішим кольором позначені канали, що не перекриваються – це канали 1, 6, 11. Одночасно тільки один пристрій може передавати дані даним каналом без завад. Канали Wi-Fi, що перекриваються, створюють завади один одному. Завади призводять до пошкодження пакетів – а це потребує їх повторного відправлення, що призводить до уповільнення роботи або затримки.

Для вирішення проблеми подібних завад потрібно ретельно вибирати канали. Маючи на вибір лише три варіанти для мереж 2,4 ГГц, легко зрозуміти, що це стане проблемою. Використання мережі 5 ГГц дозволяє частково позбутися цих проблем, але більшість пристроїв не підтримують Wi-Fi з частотою 5 ГГц. На рисунку 1.2 наведено розташування цих каналів на осі частот.

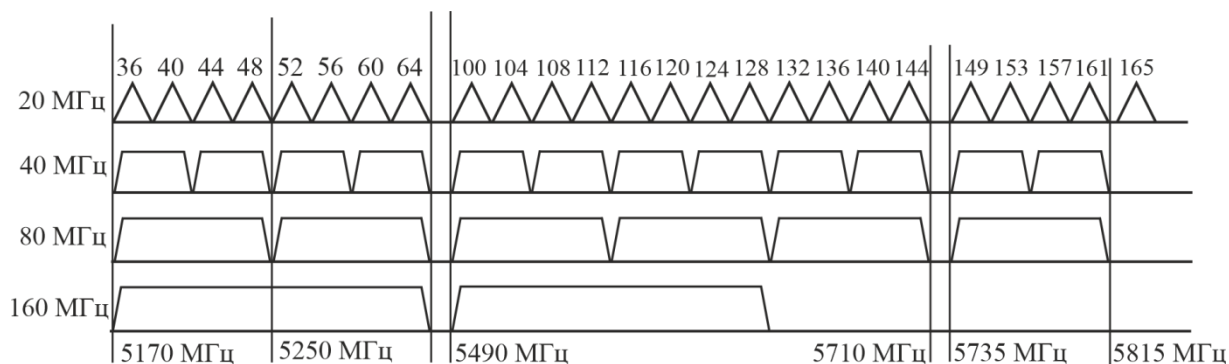


Рисунок 1.2 – Розташування каналів Wi-Fi 5 ГГц в області частот

Іншим потенційним джерелом завад є інше електрообладнання, яке розташоване в помешканні і не використовує Wi-Fi, але використовує близьку у спектрі розташовану частоту, наприклад це може бути мікрохвильова печ. Все це разом додає труднощі для розгортання мережі розумного будинку і використання пристроїв інтернету речей.

Wi-Fi має кілька проблем, але розумні будинки оснащені великою кількістю пристроїв і схема передачі по одному Wi-Fi каналу стає ускладненою, оскільки потенційно десятки пристроїв намагаються використовувати мережу одночасно. Група розумних пристроїв намагається зв'язатися зі своїм контролером, у той час як користувач за допомогою комп'ютера, телефона, планшета, телевізора бажає передати власну інформацію – і виникає конкуренція за доступність до каналу.

Процес, що зазвичай використовується для вирішення цієї ситуації, називається множинним доступом з контролем несучої та запобіганням колізій (CSMA/CA), який, хоч і є громіздким, є причиною того, що сучасний Wi-Fi взагалі працює. Це не простий процес, але ви можете зрозуміти його на поверхневому рівні, усвідомивши, що він діє як посередник, який дозволяє говорити одному клієнту, незалежно від того, скільки людей намагаються говорити одночасно. В результаті, поки один клієнт (наприклад, розумна лампочка) відправляє або отримує дані, іншим доводиться чекати своєї черги, щоб зробити те саме. Це фактично створює чергу, розмір якої залежить від того, скільки пристроїв Wi-Fi одночасно підключено до мережі.

Ніхто не хоче мати інтелектуальні пристрої, що не відповідають на запити, тому вони зазвичай досить агресивно використовують свої мережеві комунікації, щоб зменшити будь-які затримки між контролером і фізичним пристроєм. Це добре для того, щоб ви були задоволені, коли ви використовуєте свій телефон для вимикання світла або перегляду даних датчиків, але погано для всієї мережі Wi-Fi, оскільки збільшує навантаження радіохвиль. Таким чином, ми бачимо, що більша кількість пристроїв Wi-Fi безпосередньо корелює з нижчою продуктивністю мережі.

1.2 Основні поняття про Mesh Wi-Fi

Mesh мережі є гарячою темою в індустрії розумного будинку саме тому, що багато пристроїв покладаються на підключення до Wi-Fi (рис. 1.3).

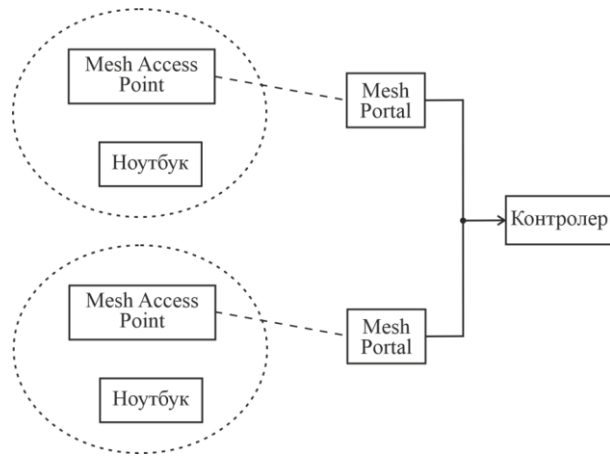


Рисунок 1.3 – Приклад Mesh мережи

Приклад порталу Mesh 2.0 приведений на рис. 1.4. Основна проблема, яку вирішує Mesh мережа, - це дальність дії. Мережа – це система, в якій кожен вузол бере участь у доставці повідомлень до місця призначення. Це означає, що лампочка на першому поверсі може полегшити зв'язок між вашим розумним замком на другому поверсі та контролером у підвалі. Незважаючи на назву, більшість Mesh WiFi-рішень насправді не є комірковими, як попередній приклад. Це пов'язано з тим, що вони утворюють сітку між точками доступу, що дозволяє розміщувати їх по всьому будинку без необхідності з'єднати їх разом.



Рисунок 1.4 - Портал Mesh 2.0 за технологією Dynamic Smart Mesh

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата

Такий пристрій дозволяє кільком блокам portal працювати разом для безперебійного покриття у великих і багатоповерхових будинках. Це не залежить від того, скільки Wi-Fi мереж працює. Практично кожна велика мережа матиме кілька точок доступу (AP), які використовують той самий SSID (ім'я) Wi-Fi. Перевага цього полягає в тому, що кожна точка доступу обслуговує своїх клієнтів, що тепер розподіляє навантаження і спрощує управління. Великі загальнодоступні мережі зазвичай використовують Ethernet для з'єднання різних точок доступу в центральній точці, зазвичай маршрутизаторі. Mesh WiFi усуває необхідність у такій провідці, оскільки точки доступу безпосередньо спілкуються одна з одною за допомогою бездротового зв'язку (рис. 1.5). Це покращує продуктивність мережі, але результат залежить від того, які завади мають місце.

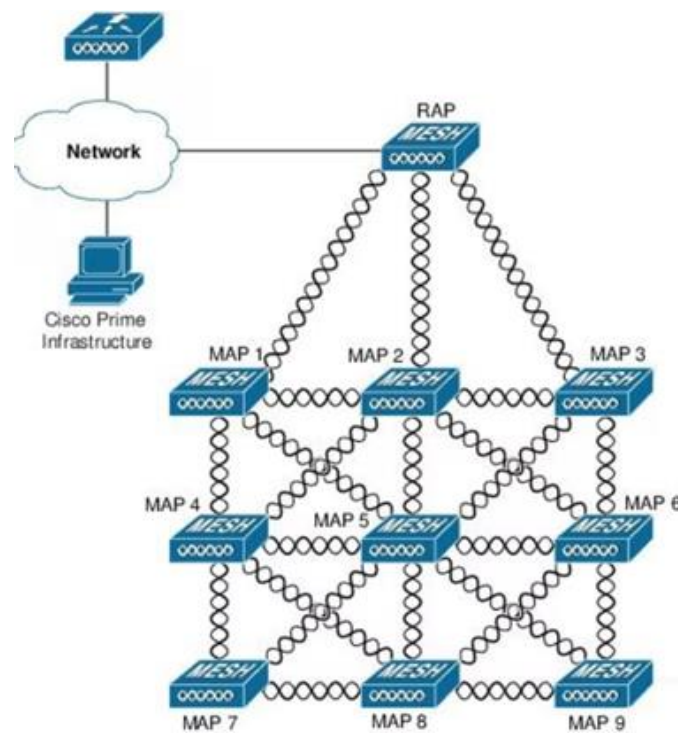


Рисунок 1.5 – Приклад зв'язку між мережевими пристроями розумного будинку

Щоб контролювати завади, кожна точка доступу, яка знаходиться одна від одній в радіусі дії, повинна використовувати окремий канал, що виявиться перевантаженим. Вони зручніше, але не позбавляють необхідності ретельно

планувати мережу розумного будинку. Існуючі Mesh мережі, такі як Zigbee або Z-Wave, є гарним вирішенням проблем.

1.3. Проектування мережи розумного будинку

Тепер, коли ми розглянули найважливіші проблеми, з якими стикаються розумні будинки під час роботи в мережі, необхідно спроектувати мережу розумного будинку.

1.3.1 Вимоги до мережі

Першим кроком у плануванні мережі є визначення того, що їй потрібно робити. Для цього необхідно дати відповіді на питання:

- Скільки пристроїв буде підключено до мережі?
- Наскільки важливим є високошвидкісний інтернет?
- Чи планується використання серверу мережевого сховища (NAS)?
- Чи є поблизу мережі Wi-Fi?
- Наскільки великий ваш будинок та на якій відстані вам потрібна мережа?
- Скільки грошей ви готові витратити?
- Чи підключено ваш будинок до Ethernet?

Найголовніше — зрозуміти поточну ситуацію та з'ясувати, якою зрештою буде ідеальна мережа. Причина в тому, що мережеве обладнання може бути досить дорогим, тому слід постаратися планувати заздалегідь, щоб отримати потрібне обладнання. Стандартне мережеве обладнання зі швидкістю 1 Гбіт/с достатньо для більшості людей, або не планується використовувати NAS.

Наприклад, якщо інтернет-план пропонує швидкість 1,5 Гбіт/с, доведеться використовувати NAS для резервного копіювання файлів, використовувати потокове відео, необхідно налаштувати мережу зі швидкістю 10 Гбіт/с.

З іншого боку, якщо ви плануєте переважно використовувати Wi-Fi для роботи в інтернеті, керувати своїм розумним будинком і не використовувати ресурсомістких додатків, можна використовувати маршрутизатор 1 Гбіт/с.

Необхідно ще згадати ще кілька факторів:

- дротове з'єднання завжди краще бездротового;
- розташування маршрутизатора/точки доступу є вирішальним фактором для діапазону, який він охоплюватиме;
- програми з низькою затримкою, такі як відеоігри, набагато чутливіші до проблем, викликаних дешевшим обладнанням.
- хороше обладнання зазвичай слугує довго.

1.3.2 Маршрутизатор

Маршрутизатор є ядром мережі. Він відповідає за маршрутизацію трафіку у потрібне місце. Важливою відмінністю є те, що маршрутизатор переважно обробляє трафік, що йде за межі локальної мережі, а комутатор обробляє локальний трафік. Деякі маршрутизатори включають в себе саме маршрутизатор, комутатор і точку доступу в одному пристрої, як показано на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Приклад маршрутизатора

Маршрутизатор обробляє весь інтернет-трафік, тому треба ретельно проаналізувати його функції і вибрати потрібний пристрій. Ubiquiti Dream Machine – це простий у використанні універсальний маршрутизатор із 4 портами LAN та вбудованою точкою доступу Wi-Fi, як показано на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Приклад Ubiquiti Dream Machine

Він має багато переваг, але одним з найбільших є те, що він використовує програмне забезпечення управління UniFi від Ubiquiti, яке спрощує управління. Є можливість використовувати програмне забезпечення для керування мережею, включаючи комутатори, камери, точки доступу тощо. Переваги:

- відносно недорогий;
- включає точку доступу Wi-Fi;
- включає чотирипортовий комутатор 1 Гбіт/с.

Недоліки:

- обмежена масштабованість (не працює зі швидкістю понад 1 Гбіт/с);
- вбудований Wi-Fi означає, що є можливість підключити до модему.

Якби Dream Machine була гарною, ви знаєте, що Ubiquiti Dream Machine Pro (UDM Pro) була б ще кращою. Він безперечно вражає своїми вісьмома портами 1 Гбіт/с, двома портами 10 Гбіт/с, вбудованим слотом для відеореєстратора та приголомшливими можливостями обробки даних. Якщо ви ніколи не мали справи з обладнанням, що монтується у стійку, ця ідея може вас трохи налякати, але повірте мені, воно чудово впорається і на столі. Це також не повнорозмірний форм-фактор 1U, що у поєднанні з його відносною легкістю значно спрощує керування порівняно із звичайним сервером.

Для мене найважливішою перевагою була наявність двох портів SFP+, які дозволяють підключати трансівер, що підтримує мідні або оптоволоконні з'єднання. Хоча інші порти UDM Pro обмежені швидкістю 1 Гбіт/с і мають мідне з'єднання, вони все одно можуть бути корисними для пристроїв, які ви хочете підключити, але не вимагають виключно високої пропускної здатності. Прикладом може бути Raspberry Pi, який зазвичай не підтримує більш високу швидкість без додаткового обладнання.

Вам може бути цікаво: якщо у вас є лише два порти 10 Гбіт/с, чи зможете ви використовувати лише один пристрій із такою швидкістю? Без додаткового перемикача це справді обмеження. Один порт буде використовуватися для висхідного каналу зв'язку з модемом/Інтернетом, а інший може бути для вашої мережі 10 Гбіт/с. Переваги:

- Підтримує швидкість передачі даних 10 Гбіт/с в Інтернеті.
- Включає вбудований мережевий відеореєстратор (NVR) для IP-камер Ubiquiti.
- Невеликий екран відображає інформацію про стан прямо на передній панелі пристрою.
- Має вісім портів 1 Гбіт/с.
- Може живитись від джерела живлення Ubiquiti для додавання функцій джерела безперебійного живлення (ДБЖ).
- Підтримує розширені мережеві функції

Недоліки:

- Трохи задорого
- Має лише 2 порти SFP+, які можуть розвивати швидкість до 10 Гбіт/с.
- Потрібні трансівери SFP+ для швидкості 10 Гбіт/с.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		17

1.3.3 Точки бездротового доступу

Бездротовий доступ – це зручний спосіб підключення до мереж. Все, що вам потрібно зробити, щоб переконатися в цьому, це подивитися, скільки інтелектуальних пристроїв використовують Wi-Fi. Для подальшого підтвердження ви, можливо, помітили, що багато людей будуть називати локальну мережу (LAN) просто "Wi-Fi". Хоча це явище не стосується інтелектуальних мереж, воно показує, що наш світ став повністю залежати від бездротового доступу, особливо від Wi-Fi. Таким чином, зараз як ніколи важливо забезпечити гарне бездротове з'єднання у всьому будинку, особливо при будівництві розумного будинку.

Тут слід згадати, що хоча ви дійсно можете використовувати універсальний пристрій, такий як Ubiquiti Dream Machine або маршрутизатор, наданий інтернет-провайдером, для цієї ролі також можна використовувати окремий пристрій. Переваги можуть бути не очевидними відразу, але їх досить багато. По-перше, наявність виділеної точки бездротового доступу (AP) дозволяє розмістити її будь-де, незалежно від того, де знаходиться маршрутизатор. Просте переміщення точки доступу до більш центрального місця вже вплине на надійність вашої мережі. Ви також можете використовувати кілька точок доступу, щоб забезпечити краще загальне покриття, якщо це вимагає планування вашого будинку.

Більшість скажуть, що їх найбільша скарга на Wi-Fi - це занадто малий діапазон, що підтримується. Wi-Fi - це двонаправлена система, тобто ви відправляєте та отримуєте інформацію при підключенні до точки доступу. Практично це означає, що насправді немає значення, який радіус дії має ваша точка доступу, якщо клієнтські пристрої недостатньо потужні для зворотної передачі даних. Рисунок 1.8 демонструє, як може виглядати така ситуація.

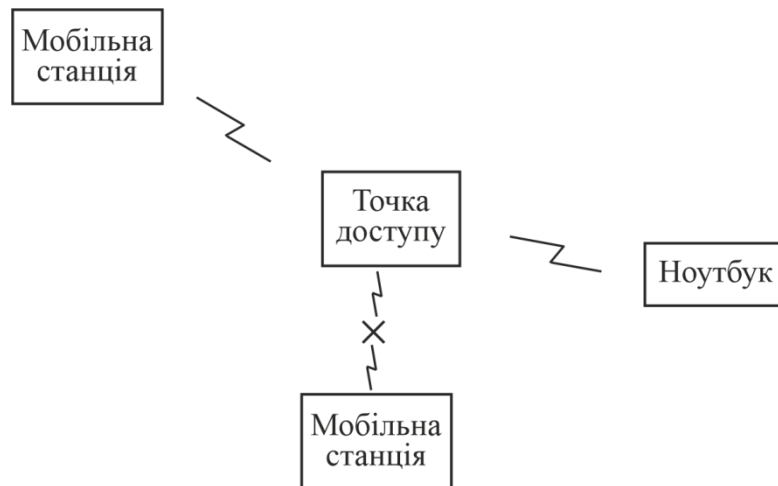


Рисунок 1.8 Мережа Wi-Fi

Зверніть увагу, що кожен пристрій на цій схемі позначений кольоровим кружком, що позначає діапазон передачі. У цьому точка доступу має величезний радіус дії. Ціль полягає не в тому, щоб точно відповідати реальним радіочастотним умовам, а в тому, щоб визначити реальний діапазон дії.

Кожен пристрій має різну конфігурацію антени, потужність передачі та ряд інших факторів, які призводять до різних діапазонів дії. Як правило, більша та потужніша електроніка (наприклад, ноутбуки) має більший радіус дії, ніж її менші аналоги. Крім того, на потужність передачі істотно впливає те, чи пристрій живить від мережі або від акумулятора. У більшості інтелектуальних пристроїв використовуються відносно невеликі антени, які можна розмістити у невеликих приміщеннях. В результаті вони часто не можуть досягати великих відстаней, особливо в порівнянні з точками доступу дальньої дії.

Багато точок доступу мають великий радіус дії, але клієнтські пристрої часто не мають такої ж пропускну здатності. Набагато найкраще рішення - розділити потрібну область на кілька зон, що обслуговуються різними точками доступу. Це дає перевагу набагато більшого радіусу дії, зберігаючи при цьому розумну відстань для більшості бездротових клієнтських пристроїв. Для цього необхідно вибрати інший канал для кожної сусідньої точки доступу, інакше можуть виникнути перешкоди, які зменшать продуктивність (рис. 1.9).

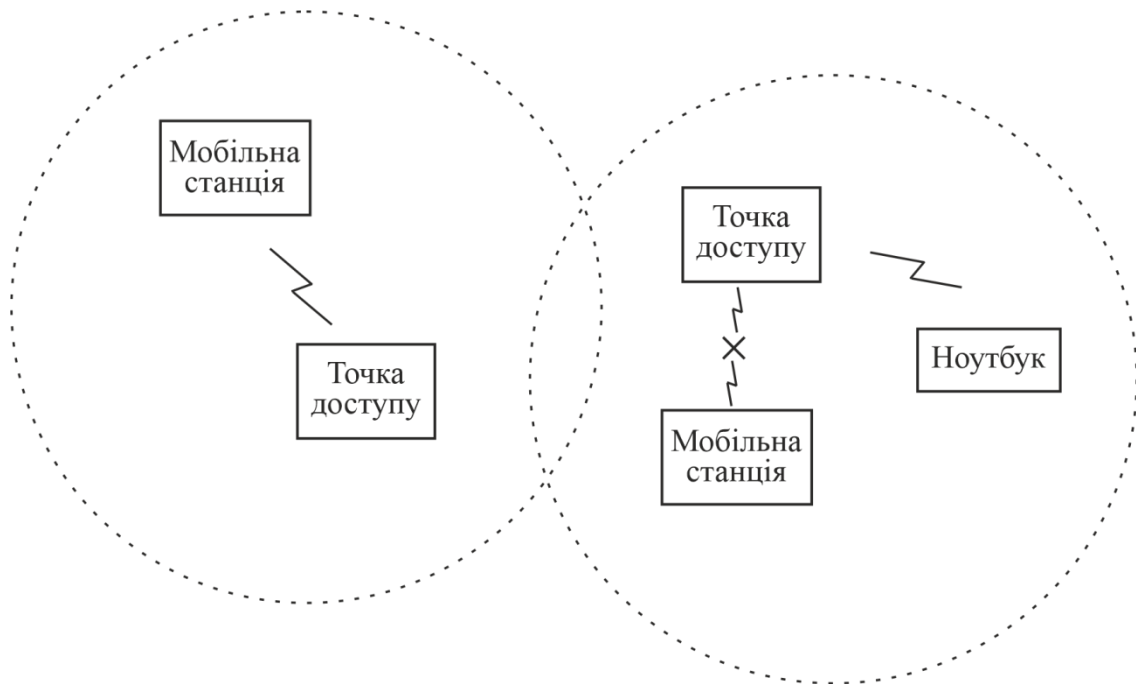


Рисунок 1.9 – Взаємодія двох точок доступу

На малюнку 2 наведено приклад тієї ж установки з двома точками доступу замість однієї моделі з більшим радіусом дії. Зверніть увагу на зону покриття двох точок доступу, що перекривається. Це дуже важливо, тому що в іншому випадку ви отримаєте мертві зони або області, в яких ваше з'єднання обривається, якщо ви перебуваєте між двома покритими областями. З цієї причини обидві точки доступу повинні використовувати різні канали, що не заважають один одному. Все буде набагато гірше, якщо обидва втручатимуться, оскільки вони постійно бомбардуватимуться інформацією, призначеною один для одного.

Ubiquiti UniFi UAP-AC-PRO-US – це виділена точка доступу, яка підтримує багато функцій, які спрощують керування бездротовими мережами. Він підтримує гостьову мережу, гостьовий портал, віддалене оновлення прошивки та повне керування через інтерфейс UniFi. Використання його у поєднанні з будь-якими маршрутизаторами Ubiquiti (наприклад, раніше згаданими UDM або UDM-PRO) забезпечить безперебійну роботу з відображенням статистики, автоматичною конфігурацією з використанням існуючих налаштувань вашого маршрутизатора та повним контролем з однієї програми. Необхідно враховувати діапазон, тому що

може буде потрібно більше Wi-Fi роутерів в залежності від розмірів будинку. Приклад Ubiquiti UniFi контролеру приведений на рис. 1.10.

Переваги:

- Забезпечує чудовий рівень сигналу
- Можна переміщати куди завгодно для оптимального покриття, тому що для його підключення вам знадобиться лише один кабель.
- Використовує живлення через Ethernet (PoE)
- Повна інтеграція з контролером UniFi, що забезпечує простоту керування.



Рисунок 1.10 – Ubiquiti UniFi контролер

Недоліки: – порівняний з універсальними пристроями.

1.3.4 Мережеві комутатори

Мережеві комутатори подібні до силових панелей мережі. Вони беруть одне з'єднання і перетворюють його на багато: 1:8, 1:10, 1:24 в залежності від пристрою. Вони є важливим компонентом будь-якої мережі, і навіть маршрутизатори «всі в одному» містять одне з'єднання, щоб надати порти, які ви бачите на задній панелі. Кожен мережевий вузол буде отримувати кожен мережевий пакет незалежно від того, куди він має йти.

Мережевий комутатор відправляє дані тільки туди, куди вони повинні йти. Це означає, що вам слід використовувати комутатори тільки для розділення

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		21

з'єднання на кілька, а не думати про інші методи. Ubiquiti UniFi Switch Lite - ідеальний комутатор для додатків зі швидкістю 1 Гбіт/с. Він оснащений 8 портами RJ-45, чотири з яких підтримують живлення Ethernet (PoE) (рис. 1.11).



Рисунок 1.11 – Комутатор Ubiquiti UniFi Switch 8 60W

Ці порти можна використовувати для забезпечення мережного підключення, одночасного живлення пристроїв, використовуючи один кабель.

Переваги:

- вісім портів 1 Гбіт/с, 4 з яких підтримують живлення через Ethernet (PoE)
- всі порти мають роз'єм RJ-45, для використання кабелів RJ-45 (Ethernet).
- малий форм-фактор

Недоліки:

- підтримує лише 1 Гбіт/с на кожному порту
- відсутність портів SFP або SFP+ означає, що вам доведеться використовувати мідні кабелі RJ-45.

1.3.5 Дротове з'єднання

В якості дротового середовища передачі інформації може використовуватись Ethernet-кабель RJ-45. Зазвичай вони складаються з мідних дротів, скручених у чотири пари (рис. 1.12).

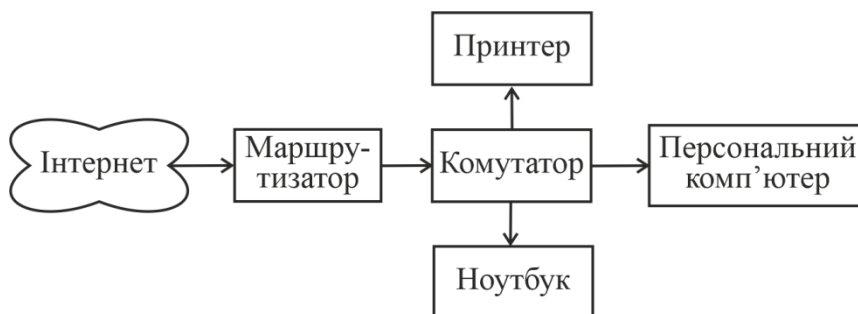


Рисунок 1.12 – Дротова комп'ютерна мережа

Існує багато різних типів кабелів крученої пари Ethernet, які позначаються за категоріями. Наприклад, кабель Cat8 може обробляти до 40 Гбіт/с, Cat5e (найпоширеніший) може обробляти до 1000 Мбіт/с (або 1 Гбіт/с). Для забезпечення швидкості до 10 Гбіт/с, необхідний кабель Cat6A або вище.

Оптоволоконний мережевий кабель Ethernet в домашніх мережах стає більш поширеним з появою з'єднань «оптоволокно-будинок», які безпосередньо підключають оптоволокно до вашого модему.

На сьогоднішній день найбільш поширеним типом роз'єму є роз'єм LC, який має невеликий затискач і має квадратну форму (рис. 1.13).



Рисунок 1.13- Подвійний LC коннектор

Дуплексний роз'єм LC, що дві оптоволоконні лінії з'єднані разом і утворюють єдине з'єднання.

Наступним важливим фактором є одномодовий або багатомодовий режим волокна. Багатомодове волокно може передавати більше даних одночасно, оскільки для паралельної передачі використовується кілька променів світла, тоді як одномодове волокно використовує одне джерело світла. Однак множинні промені перестають бути ефективними на дуже великих відстанях, оскільки вони погіршуються.

У світі є кілька різних типів кабелів багатомодового волокна: OM1, OM2, OM3, OM4, OM5. Типи кабелів з вищими номерами підтримують великі відстані, але для нас підійде тип з найменшою оптимізацією лазерної, OM3. OM3 підтримує з'єднання 10 Гбіт/с на відстані до 300 м/1000 футів або з'єднання 100 Гбіт/с на відстані до 100 м/330 футів..

Трансівери SFP та SFP+. Деякі порти комутаторів мережі мають не звичайний RJ-45, а інший, призначений для трансіверів SFP, за допомогою якого є можливість використовувати один і той же комутатор для роботи з оптоволоконними з'єднаннями і з роз'ємами RJ-45 (рис. 1.14).

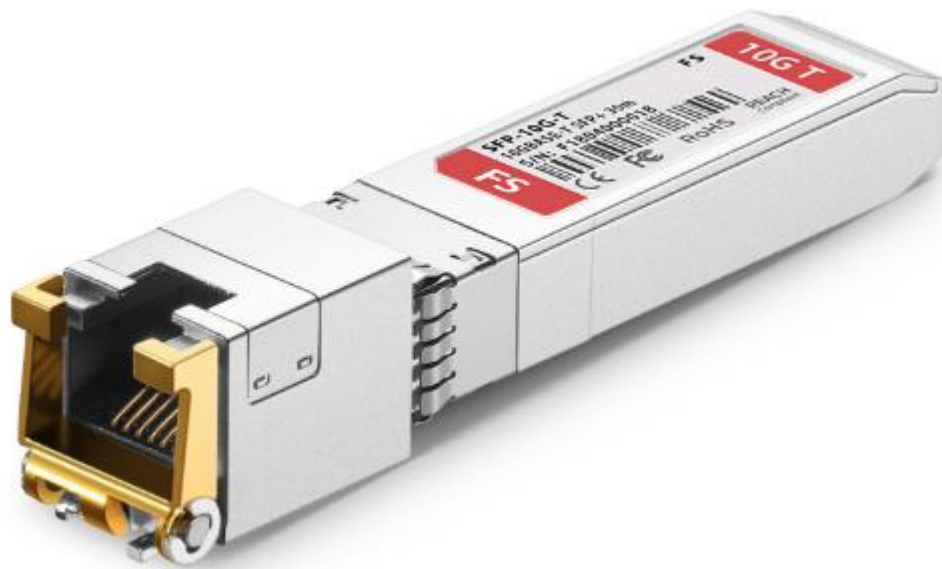


Рисунок 1.14 - Модуль оптичного трансівера 10GBASE-T SFP+, мідний RJ-45, 30

М

Основна відмінність: SFP – підтримує швидкість до 4,25 Гбіт/с, а SFP+ – до 16 Гбіт/с. Існують більш швидкі версії стандарту, такі як SFP28 зі швидкістю 25 Гбіт/с і QSFP28 зі швидкістю до 100 Гбіт/с.

Трансівери RJ-45 SFP+ найпростіші у використанні та розумінні для більшості користувачів, оскільки вони фактично повертають класичний роз'єм RJ-45, який має кожен споживчий маршрутизатор або комутатор, у професійний простір. Вони зручні для простої інтеграції високошвидкісного комутатора, такого як Ubiquiti UniFi Switch Aggregation, в мережеву проводку без необхідності перепідключення проводів.

Основна відмінність оптоволоконних трансіверів SFP+ полягає в передній частині пристрою, де ви знайдете два невеликі квадратні слоти замість звичного роз'єму RJ-45. Сюди підключається оптоволоконний патч-кабель із використанням роз'єму типу LC. Зверніть увагу: хоча існує безліч різних типів оптоволоконних кабелів, вони призначені для багатомодового оптоволокна OM3 з LC роз'ємами на обох кінцях. Зазвичай це не така вже велика проблема, але ви все одно хочете обмежити їх вплив на елементи, надівши ковпачки назад, якщо ви коли-небудь відключите їх більш ніж на секунду.

Говорячи про провідні з'єднання, слід згадати, що існують кабелі, відомі як «кабелі прямого підключення SFP», які по суті є два трансівери, з'єднаних кабелем (зазвичай коротким), як показано на рис. 1.15.



Рисунок 1.15 – Кабель прямого підключення MaxLink 10G SFP+, DDM, 0,2 м

Кабель прямого підключення 10G SFP+ Twinax ідеально підходить для підключення комутатора до маршрутизатора, NAS до комутатора або іншого важливого з'єднання, яке проходить на невеликій відстані.

1.3.6 Мережеві карти

Мережеві карти в якомусь сенсі і не є актуальними, і вкрай актуальними одночасно. Для більшості ПК використовують з'єднання RJ-45 зі швидкістю 1 Гбіт/с (іноді 2,5 Гбіт/с).

Нещодавно я встановив мережну карту на свій комп'ютер, щоб можна було підключити до неї оптоволоконне з'єднання безпосередньо. Мідний кабель RJ-45 може обробляти 5 Гбіт/с, незважаючи на те, що все обладнання на цьому шляху підтримує 10 Гбіт/с. Прокладка оптоволоконного кабелю виявилася доступнішою, ніж мідне з'єднання, оскільки кабель і приймачі були дешевшими.

Рис. 1.16 дає приклад мережної карти для високошвидкісного інтернету.



Рисунок 1.16 – Мережева карта XZSNET 10G з мікросхемою Intel 82599EN

Цей мережевий адаптер 10G, оснащений оригінальним чіпом Intel 82599EN, підтримує інтелектуальне розвантаження, щоб зробити сервер більш стабільним..

Маршрутизатор є ядром мережі, але він може стати вузьким місцем пропускної спроможності, незалежно від того, наскільки хороша решта мережі.

Кабель між маршрутизатором та модемом дуже важливий.

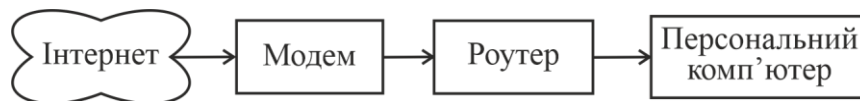


Рисунок 1.17 – Телекомунікаційна мережа від провайдера

Нижче наведені предмети, які можна легко покращити у майбутньому без будь-яких суттєвих наслідків:

- трансівери SFP/SFP+;
- мережеві картки.

Висновки до першого розділу

На основі аналізу предметної області зроблений висновок, що використання технології IoT дозволить управляти домашніми пристроями через Інтернет та налаштувати автоматизовану роботу за допомогою датчиків. Це також може заощадити енергію та час. Також можна відслідковувати події, що відбуваються у будинку за допомогою автоматизованої веб-камери. Завдяки IoT можна контролювати і керувати різними пристроями і системами в будинку віддалено за допомогою веб-інтерфейсу. Також IoT-пристрої можуть бути використані для підвищення рівня безпеки в розумному будинку.

2 БУДОВА І УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖАМИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

2.1 Керування мережею Інтернету речей

В даний час середовища Інтернету речей (IoT) характеризуються наявністю великої кількості різнорідних і обмежених в ресурсах пристроїв, що використовуються в додатках Інтернету речей. В мережах IoT було розроблено та стандартизовано широкий спектр протоколів. Сюди входять технології бездротового зв'язку (наприклад, Zigbee, BLE, LoraWAN та Sigfox, полегшені протоколи керування мережею (наприклад, LWM2M, CoMI)) протоколи зв'язку для пристроїв з обмеженими ресурсами (6LowPAN), протоколи маршрутизації для пристроїв з обмеженими ресурсами (наприклад, RPL).

Однак через свої обмеження (наприклад, неоднорідність, обмеженість ресурсів і т. д.) мережі IoT мають багато проблем, що впливають на їх продуктивність. До цих проблем належать: погіршення якості зв'язку, перевантаження мережі, вихід з ладу пристроїв, що сприяють значному зниженню продуктивності мереж IoT. Тому в цьому контексті важливо здійснювати ефективне керування мережами Інтернету речей, щоб забезпечити хорошу продуктивність мережі (наприклад, низьку наскрізну затримку, енергоефективність тощо). По суті, керування мережами IoT забезпечує такі функції, як автентифікація, надання ресурсів, налаштування, моніторинг, маршрутизація та керування програмним забезпеченням пристроїв (наприклад,

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ		
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Воробйов О.			Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку Будова і управління мережами інтернету речей Пояснювальна записка		
Перевірив		Бойко Ю.М					
						28	
Н. контр.		Стецюк В.І.			ХНУ, гр. ТР2с-21-1		
Затв.		Підченко С.К					

оновлення прошивки, виправлення помилок тощо). Ці функціональні можливості дозволяють підтримувати хорошу продуктивність мережі та зазвичай надаються у середовищі IoT у вигляді мережної служби, як показано на рис. 2.1.

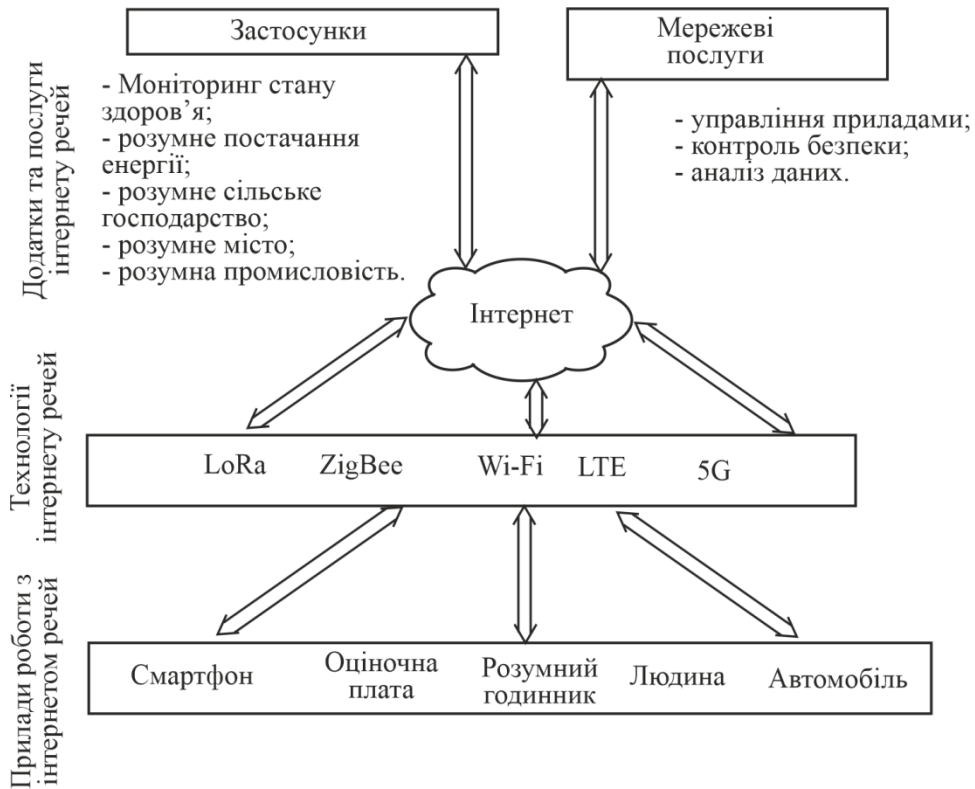


Рисунок 2.1 – Архітектура мережі інтернету речей

Розглянемо рішення для управління мережами IoT, що включають: протоколи управління, хмарні платформи, платформи на основі SDN, платформи на основі семантики і платформи на основі машинного навчання.

Розглянемо методи управління мережами IoT з низьким енергоспоживанням. Управління мережею полягає у виконанні таких операцій, як моніторинг пристроїв, керування маршрутизацією та керування безпекою, щоб забезпечити хорошу продуктивність мережі (наприклад, низьку затримку, низьке енергоспоживання, низьку втрату пакетів тощо). По суті, типове управління мережею засноване на трьох логічних елементах: мережевому менеджері, керованих пристроях та агентах. На рис. 2.2 представлений огляд різних функціональних елементів, що беруть участь в управлінні мережею.



Рисунок 2.2 – Пристрої, що беруть участь в управлінні мережею

«Адміністратор мережі» являє собою пристрій, який використовується для керування групою керованих вузлів. «Керований пристрій» відноситься до мережного пристрою, що надає ряд параметрів (наприклад, IP-адреса, завантаження ЦП, заряд батареї, що залишився і т. д.), якими управляє (за допомогою операцій читання/запису) мережевий менеджер. «Агент» відноситься до програмного забезпечення, яке працює на керованому пристрої. Він збирає необроблені дані з керованого пристрою і передає їх у зрозумілому (придатному до використання) форматі мережному менеджеру. База даних керування містить інформацію про параметри керованого пристрою. «Протоколи обміну повідомленнями» можуть використовуватися для обміну інформацією між мережним менеджером та керованими пристроями. Це дозволяє мережному менеджеру отримувати параметри від керованих пристроїв і приймати відповідні рішення щодо реконфігурації мережевих пристроїв.

Зазвичай система управління мережею має підтримувати такі операції:

- керування конфігурацією мережі: воно допомагає налаштувати мережу для досягнення бажаної мети (безпеки, низької затримки тощо). Він включає різні операції, пов'язані з конфігурацією і реконфігурацією всіх (доступних для запису) параметрів мережевих пристроїв;
- управління топологією: відповідає набору операцій, що допомагають підтримувати мережеве з'єднання, забезпечуючи хорошу продуктивність;
- управління безпекою: ця операція запобігає несанкціонованому доступу зловмисника. Для цієї мети він включає широкий спектр операцій, таких як шифрування (методи розподілу ключів), виявлення загроз та відновлення;

- управління QoS: відноситься до механізму, який допомагає налаштувати мережу для досягнення бажаної продуктивності мережі з точки зору затримки даних, втрати пакетів та пропускної спроможності;

- управління несправностями: відповідає механізму, який допомагає виявляти, ізолювати та усувати проблеми в мережі, не впливаючи на правильне функціонування мережі;

- обслуговування мережі: відноситься до набору операцій, які необхідно виконати для підтримки роботи мережі. Він включає такі операції, як обслуговування програмного забезпечення (наприклад, оновлення прошивки та виправлення помилок) та усунення несправностей у мережі.

Розглянемо протоколи, які використовуються для управління мережами: SNMP, CMIP, NETCONF, RESTCONF, CWMP тощо.

- Простий протокол керування мережею (SNMP)

SNMP – це мережевий протокол, розроблений IETF (Інтернет-інжинірингова група) для віддаленого моніторингу IP-пристроїв. Він підтримує набір операцій, включаючи моніторинг, налаштування та/або переналаштування параметрів мережного пристрою. SNMP включає три елементи управління мережевими пристроями (агенти, вузли і менеджер), описані вище. Він спирається на структуру управлінської інформації (SMI) та основу управлінської інформації (MIB). MIB позначає базу даних, що використовується для керування мережевими пристроями, а SMI визначає структуру та типи об'єктів, що зберігаються у MIB.

- Загальний протокол інформації, що управляє (CMIP).

CMIP – це мережевий протокол, який відповідає за зв'язок між мережним менеджером та керованими пристроями. CMIP забезпечує різні операції управління мережею, такі як управління збоями, управління безпекою, моніторинг продуктивності тощо.

Тим не менш, CMIP не набув широкого поширення через повільність процесу його стандартизації.

- Протокол конфігурації мережі (NETCONF)

NETCONF було введено для покращення SNMP. Він представляє нові функції управління мережею, такі як кілька сховищ даних конфігурації (кандидат, робота, запуск), різницю між даними конфігурації та стану. NETCONF використовує кодування даних на основі мови розмітки (XML), що розширюється, як для даних конфігурації, так і для повідомлень протоколу. NETCONF використовує модель YANG, яка є мовою моделювання даних і використовується для моделювання конфігурації та стану даних.

- RESTCONF

Протокол RESTCONF розроблений з метою розширення протоколу NETCONF, щоб забезпечити можливість виконання операцій керування мережею через веб-програми. RESTCONF надає спосіб виконання операцій CRUD (створення, отримання, оновлення, видалення) за допомогою методів HTTP для доступу до даних конфігурації, використовуючи сховища даних.

- CPE WAN Management Protocol (CWMP)

CWMP – це протокол для віддаленого керування обладнанням клієнта (CPE), підключеним до мережі Інтернет-протоколу (IP). Цей протокол дозволяє виконувати такі завдання, як автоматичне налаштування, керування образами програмного забезпечення або вбудованого ПЗ, керування програмними модулями, керування станом та продуктивністю, а також діагностика.

- OMA-DM

OMA-DM – це безпечний протокол керування пристроями, визначений робочою групою Open Mobile Alliance (OMA) з керування пристроями (DM) та робочою групою із синхронізації даних (DS). Він дозволяє виконувати завдання керування, такі як підготовка пристроїв, налаштування пристроїв, оновлення програмного забезпечення та керування збоями.

Тим не менш, вищезгадані протоколи управління мережею були розроблені до появи парадигми Інтернету речей, і було очевидно, що ці протоколи не враховували ряд характеристик та обмежень Інтернету речей (наприклад, обмеження ресурсів пристроїв), які створюють технічні бар'єри для їх застосування в IoT. середовище.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		32

2.2. Вимоги до управління мережами IoT

Розробка рішення для управління мережами IoT — непросте завдання через внутрішні обмеження мереж IoT, такі як неоднорідність пристроїв, змінна топологія мережі, обмеженість ресурсів та нестабільна/ненадійна якість радіозв'язку. Таким чином, щоб працювати з гарною продуктивністю, мережі Інтернету речей повинні задовольняти такі вимоги, як масштабованість, відмовостійкість, енергоефективність, якість обслуговування (QoS) та безпека.

2.2.1. Масштабованість

Мережа IoT з низьким енергоспоживанням, що масштабується, відповідає мережі, до якої можна додавати нові пристрої або послуги без негативного впливу на продуктивність мережі. Оскільки розгортання мереж IoT з низьким енергоспоживанням характеризується наявністю мільярдів пристроїв з обмеженими ресурсами, необхідно задовольнити вимоги масштабованості, щоб уникнути поганої продуктивності мережі.

2.2.2. Відмовостійкість

Відмовостійкість – це здатність системи продовжувати роботу у разі відмови будь-якого з її компонентів. Ця вимога необхідна для того, щоб гарантувати, що мережа виконуватиме очікуване функціонування за наявності несправності (наприклад, несправності вузла, несправності мережі, несправності приймача, несправності програмного забезпечення) у мережі.

Зокрема, ця вимога важлива для мереж IoT з низьким енергоспоживанням, оскільки пристрої можуть вийти з ладу через їх характеристики (обмежена

батарея, пам'ять та ЦП) та/або середовища, в якому вони розгорнуті (наприклад, зона військових дій, трубопровід, зона розливу хімікатів).

2.2.3. Якість обслуговування (QoS)

QoS відноситься до виміру продуктивності з метою оцінки задоволеності користувачів і оцінюється за допомогою наступних показників: втрата пакетів, затримка, пропускна здатність та наскрізна затримка в мережі. Рівень QoS в мережах IoT залежить від типу програми. Наприклад, деякі програми Інтернету речей, такі як інтелектуальні вимірювання, стійкі до затримок, а інші програми, такі як виявлення лісових пожеж, не залежать від затримок.

2.2.4. Енергоефективність

Однією з основних вимог малої потужності IoT є енергоефективність. Енергоефективна мережа - це мережа, яка здатна виконувати операції з мінімальним споживанням енергії, що дозволяє максимально збільшити термін служби мережі. Ця вимога є особливо бажаною в мережі IoT з низьким енергоспоживанням, оскільки вона складається з пристроїв, що живляться від батареї, термін служби якої обмежений і часто не підлягає заміні.

Більше того, якщо енергія пристроїв з обмеженими ресурсами витрачається швидко, у мережі може виникнути втрата з'єднання, що може призвести до збою в роботі мережі.

2.2.5. Безпека

Безпека є важливою проблемою для Інтернету речей. Фактично, наявність захищеної мережі може допомогти запобігти потенційним ризикам підробки

даних, що передаються неавторизованою особою. У результаті безпечна мережа Інтернету речей допомагає гарантувати безпеку даних, якими обмінюються різні пристрої мережі. Тим не менш, у мережах IoT з низьким енергоспоживанням слід приділяти більше уваги, оскільки механізми безпеки, розроблені для традиційних мереж, не завжди підходять для пристроїв з обмеженими ресурсами.

2.2.6. Самостійне налаштування

Ця вимога стосується здатності пристроїв IoT адаптувати свою поведінку відповідно до стану мережі. Самоконфігурація важлива для мереж Інтернету речей, оскільки ці мережі схильні до частого оновлення, викликаного структурою трафіку, мобільністю пристроїв, збоями пристроїв тощо.

Більше того, ця вимога необхідна, оскільки виконати ручне налаштування мільярдів IoT-пристроїв з низьким енергоспоживанням у динамічній мережі нереально. Таким чином, наявність самонастроюваної мережі IoT з низьким енергоспоживанням може допомогти уникнути людських помилок через ручне налаштування і, таким чином, забезпечити хорошу продуктивність мережі.

2.3. Класифікація рішень з управління мережами IoT

Щоб задовольнити вищезгадані вимоги до мереж IoT з низьким енергоспоживанням, у літературі було запропоновано різні рішення щодо управління мережею для пристроїв з обмеженими ресурсами. Залежно від цілей проектування ці рішення для управління мережею можна розділити на декілька категорій (рис. 2.3), зокрема протоколи управління мережею для мереж IoT з низьким енергоспоживанням, платформи на основі SDN, хмарні платформи, семантичні фреймворки та фреймворки на основі машинного нівчання.

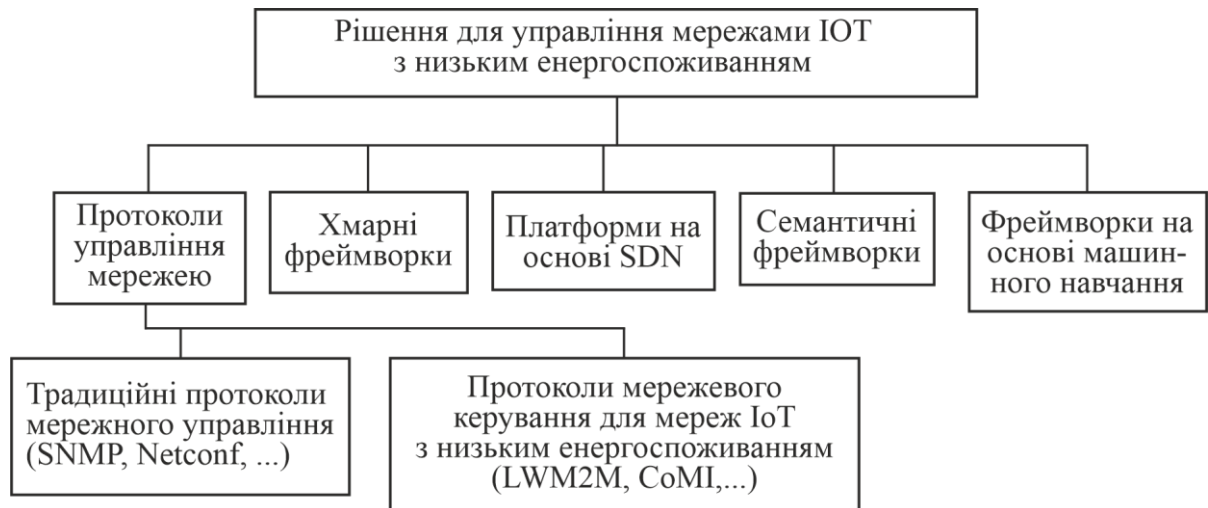


Рисунок 2.3 – Класифікація рішень для управління мережею інтернету речей

Протоколи управління мережею для мереж ІоТ з низьким енергоспоживанням були розроблені для забезпечення та оптимізації продуктивності мережі при використанні невеликих ресурсів для операцій управління мережею. Хмарні платформи для керування мережами ІоТ були запропоновані для вирішення проблеми обмеженості ресурсів пристроїв ІоТ шляхом забезпечення можливості керування цими підключеними пристроями через хмарні платформи. Платформи на основі SDN для управління мережами ІоТ були запропоновані для централізації операцій управління мережею на центральному об'єкті, скорочення обчислювальних операцій на пристроях ІоТ.

Семантичні структури були запропоновані для знань, отриманих на основі даних, зібраних з мережевих пристроїв. Середовища на основі машинного навчання були запропоновані, щоб впоратися зі складністю мереж ІоТ (викликані мобільністю вузлів, динамічним характером мережевого трафіку).

2.4 Управління мережами ІоТ з низьким енергоспоживанням

Протоколи управління мережею для мереж ІоТ із низьким енергоспоживанням. Відомі різні протоколи управління мережею для віддаленого

управління пристроями з обмеженими ресурсами. До цих протоколів відносяться: LWM2M, CoMI, NETCONF Light та 6LowPAN-SNMP.

- LWM2M

LWM2M – це клієнт-серверний протокол, розроблений для керування пристроями IoT з низьким енергоспоживанням. Цей протокол був розроблений Open Mobile Alliance (OMA) та заснований на стандартах протоколу та безпеки IETF. Він надає кілька функцій, таких як моніторинг підключення, моніторинг ресурсів, оновлення прошивки. На рис. 2.4 зображаємо високорівневий вигляд архітектури для користування протоколом LWM2M.



Рисунок 2.4 – Архітектура LWM2M

Сервер LWM2M розташований на пристрої мережного менеджера, а клієнт LWM2M зазвичай розміщується на керованих пристроях. Ресурси пристроїв IoT організовані в об'єкти (наприклад, об'єкт розташування, який містить усі ресурси, що надають інформацію про місцезнаходження пристроїв IoT).

- Інтерфейс керування CoAP (CoMI)

CoMI – це інтерфейс керування, призначений для пристроїв та мереж IoT з низьким енергоспоживанням. Цей протокол керування мережею дозволяє виконувати операції керування ресурсами пристроїв IoT.

- 6LowPAN-SNMP

6LowPAN-SNMP – це адаптація SNMP для малопотужної бездротової персональної мережі IPv6 (6LowPAN). Він був розроблений для роботи в мережах з обмеженими ресурсами та пропонує можливість виконувати операції SNMP через малопотужні бездротові персональні мережі IPv6. Для цього використовується механізм стиснення заголовка SNMP, щоб зменшити кількість повідомлень SNMP, що генеруються. Сумісність зі стандартом SNMP забезпечується за рахунок використання проксі-сервера пересилання, який перетворює повідомлення SNMP на повідомлення 6LowPAN-SNMP.

- Індикатор NETCONF

NETCONF Light – це протокол управління мережею, розроблений IETF з метою розширення NETCONF та забезпечення можливості керування пристроями з обмеженими ресурсами. Він надає інструменти для встановлення, керування та видалення конфігурації мережних пристроїв.

Варто зазначити, що протоколи управління мережею часто пов'язані з протоколами обміну повідомленнями, щоб забезпечити управління пристроями з обмеженими ресурсами. До цих протоколів обміну повідомленнями відносяться: CoAP (протокол обмеженої програми), XMPP (протокол обміну повідомленнями та присутності, що розширюється), DDS (служба розподілу даних для систем реального часу), MQTT (телеметричний транспорт черги повідомлень) та AMQP (розширений протокол черги повідомлень).

Однак, протоколи керування мережею не здатні задовольнити всі вимоги мереж IoT з низьким енергоспоживанням, згадані раніше. Для цього необхідно зв'язати ці протоколи з іншими механізмами для виконання таких вимог, як самоконфігурація і масштабованість.

Розглянемо хмарні платформи для керування мережами Інтернету речей із низьким енергоспоживанням. Хмарні обчислення – це модель, що забезпечує повсюдний, зручний мережний доступ на вимогу до загального пулу обчислювальних ресурсів, що настроюються (наприклад, мереж, серверів, сховищ, додатків і сервісів), який можуть бути швидко надані та звільнені з

мінімальними зусиллями з управління. Ці послуги надаються через хмарні платформи у глобальній мережі.

Через обмеженість ресурсів мереж IoT із низьким енергоспоживанням з'явилося кілька інфраструктур на основі хмарних платформ для керування пристроями з обмеженими ресурсами. Це було мотивовано тим фактом, що хмарні платформи можуть надати необхідні ресурси для виконання різних операцій управління мережею (наприклад, оновлення прошивки).

Як правило, архітектура управління мережами IoT з низьким енергоспоживанням на хмарній платформі складається з трьох рівнів: 1) перший рівень складається з пристроїв з обмеженими ресурсами, 2) другий рівень складається з хмарної інфраструктури, 3) третій рівень складається з додатків IoT. Приклад такої архітектури представлено на рис. 2.5.

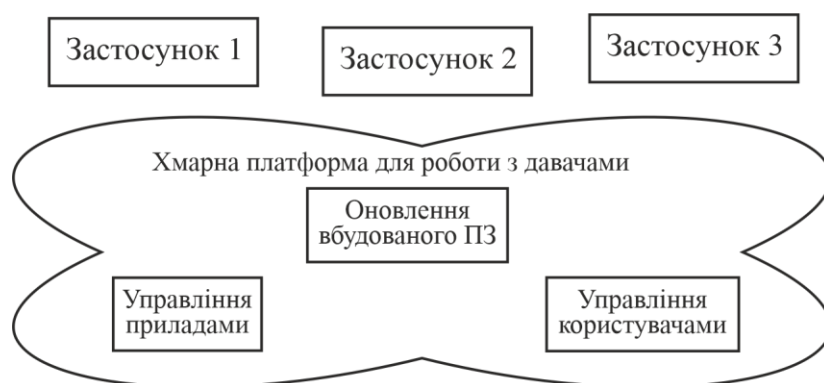


Рисунок 2.5 – Архітектура управління розумними приладами на основі хмарної платформи для роботи з датчиками

Розглянемо управління сенсорними мережами на основі хмарної інфраструктури. У запропонованому рішенні фізичні сенсорні пристрої віртуалізуються для забезпечення управління гетерогенними пристроями з обмеженими ресурсами через інфраструктуру хмарної платформи. Відома архітектура для управління пристроями Інтернету речей під назвою Cloud-Edge-Beneath (CEB). Ця пропозиція використовує переваги хмарних платформ для надання рішення щодо управління великомасштабними та динамічними мережами Інтернету речей.

2.5 Платформи на основі SDN для керування мережами IoT

За останні десятиліття кількість пристроїв з обмеженими ресурсами, присутніх в мережах IoT, різко зросла. На цих пристроях часто трапляється багато подій, які можуть вплинути на продуктивність мережі. Щоб упоратися з цією проблемою, було використано програмно-конфігуровану мережу (SDN) для досягнення енергоефективного управління мережами IoT з низьким енергоспоживанням. SDN – це парадигма, в якій контролер визначає загальну поведінку мережі. SDN і виступає за відокремлення площини управління мережею (де приймаються рішення про те, як пакети повинні проходити через мережу) від площини даних мережі (план пересилання трафіку).

Мережеві пристрої розглядаються як прості пристрої маршрутизації пакетів (план передачі), а логіка управління реалізується на контролері (площина управління). Південний інтерфейс є реле між програмованими перемикачами та програмним контролером. Openflow вважається найбільш поширеним інтерфейсом SDN. Openflow існує у кількох версіях програмного забезпечення: NOX, POX, Beacon, Floodlight, MuL, Maestro, Ryu тощо. Інтерфейс Northbound забезпечує зв'язок між компонентами вищого рівня. Фактично північний інтерфейс дозволяє обмінюватися інформацією між мережею та додатком.

Розглянемо семантичні структури для управління мережами IoT із низьким енергоспоживанням. Наявність мільярдів різнорідних і обмежених ресурсів пристроїв у середовищі Інтернету речей підвищує необхідність обробки різнорідних рішень з управлінням пристроями. З цією метою використовувалася семантична технологія, що дозволяє впоратися з неоднорідністю пристроїв Інтернету речей, забезпечуючи хорошу продуктивність мережі.

Розглянемо програмне забезпечення для самостійного керування гетерогенними пристроями Інтернету речей. Це проміжне програмне забезпечення засноване на агентних технологіях та забезпечує сумісність за рахунок використання семантичних технологій. Можна запропонувати структуру

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		40

управління пристроями Інтернету речей, розгорнутими у контексті додатків «розумних міст». Пропозиція ґрунтується на концепції пізнання та близькості та надає механізми, що дозволяють протистояти неоднорідності пов'язаних речей. Також можна запропонувати структуру, що базується на семантичній технології, що дозволяє керувати пристроями Інтернету речей. Запропонована структура полегшує автоматичне керування пристроями Інтернету речей за рахунок використання онтології, що дозволяє керувати гетерогенними мережевими пристроями. Також можна розглянути структуру, засновану на онтології oneM2M (структурований словник, що описує певну сферу інтересів), щоб спростити автоматичне налаштування гетерогенних пристроїв Інтернету речей. Пропоноване рішення використовує протоколи NETCONF та MQTT для керування пристроями з обмеженими ресурсами. Розглянемо структуру, що базується на семантичних технологіях, що дозволяє керувати гетерогенними пристроями Інтернету речей. Запропонована структура включає автоматичне виявлення мобільних пристроїв, надання датчиків і доменів Інтернету речей, семантичне обґрунтування даних датчиків і спрацювання на основі пропозицій.

2.6 Платформи на основі машинного навчання для керування мережами IoT з низьким енергоспоживанням

В даний час мережі Інтернету речей генерують величезні обсяги даних через динамічний характер цих мереж та/або кількість пристроїв з обмеженими ресурсами. Щоб максимально використовувати переваги цих даних, використовувалися методи машинного навчання, які допомагають приймати рішення з управління мережею. Машинне навчання (МО) - це процес, який дає комп'ютеру можливість імітувати людський мозок для виконання складних завдань на основі його знань. Він виявився корисним для управління мережами Інтернету речей, оскільки надає механізми прогнозування, які допомагають приймати рішення, як реконфігурація таблиці маршрутизації, планування мережі,

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		41

адаптація параметрів відповідно до поточного стану мережі. У цілому нині методи МО можна розділити навчання з учителем, навчання без вчителя і навчання з підкріпленням. Навчання з учителем – це метод машинного навчання, який дозволяє прогнозувати результат невидимих значень за допомогою класифікації або регресії з позначеними даними. Він заснований на двох етапах, а саме навчанні (етап, який включає навчання набору даних та розробку моделі класифікації) та тестуванні (що включає класифікацію невидимої цінності). Загальні алгоритми контрольованого навчання, що використовуються для управління мережами Інтернету речей, включають: машину опорних векторів (SVM), дерево регресії, нейронну мережу, згорткову нейронну мережу (CNN), мережу глибокої довіри (DBN) і рекурентну нейронну мережу (RNN). На відміну від навчання з учителем, навчання без вчителя не ґрунтується на попередньому маркуванні. Натомість він використовує немаркований набір даних для класифікації даних у кластери шляхом виявлення загального шаблону цього немаркованого набору даних. Загальні алгоритми навчання без вчителя, які використовуються для управління мережею, включають: K-MEANS, Autoclass, Deep Belief Network та Deep Boltzmann Machine. Навчання з підкріпленням – це ще один підхід машинного навчання, який дозволяє знаходити ідеальну поведінку машин та програмного агента для максимізації продуктивності.

По суті навчання з підкріпленням описується як марківський процес прийняття рішень (MDP). Розглянемо модель навчання з підкріпленням. Агент може відвідувати набір кінцевих станів середовища S , виконуючи дії. При відвідуванні стану збиратиметься числова винагорода, щоб виміряти успіх чи невдачу дій агента у цьому стані. Використання машинного навчання для вирішення мережевих проблем здійснюється шляхом виконання певних кроків. Ці різні кроки включають формулювання проблеми, збирання даних, аналіз даних, побудова моделі, її перевірку, розгортання та логічні висновки.

Нижче наведено деякі існуючі рішення для управління мережами IoT low на основі машинного навчання.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		42

1) Рішення управління мережами IoT з низьким енергоспоживанням, засновані на контрольованому навчанні. Розглянемо структуру, що базується на алгоритмі навчання з учителем дерева рішень, для прогнозування якості з'єднання в мережах IoT з низьким енергоспоживанням. Пропоноване рішення спрямоване на оптимізацію продуктивності мережі за рахунок ухвалення рішення про маршрутизацію, що допомагає покращити швидкість доставки даних та зменшити затримку даних. Розглянемо систему під назвою 4C для оцінки якості з'єднання в мережах IoT з низьким енергоспоживанням. Запропонована структура заснована на логістичній регресії та використовує параметри PRR останніх отриманих пакетів та швидкість прийому пакетів (PRR) для оцінки якості каналу. Для навчання моделей в середовищах, що тестуються, необхідно дуже мало даних (5–7 посилань на пару хвилин). Розглянемо схему онлайн навчання з використанням алгоритму контрольованого навчання для прогнозування якості з'єднання в даній бездротовій сенсорній мережі. Автори стверджують, що стратегії, які зберігають збалансованість набору навчальних вибірок з погляду діапазонів цільових значень, забезпечують кращу точність та більш швидку збіжність. Розглянемо централізовану систему виявлення вторгнень (IDS) на основі машин опорних векторів (SVM) та ковзних вікон для бездротових сенсорних мереж. Пропонована IDS використовує лише дві функції для виявлення вибіркового пересилання та атак типу «чорна діра».

2) Рішення для управління мережами IoT з низьким енергоспоживанням, що ґрунтуються на навчанні без вчителя. Розглянемо рішення "Інтелектуальна бездротова сенсорна мережа" (IWSN) для управління маршрутом передачі даних пристроями Інтернету речей. Це рішення засноване на нейронній мережі, яка дозволяє вибирати маршрут, що оптимізує продуктивність мережі при відмові вузла. Існує динамічна модель виявлення несправностей у бездротових сенсорних мережах. Запропонована структура включає підхід моделювання нейронної мережі для ідентифікації сенсорного вузла і виявлення несправностей в мережі.

Розглянемо метод виявлення викидів у WSN з використанням найближчих сусідів. Автори стверджують, що їхня пропозиція добре підходить для додатків, у

яких достовірність рейтингу викидів може бути розрахована або шляхом коригування розміру ковзного вікна, або за кількістю сусідів, які використовуються у методі виявлення викидів на основі відстані. Розглянемо структуру управління мережами IoT, яка спрямована на управління топологією надщільних бездротових сенсорних мереж. Вона заснована на K-Means, алгоритмі навчання без вчителя, і дозволяє оптимізувати термін служби мережі за рахунок балансування енергоспоживання.

3) Рішення для управління мережами IoT з низьким енергоспоживанням на основі навчання із підкріпленням. Розглянемо структуру, засновану на агенті глибокого навчання (DRL) для оптимізації маршрутизації. Запропонована структура допомагає визначити індивідуальні конфігурації, які мінімізують затримку мережі. Відома структура під назвою «Розподілене незалежне навчання з підкріпленням» (DIRL) для управління ресурсами/завданнями у бездротових сенсорних мережах. Запропонована структура заснована на Q-навченні і дозволяє кожному сенсорному пристрою автономно планувати свої завдання та розподіляти свої ресурси у процесі навчання.

2.7 Розрахунок пропускної здатності мережи розумного будинку

Для визначення потрібної смуги пропускання мережі розумного будинку необхідно враховувати, що для кожної 0,1 мегапікселів роздільної здатності веб-камери, потрібно 2 Мбіт/с швидкості Інтернету, щоб отримати надійний зв'язок.

Таблиця 3.1 – Смуга пропускання камери з різною роздільною здатністю

Розмір кадру	Кількість пікселів	Частота кадрів	Швидкість
320 x 240	76800	25кадрів/с	1,6 Мбіт/с
640 x 480	307200	25кадрів/с	6 Мбіт/с
1296 x 972	1259712	25кадрів/с	26 Мбіт/с
1640 x 1232	2020480	25кадрів/с	40 Мбіт/с

Формула для розрахунку смуги пропускання (W) мережі розумного будинку при використанні IP-відеокамери спостереження наступна:

$$W = \frac{\text{fps} \cdot 1024 \cdot 8 \cdot \text{resolution} \cdot k}{10^6},$$

де: resolution - роздільна здатність відео; k - кількість камер; fps - кількість кадрів в секунду для відеокамери.

Смуга пропускання камери з різними кодексами приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вимоги до смуги пропускання камери з різними кодексами

Розмір кадру	Роздільна здатність	Кодек	Швидкість
1280 x 720	1 МР	H.264	2 Мбіт/с
1280 x 720	1 МР	mjpeg	6 Мбіт/с
1920 x 1080	2МР	H.264	4 Мбіт/с
1920 x 1080	2МР	mjpeg	12 Мбіт/с
2560 x 1440	4МР	H.264	8 Мбіт/с
2560 x 1440	4МР	mjpeg	24 Мбіт/с

Чим більший розмір кадру тим краще на камері розпізнаються мілкі предмети. Якщо ми встановимо ввімкнення камери при спрацюванні детектора руху, є можливість зменшити потрібну швидкість інтернету.

Місце встановлення відеокамери (на вулиці, або в приміщення) також впливає на пропускну спроможність. Якщо камера має вбудовані алгоритми обробки зображення, вони також споживають смугу пропускання (може бути потрібна більш висока роздільна здатність або частота, з якою записуються послідовності кадрів), що залежить від потреб клієнта. Схема надсилання повідомлень користувачу мережі інтернету речей приведена на рисунку

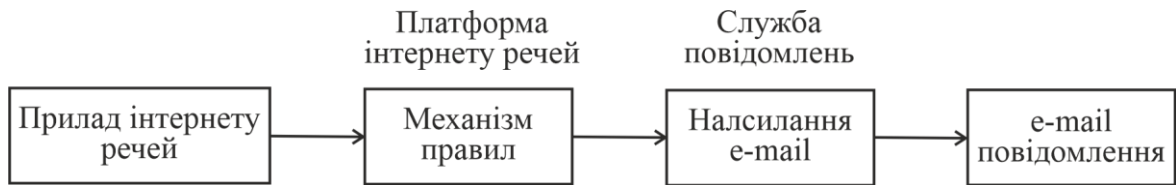


Рисунок 2.6 - Схема надсилання повідомлень у мережі інтернету речей

Пристрій інтернету речей за допомогою вбудованого Wi-Fi надсилає інформацію з здавачів у хмарний сервіс інтернету (наприклад, Amazon). На платформі інтернету речей створюється набір правил, які по настанню деяких подій (наприклад, певні дата і час, або спрацювання детектора руху, або відкриття вікна тощо). Цей набір правил активізує службу повідомлень, що надсилає інформацію на e-mail. Хмарні сервіси дозволяють швидко розгортати системи інтернету речей.

Послідовність надсилання повідомлень від вузла до вузла у мережі інтернету речей:

- за допомогою програмно-апаратних платформ пристрої IoT підключаються у телекомунікаційну мережу;
- пристрої IoT надсилають повідомлення, які перевіряються службою авторизації і автентифікації;
- повідомлення надходять на шлюз IoT, де потрапляють у оброблювач правил і копіюються на тині пристроїв;
- тині пристроїв – це цифрові сховища, що зберігають поточний стан пристроїв IoT і завжди доступні додаткам;
- обробник правил у залежності від отриманих даних виконує заздалегідь визначені дії, наприклад, зберігає дані у базі, надсилає SMS, або e-mail тощо;
- додатки використовують ці дані для управління пристроями за допомогою хмарних технологій захисту даних.

Висновки до другого розділу

Мережі інтернету речей швидко розгортаються як у громадських (розумні міста), так і в приватних зонах, управління мережею стає важливим питанням для досягнення найкращих результатів у покращенні продуктивності мережі та підтримки високого рівня доступності мережі. У цьому розділі розглянуті сучасні рішення для управління мережами інтернету речей. Визначені вимоги для ефективного управління мережами інтернету речей та запропоновано наступна класифікація існуючих рішень: протоколи управління для мереж IoT з низьким енергоспоживанням, платформи на основі SDN, хмарні платформи, семантичні платформи та фреймворки на основі машинного навчання. Проведений порівняльний аналіз існуючих рішень з управління мережами IoT.

Недоліки існуючих рішень для управління мережами IoT вимагають подальшого вивчення з метою розробки ефективних рішень для підтримки масштабованості, ефективного використання ресурсів і здатності справлятися з гетерогенністю мереж, забезпечуючи при цьому безпеку.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		47

3 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖИ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

3.1 Побудова моделі розумного будинку

Системи розумного будинку зараз розгортаються у приватних компаніях, державних установах, житлових будинках для автоматизації операцій, що роблять життя і роботу зручнішими: вони керують освітленням, побутовою технікою, стежать за будинком тощо. Для побудови моделі розумного будинку будемо використовувати Cisco Packet Tracer.

Модель розумного будинку складається з мережі першого офісу, телекомунікаційної мережі провайдера і другого офісу. Бездротова мережа першого офісу приведена на рисунку 3.1.

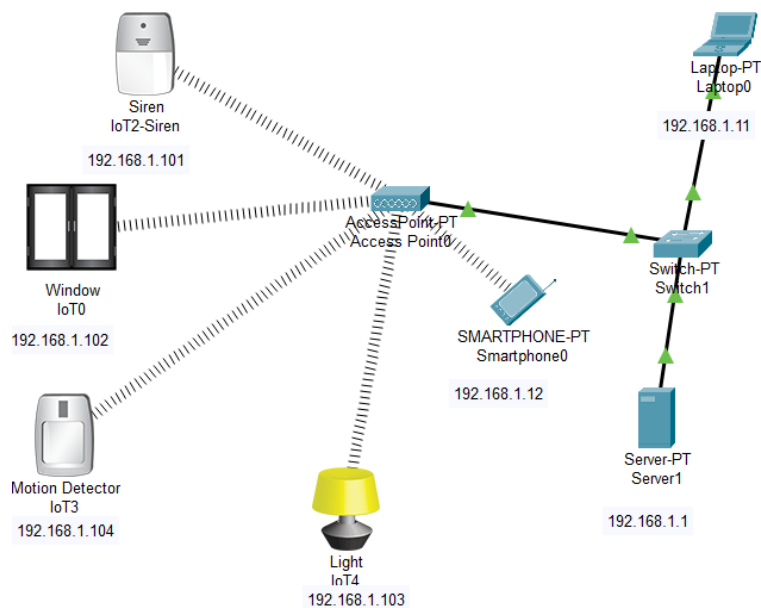


Рисунок 3.1 – Мережа першого офісу

						КПТР.2021024.01.04 ПЗ		
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Воробйов О.				Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку Моделювання телекомунікаційної мережі за технологією розумного будинку Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Бойко Ю.М						48	
Н. контр.	Стецюк В.І.				ХНУ, гр. ТР2с-21-1			
Затв.	Підченко С.К							

Мережа розумного будинку і моніторинг підключених пристроїв у веб-браузері ноутбука. На рисунку 3.2 показане вікно налаштувань для підключення розумних пристроїв у мережу – сирена (IoT2 – Siren).

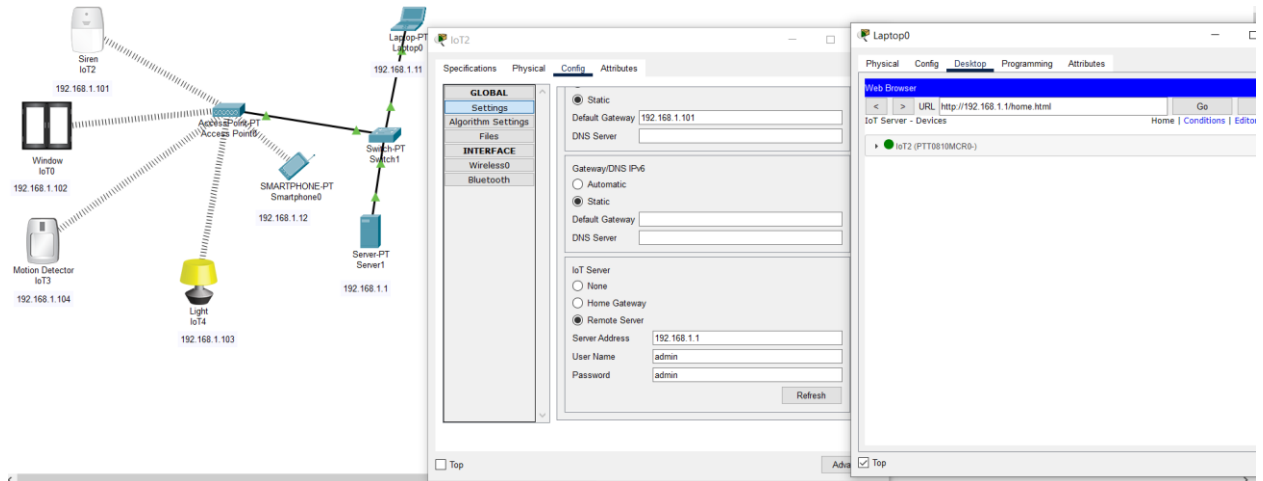


Рисунок 3.2 – Налаштування для підключення розумних пристроїв у мережу

Конфігурація на фізичному рівні для підключення пристрою з іменем IoT4 показана на рисунку 3.3

Після того, як до мережі під'єднані всі розумні пристрої, необхідно налаштувати дії, які виконуються при настанні певних подій: коли відкривається вікно – спрацьовує сирена, яку може виключити тільки користувач; коли спрацьовує детектор руху – включається освітлення. Для цього треба перейти у веб-браузері ноутбука (Laptop 0) з вкладки Home у вкладку Conditions.

Налаштування сигналізації – вмикання сирени при відкриванні вікна показано на рисунку 3.4.

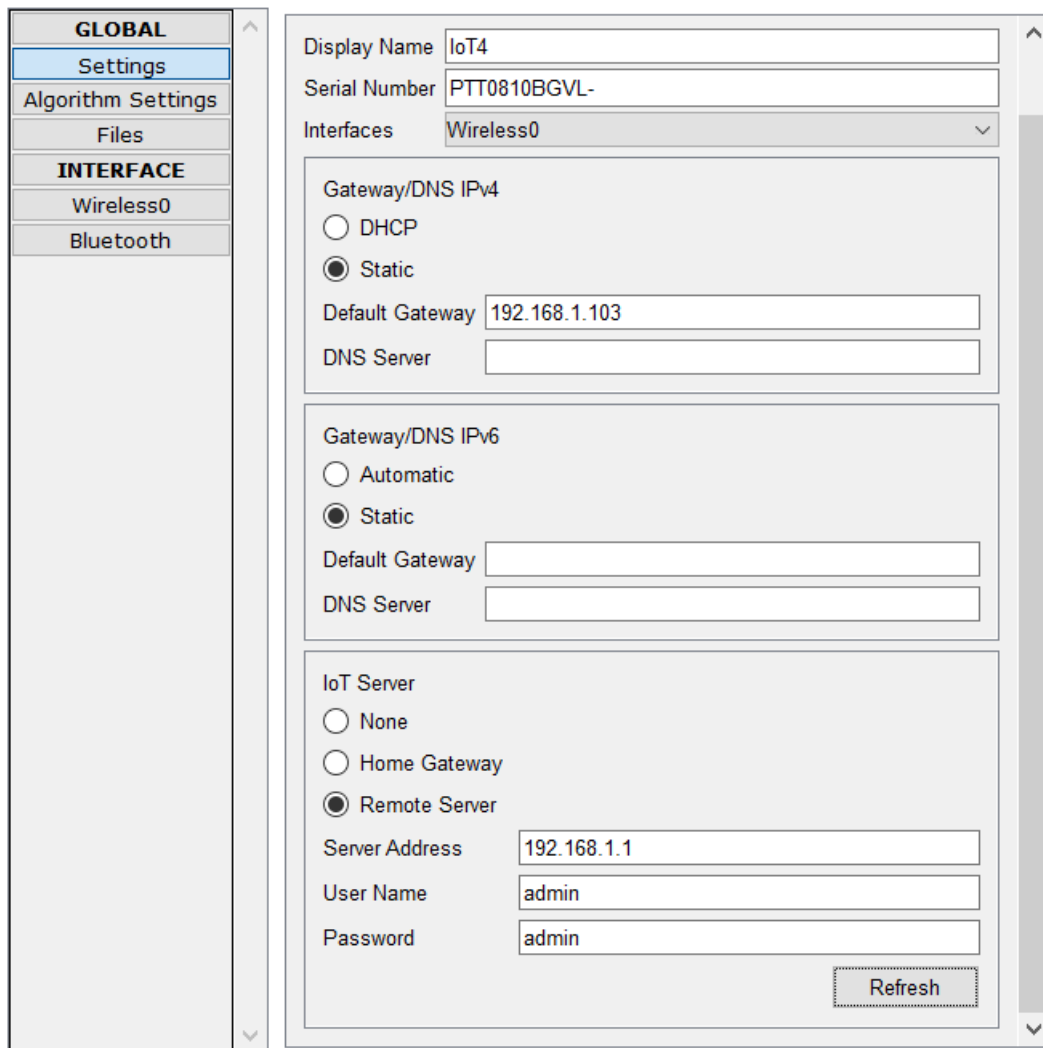


Рисунок 3.3 – Вікно налаштувань для підключення пристрою з іменем IoT4

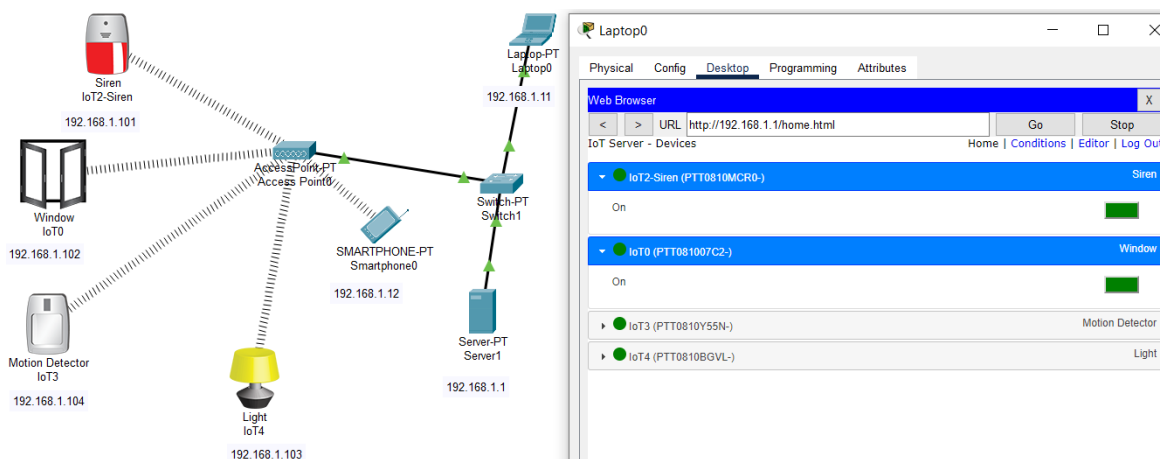


Рисунок 3.4 – Відображення можливості вмикання сирени при відкриванні вікна

Вікно налаштувань у браузері ноутбука показано на рисунку 3.5

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата



Рисунок 3.5 – Вікно налаштувань у браузері ноутбука

Якщо сигналізація не потрібна – ми вимикаємо сирену. Налаштування розумних пристроїв у веб-браузері ноутбука (Laptop 0) показано на рисунку 3.6.

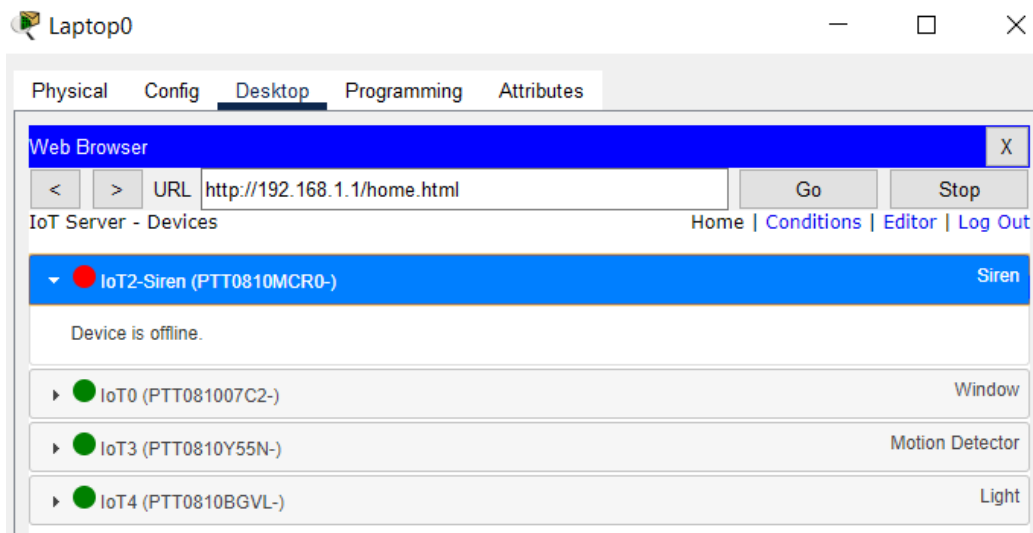


Рисунок 3.6 – Налаштування розумних пристроїв у веб-браузері ноутбука

При налаштуванні глобальної мережі, ми повинні мати можливість з другого офісу зв'язатись за допомогою глобальної мережі з першим офісом. Це відбувається за допомогою шлюзу. У мережі першого офісу шлюз має адресу 192.168.1.250. Вікно налаштування вузла Home/Office1 має вигляд (рисунок 3.7).

Physical **Config** CLI Attributes

GLOBAL	GigabitEthernet1/0	
Settings	Port Status	<input checked="" type="checkbox"/> On
Algorithm Settings	Bandwidth	<input checked="" type="radio"/> 1000 Mbps <input type="radio"/> 100 Mbps <input type="radio"/> 10 Mbps <input checked="" type="checkbox"/> Auto
ROUTING	Duplex	<input type="radio"/> Half Duplex <input checked="" type="radio"/> Full Duplex <input checked="" type="checkbox"/> Auto
Static	MAC Address	0030.F261.8375
RIP	IP Configuration	
INTERFACE	IPv4 Address	192.168.1.250
GigabitEthernet0/0	Subnet Mask	255.255.255.0
GigabitEthernet1/0	Tx Ring Limit	10

Рисунок 3.7 – Вікно налаштування вузла Home/Office1

Для другого офісу шлюз має адресу 192.168.2.1. Для кожного мережевого пристрою ми маємо записати IP-адресу цього пристрою, маску підмережи і шлюз.

Вікно налаштування вузла Office2 має вигляд (рисунок 3.8)

Physical **Config** CLI Attributes

GLOBAL	GigabitEthernet1/0	
Settings	Port Status	<input checked="" type="checkbox"/> On
Algorithm Settings	Bandwidth	<input checked="" type="radio"/> 1000 Mbps <input type="radio"/> 100 Mbps <input type="radio"/> 10 Mbps <input checked="" type="checkbox"/> Auto
ROUTING	Duplex	<input type="radio"/> Half Duplex <input checked="" type="radio"/> Full Duplex <input checked="" type="checkbox"/> Auto
Static	MAC Address	0002.4AA6.1751
RIP	IP Configuration	
INTERFACE	IPv4 Address	192.168.2.1
GigabitEthernet0/0	Subnet Mask	255.255.255.0
GigabitEthernet1/0	Tx Ring Limit	10

Рисунок 3.8 – Вікно налаштування вузла Office2

Для офіс 2 ми також маємо вказати шлюз для доступу до глобальної мережі.

Для того, щоб ми мали доступ з першого офісу на другий і з другого на перший, ми маємо налаштувати глобальні зв'язки. У нас є два роутери. Вони мають глобальні IP-адреси: для першого офісу 1.1.1.1 і для другого офісу 2.2.2.2. Ми повинні записати у кожний вузол офіса шлюз за замовченням – це роутер з адресою 192.168.1.250. Аналогічно ми маємо поступити і з другим офісом.

Вікно налаштування статичних адрес для переадресації пакетів, що надходять вузла provider має вигляд (рисунок 3.9)

The screenshot shows a network configuration interface with tabs for Physical, Config, CLI, and Attributes. The Config tab is active. On the left is a navigation tree with categories: GLOBAL (Settings, Algorithm Settings), ROUTING (Static, RIP), and INTERFACE (FastEthernet0/0 to GigabitEthernet9/0). The 'Static' option under ROUTING is selected. The main area is titled 'Static Routes' and contains three input fields: 'Network', 'Mask', and 'Next Hop'. Below these is an 'Add' button. A table below shows two entries: '192.168.1.0/24 via 1.1.1.1' and '192.168.2.0/24 via 2.2.2.2'. A 'Remove' button is at the bottom right.

Рисунок 3.9 – Вікно налаштування переадресації пакетів вузла provider

Вікно налаштування статичних адрес Gigabit Ethernet вузла provider має вигляд (рисунок 3.10).

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL	GigabitEthernet9/0	
Settings	Port Status	<input checked="" type="checkbox"/> On
Algorithm Settings	MAC Address	0090.0CEC.0BAE
ROUTING	IP Configuration	
Static	IPv4 Address	2.2.2.3
RIP	Subnet Mask	255.0.0.0
INTERFACE	Tx Ring Limit	
FastEthernet0/0		10
FastEthernet1/0		
Serial2/0		
Serial3/0		
FastEthernet4/0		
FastEthernet5/0		
GigabitEthernet8/0		
GigabitEthernet9/0		

Рисунок 3.10 – Вікно налаштування статичних адрес для вузла provider

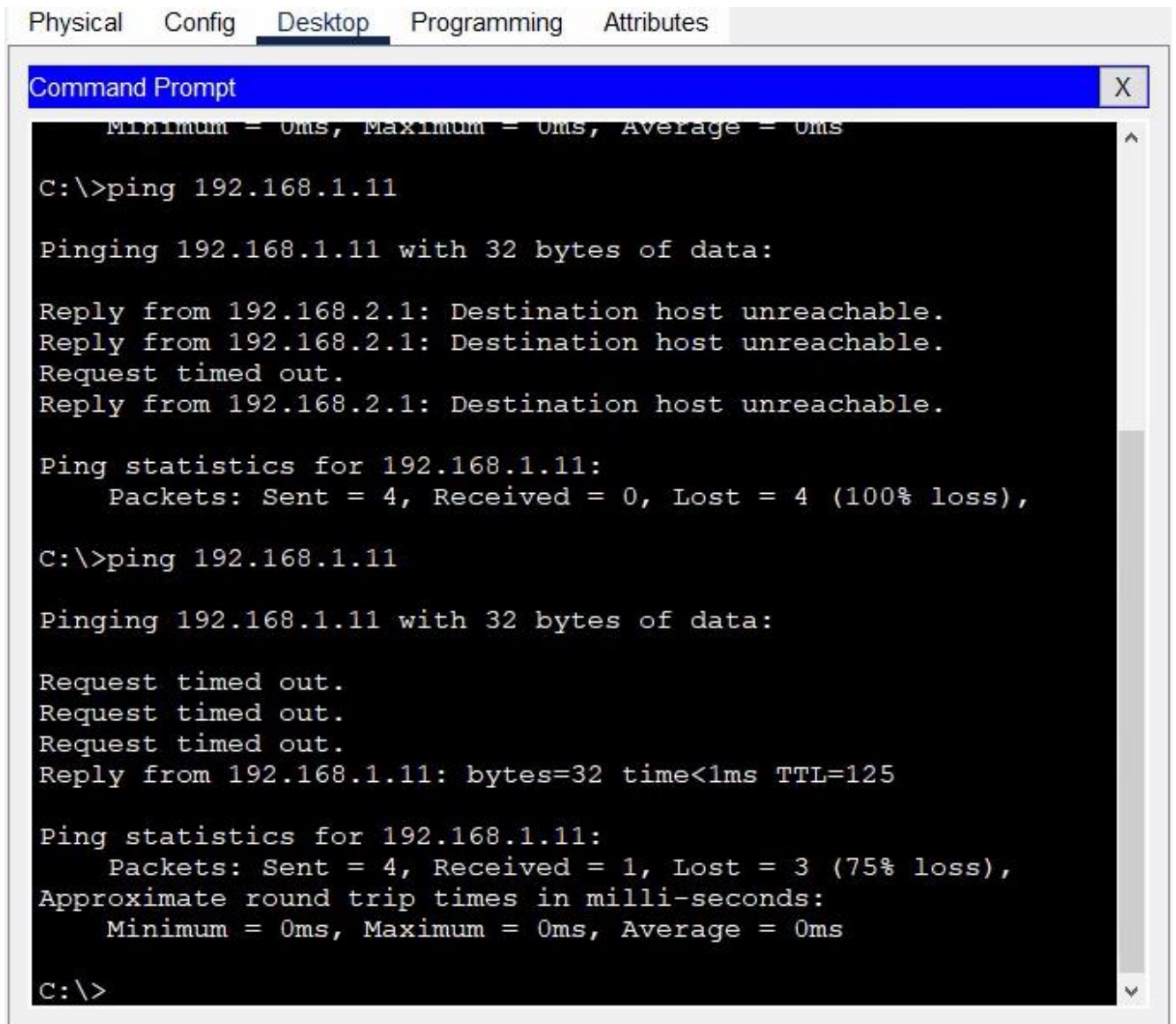
Вікно налаштування адрес Gigabit Ethernet вузла provider має вигляд (рисунок 3.11)

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL	GigabitEthernet8/0	
Settings	Port Status	<input checked="" type="checkbox"/> On
Algorithm Settings	MAC Address	00E0.A386.541A
ROUTING	IP Configuration	
Static	IPv4 Address	1.1.1.3
RIP	Subnet Mask	255.0.0.0
INTERFACE	Tx Ring Limit	
FastEthernet0/0		10
FastEthernet1/0		
Serial2/0		
Serial3/0		
FastEthernet4/0		
FastEthernet5/0		
GigabitEthernet8/0		
GigabitEthernet9/0		

Рисунок 3.11 – Вікно налаштування адрес Gigabit Ethernet вузла provider

Перед налаштуванням таблиць маршрутизації на роутерах, перевіримо наявність зв'язку з першим роутером у другому офісі. На вузлі Laptop 1 відкриваємо командний рядок, як показано на рисунку 3.12.



```
Physical Config Desktop Programming Attributes
Command Prompt
Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\>ping 192.168.1.11
Pinging 192.168.1.11 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.2.1: Destination host unreachable.
Reply from 192.168.2.1: Destination host unreachable.
Request timed out.
Reply from 192.168.2.1: Destination host unreachable.

Ping statistics for 192.168.1.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

C:\>ping 192.168.1.11
Pinging 192.168.1.11 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.1.11: bytes=32 time<1ms TTL=125

Ping statistics for 192.168.1.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 1, Lost = 3 (75% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\>
```

Рисунок 3.12 – Командний рядок на вузлі Laptop 1

Для забезпечення зв'язку другого офіса із першим, необхідно запити від вузлів за першою адресою 192.168.1.0 із маскою 255.255.255.0 перенаправляти на порт роутера з адресою 2.2.2.3. Вікно налаштувань статичних адрес вузла Office2 приведено на рисунку 3.13

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

INTERFACE

GigabitEthernet0/0

GigabitEthernet1/0

Static Routes

Network

Mask

Next Hop

Network Address

192.168.1.0/24 via 2.2.2.3

Рисунок 3.13 – Вікно налаштувань статичних адрес вузла Office2

Відкриваємо вікно налаштувань статичних адрес вузла Home/Office1 і записуємо, що всі запити, які мають йти від вузлів 192.168.2.0 повинні пересилатись на роутер 1.1.1.3, як показано на рисунку 3.14.

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

ROUTING

Static

RIP

INTERFACE

GigabitEthernet0/0

GigabitEthernet1/0

Static Routes

Network

Mask

Next Hop

Network Address

192.168.2.0/24 via 1.1.1.3

Рисунок 3.14 – Вікно налаштувань статичних адрес вузла Home/Office1

і тепер налаштуємо таблицю маршрутизації на роутері provider. Всі запити, які надходять у мережі 192.168.1.0 мають транслюватися на роутер з адресою 1.1.1.1, а запити на адресу 192 168 2.0 мають надходити на роутер з адресою 2.2.2.2, як показано на рисунку 3.15.

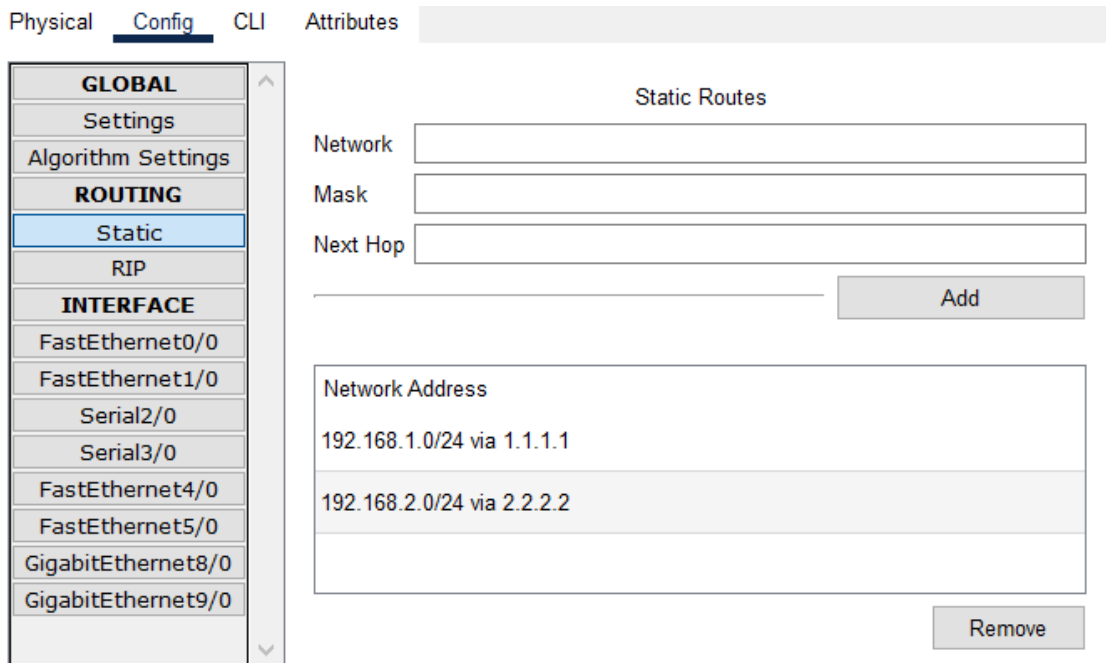


Рисунок 3.15 – Таблиця маршрутизації на роутері provider

Відкриємо командний рядок у вузлі (Laptop0) офісу 2 і пропінгуємо вузел 11, що знаходиться у першому офісі, як показано на рисунку 3.16

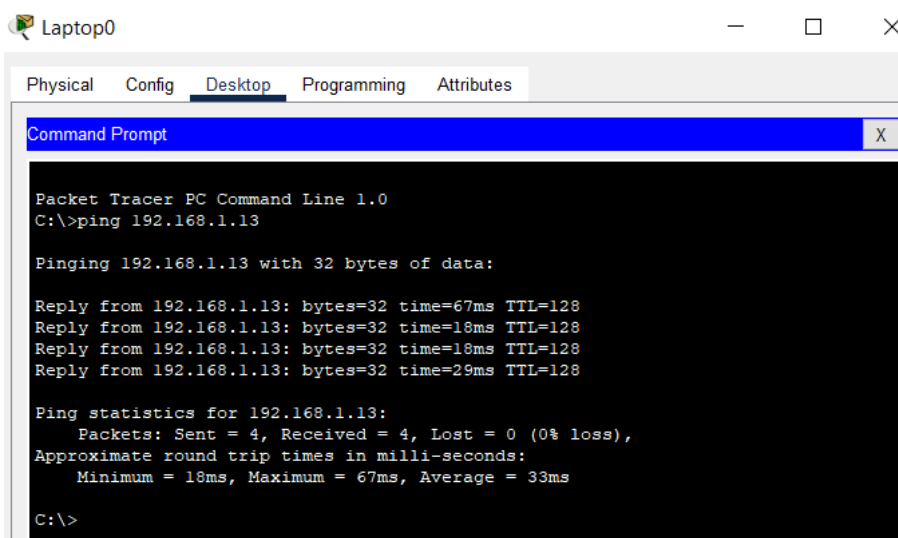
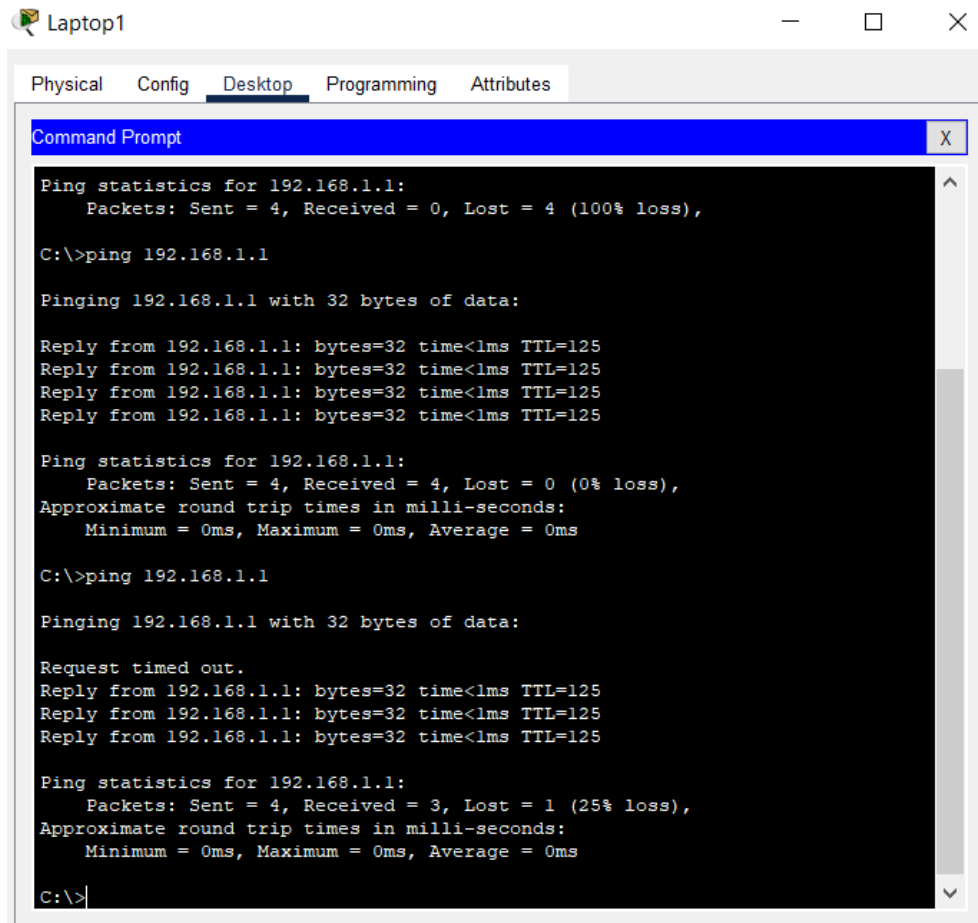


Рисунок 3.16 – Командний рядок у вузлі Laptop0 офісу 2

перші три відправлені пакети були втраченими, що пов'язано з складанням таблиці маршрутизації. Коли прокладається таблиця маршрутизації з сервером 192.168.1.1 перший пінг залишається без відповіді. Потім три пакети надходять вдало, як показано на рисунку 3.17.



```
Command Prompt
Physical Config Desktop Programming Attributes
Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss),

C:\>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<lms TTL=125
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<lms TTL=125
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<lms TTL=125
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<lms TTL=125

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 192.168.1.1

Pinging 192.168.1.1 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<lms TTL=125
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<lms TTL=125
Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time<lms TTL=125

Ping statistics for 192.168.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
```

Рисунок 3.17 – Командний рядок у вузлі Laptop1

Додамо у мережу новий пристрій – планшет, з якого буде змога контролювати роботу розумних пристроїв в будинку і налаштуємо їх за рисунком 3.18 і рисунком 3.19.

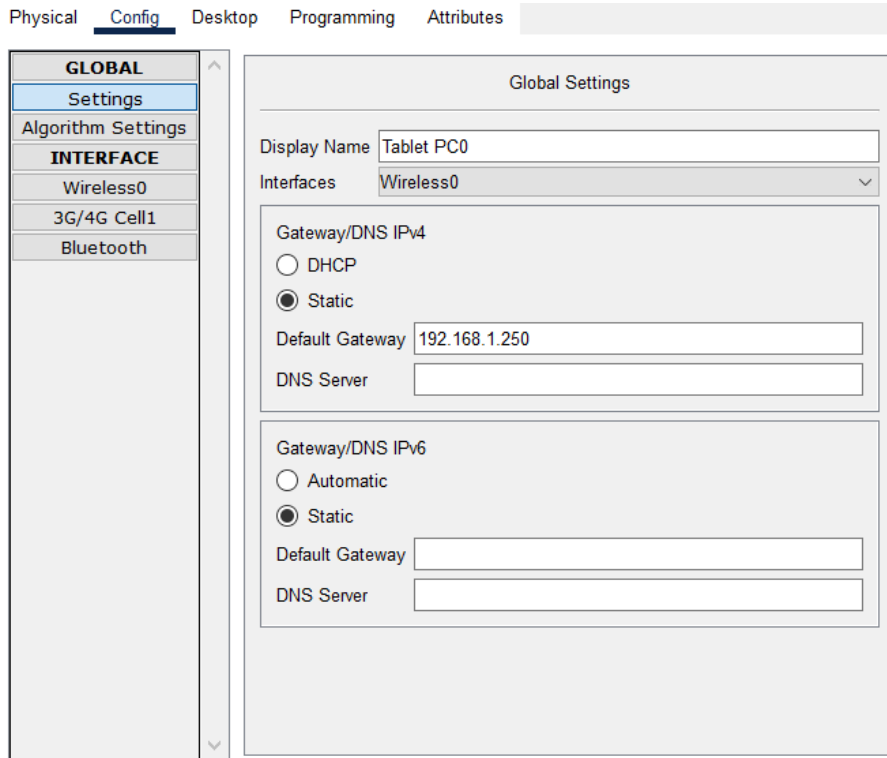


Рисунок 3.18 – Вікно налаштувань нового пристрою – планшета

Таким чином налаштовані параметри wi-fi за рисунком 3.

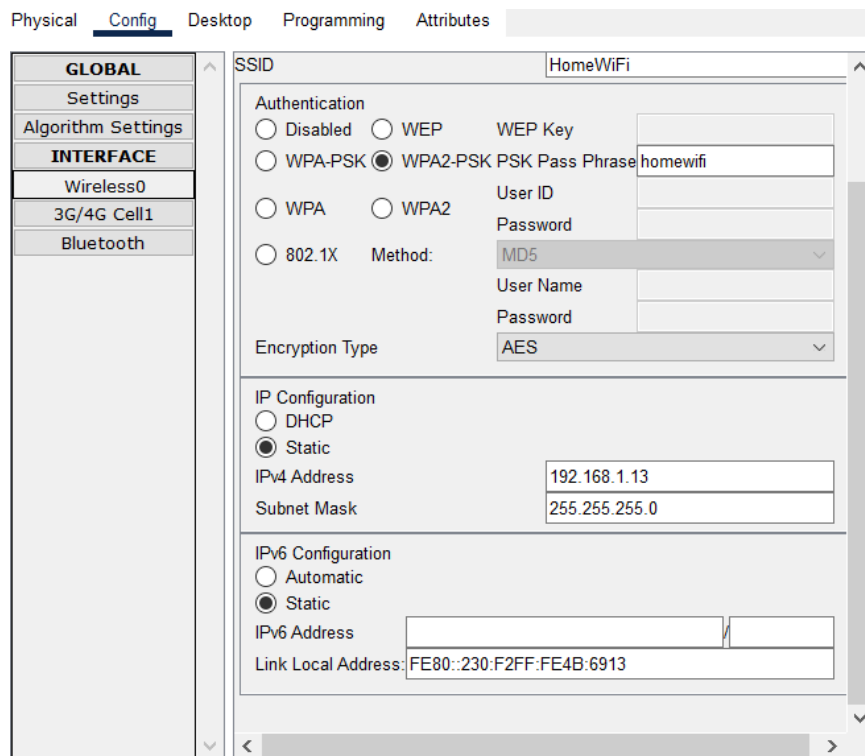


Рисунок 3.19 – Вікно налаштувань бездротової мережі для планшета

Пінгуємо наявність в мережі комп'ютера-планшета TabletPC0 (рис. 3.20)

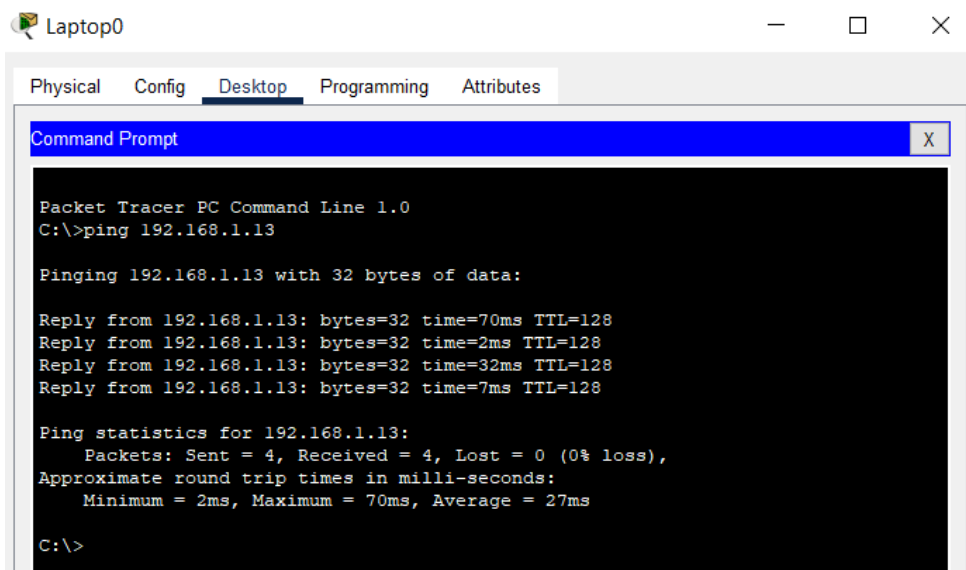


Рисунок 3.20 – Пінгування наявність в мережі комп'ютера-планшета TabletPC0

Тепер підключимось до веб-серверу і перевіримо можливість управління розумними пристроями будинку за рисунком 3.21.

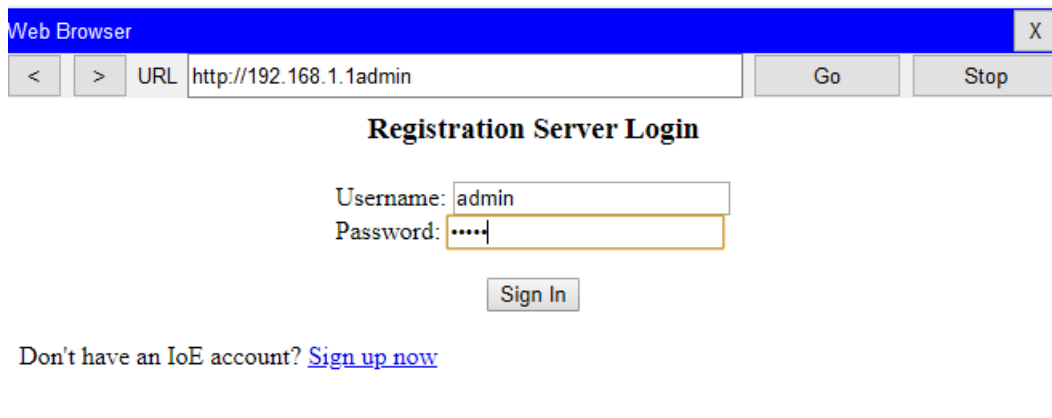


Рисунок 3.21 – Вікно підключення до веб-серверу

Після введення логіна і пароля відкривається вікно, в якому відображені всі підключені розумні пристрої, як показано на рисунку 3.22

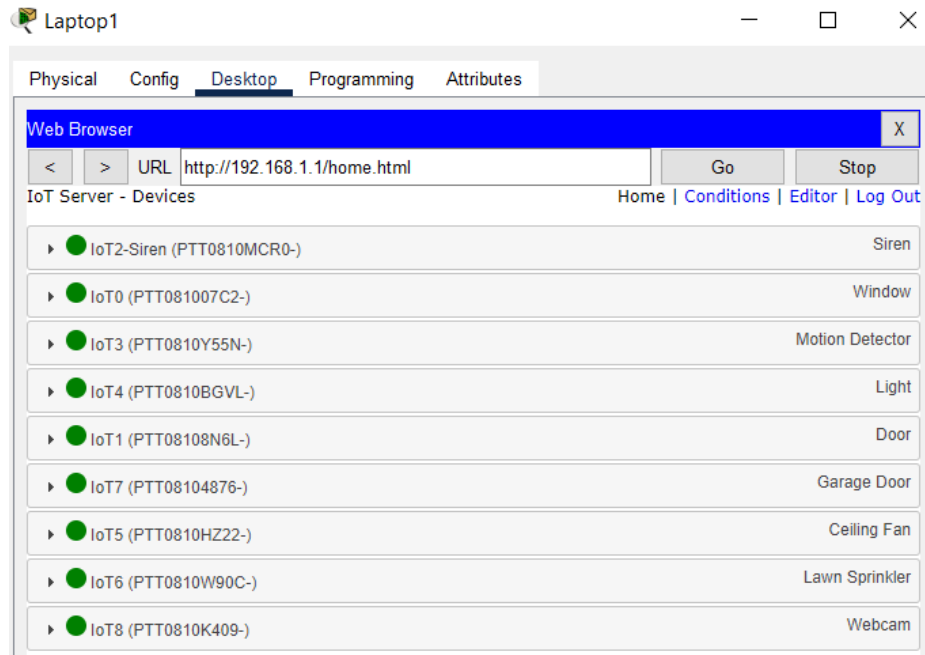


Рисунок 3.22 – Вікно налаштувань розумних пристроїв вузла laptop1

давайте розглянемо масштабування мережі. Для цього додамо вхідні двері до будівлі і гараж. У дверей є пристрій, який фіксує стан закриття і відкриття, який підключається до мережі за допомогою радіо модуля. Налаштуємо підключення цього пристрою за рисунком 3. 23

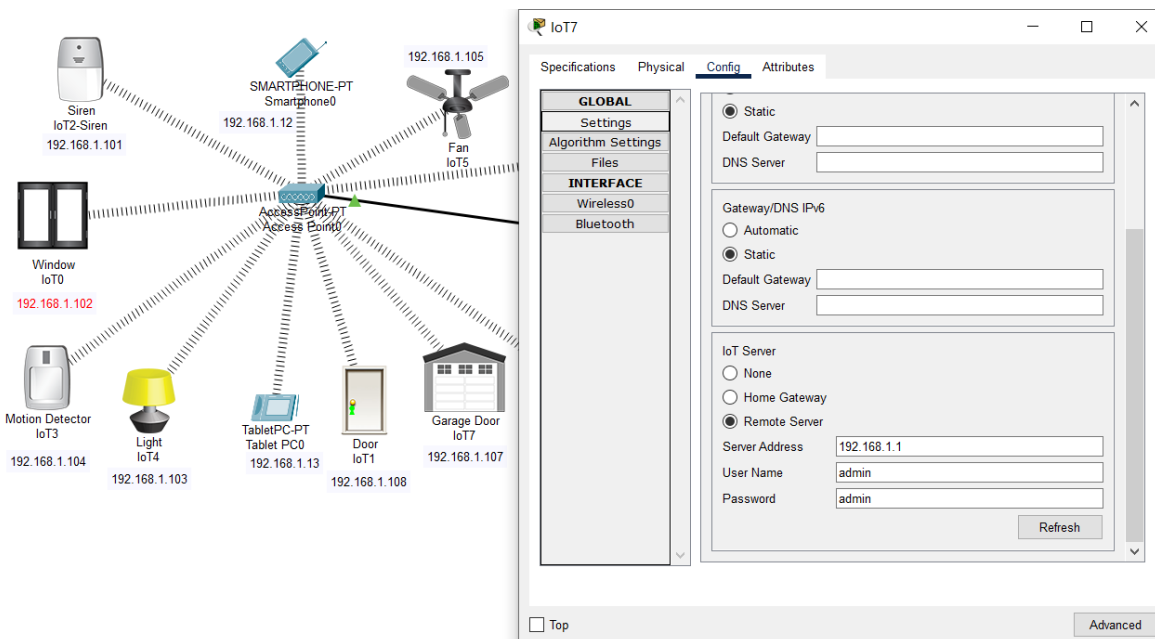


Рисунок 3.23 – Підключення розумного пристрою IoT7

Аналогічно налаштовуємо двері гаражу. В їх складі також є давач, який працює по wi-fi, як показано на рисунку 3.24.

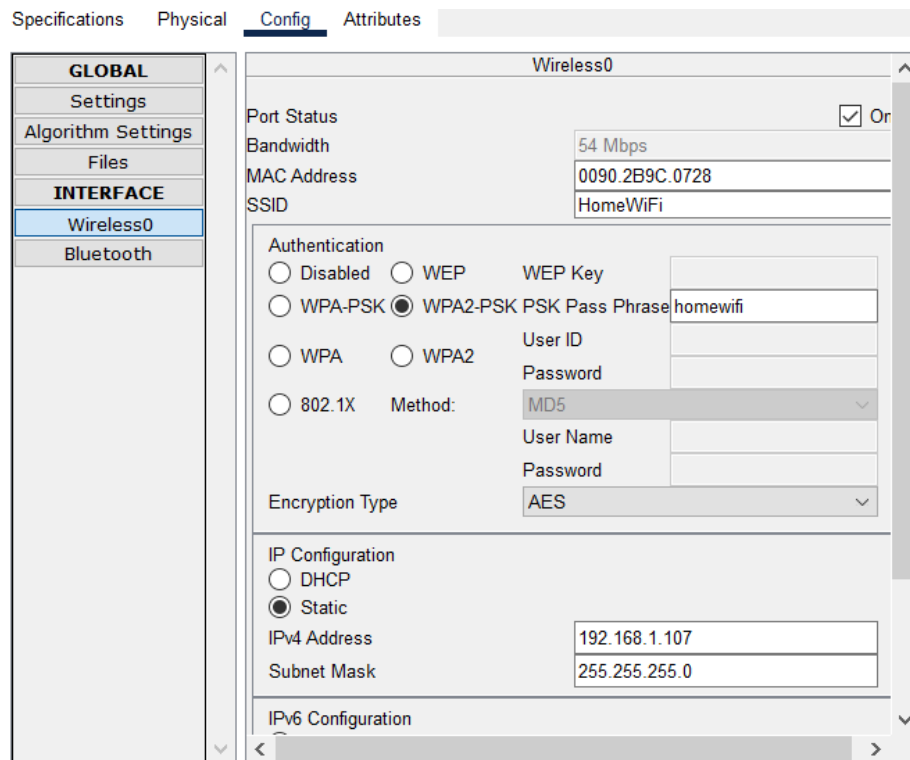


Рисунок 3.24 – Вікно налаштувань дверей гаражу

Далі встановимо зв'язок між розумними пристроями і сервером, який їх контролює. Все відображається за рисунком 3.25

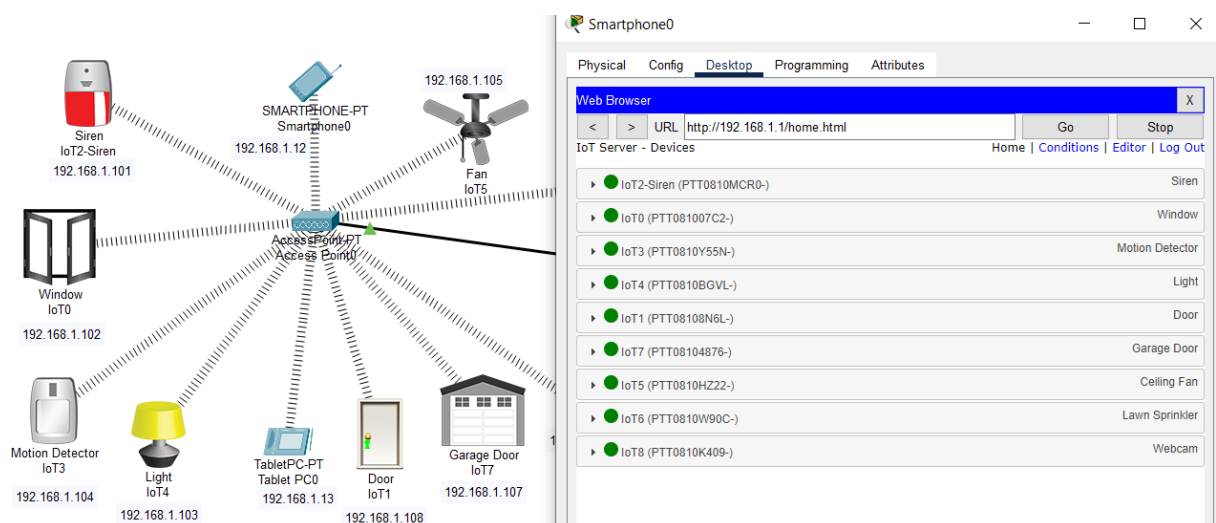


Рисунок 3.25 – Зв'язок між розумними пристроями і сервером

Користувачу віддалено потрібно перевірити, чи закритий замок на дверях – він це може зробити за допомогою вікна IoT Server – Device Conditions, як показано на рисунку 3.26.

Actions		Enabled	Name	Condition	Actions
Edit	Remove	Yes	Siren	IoT0 On is true	Set IoT2-Siren On to true
Edit	Remove	Yes	Light	IoT3 On is true	Set IoT4 Status to On
Edit	Remove	Yes	Light-OFF	IoT3 On is false	Set IoT4 Status to Off
Edit	Remove	Yes	door	IoT1 Open is true	Set IoT2-Siren On to true
Edit	Remove	Yes	G-Door	IoT7 On is true	Set IoT2-Siren On to true

Рисунок 3.26 – Вікно налаштувань IoT Server – Device Conditions

3. Вибір пристроїв для розумного будинку

Luci air 213351 - Стельовий LED вентилятор з регулюванням яскравості
RIVIERA 1xGX53/12W/230V чорний + дистанційне керування



Рисунок 3.27 – Стельовий LED вентилятор

Стельовий вентилятор з регульованим освітленням, яким можна керувати за допомогою пульта дистанційного керування.

6 рівнів швидкості; 3-етапне регулювання яскравості; повітряний потік: 204 м³/хв; розмір приміщення: 25 м².

Розумний датчик температури та вологості TuYa WiFi Підключений до будинку термометр, сумісний із Smart Life, Alexa, Google Assistant



Рисунок 3.28 – Розумний датчик температури та вологості

При виготовленні використаний матеріал: ABS; розмір: 70*24*19 мм; акумулятор: LR03-1.5 V/AAA * 2; частота Wi-Fi: 2,4 ГГц IEEE 802.11 b/g/n; діапазон вимірювання температури: -20°C ~ 60°C; діапазон вимірювання вологості: 0% RH ~ 100% RH; точність вимірювання температури: ±1°C; точність вимірювання вологості: ±5% RH.

Розумний температурний датчик і перемикач з підтримкою Wi-Fi

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		64



Рисунок 3.29 – Розумний температурний давач і перемикач

Комутатор WiFi працює на частоті 2,4 ГГц.

Універсальний перемикач для розумного дому, для дистанційного вмикання/вимикання довільних за призначенням приладів за допомогою інформаційних технологій. Якщо температура навколишнього середовища потрапляє в діапазон, він автоматично вмикає або вимикає підключені пристрої. Він також підтримує час увімкнення/вимкнення приладів і підтримує попереднє встановлення діапазону температури.

особливості:

- підтримка додатків: мобільний додаток для iOS і Android Tuya/Smart life/Ewelink;
- статус синхронізації: статус пристрою в режимі реального часу надається додатку.
- монітор у режимі реального часу: відстежуйте температуру в режимі реального часу.
- дистанційне вмикання та вимикання електричних пристроїв за допомогою температурного давача DS18B20;
- спільний контроль: керуйте своїм розумним будинком разом із сім'єю;

- хронометраж: підтримує 8 увімкнених завдань;
- автоматичний режим: установіть автоматичний режим для ввімкнення/вимкнення за вказаної температури;
- ручний режим: установіть ручний режим для негайного ввімкнення/вимкнення;
- запуск інтелектуальної сцени: темп. значення працює як умови запуску інтелектуальної сцени для запуску/вимкнення інших пристроїв eWeLink;
- голосове керування: сумісне з "Amazon" Alexa, для Google Home, для Google Nest;
- водонепроникний датчик температури.

Технічні характеристики Smart Switch:

Вхідна напруга: AC 85-250V

Вхідний струм: макс. 16A

Макс. Потужність: 3500 Вт (16 А)

Бездротовий стандарт: 2,4 ГГц, 802.11 b/g/n

Механізм безпеки: WPA-PSK/WPA2-PSK

Режим керування: Mobile APP Tuya / Smart Life/Ewelink.

Матеріал корпусу: протипожежний ABS V0

Вологість: 5%-90% RH, без конденсації

Робоча температура: 0°C-40°C

Інтелектуальний пристрій Wi-Fi для обприскування садових рослин. Має у складі систему автоматичного скидання та віддалений контролер.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		66



Рисунок 3.30 – Пристрій Wi-Fi для обприскування садових рослин

1. Корпус має модифікований ABS і порцеляновий білий дизайн. Виготовлений з акрилового матеріалу. Дно оснащено накладками з EVA, які зменшують вібрацію та шум. Хост використовує модуль керування графіті, яким можна керувати вручну та відкладати його через налаштування APP.

Технічні характеристики

Номер моделі - YK-559

Матеріал - пластик

Торгова марка - JOEKOL

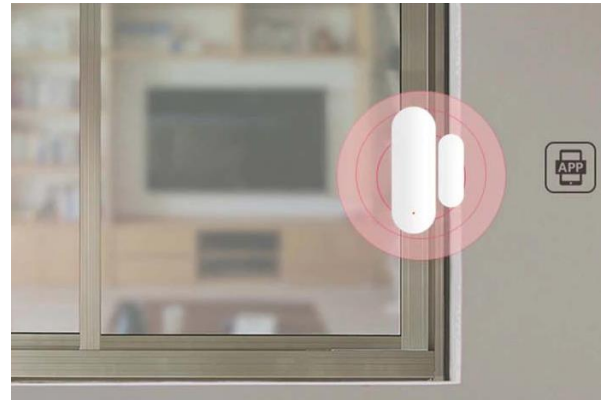
Тип - Комплекти для поливу

Розумний пристрій window з підтримкою Wi-fi

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		67



а)



б)

Рисунок 3.31 – Датчик дверей/вікон SmartX WiFi

Датчик дверей/вікон SmartX WiFi

- назва програми: Smart Life/Tuya
- робота з Amazon Alexa/Google Assistance/IFTTT
- акумулятор: AAA1.5V*2
- виявлення низького заряду батареї
- визначати статус відкритих/зачинених дверей/вікна
- підтримка всіх розумних продуктів Smart Life/Tuya

ONENUO Tuya Smart Zigbee Датчик дверної віконної сигналізації Відкриті закриті детектори Домашня сигналізація Wi-Fi, сумісна з Alexa Google Home

- назва APP: Tuya Smart або Smart Life
- тип батареї: AAA1,5 В*2
- функція нагадування про низький заряд батареї
- робоча відстань: ≥ 15 мм
- бездротовий стандарт: Zigbee 3.0
- діапазон WiFi: 2,4 ГГц
- робоча температура: $-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$
- робоча вологість: $10\% \sim 90\% \text{RH}$

Розумний пристрій Siren з підтримкою Wi-Fi



а)



б)

Рисунок 3.32 – Розумний пристрій Siren з підтримкою Wi-Fi

бездротова WIFI сигналізація. 24 зони охорони. Бездротовий датчик руху, бездротовий датчик відкриття дверей/вікна, брелок дистанційного управління, блоку живлення від мережі 220V. Відправка повідомлень у додатку по WIFI. Управління сигналізацією зі смартфона на iOS і Android за допомогою додатків APP.

Розумний пристрій Mition Detector

Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата



Рисунок 3.33 – Wi-Fi Smart пристрій – датчик руху

Tuya Wi-Fi Smart PIR Датчик руху Smart Life APP

Бездротова система домашньої автоматизації через Alexa Google Home.

Споживання струму в режимі очікування: 15 мкА Бездротовий тип: 2,4 ГГц.

Протокол: IEEE 802.11b/g/n Wi-Fi.

Технічні характеристики:

Це розумний датчик руху, який може працювати незалежно, може точно виявляти рух у кімнаті для захисту будинку. Працює на частоті 2,4 ГГц WiFi та забезпечує стабільне, швидке та зручне з'єднання. Не потрібен домашній шлюз, є можливість досягти інтелектуального керування побутовою технікою, простим у використанні. Удосконалений датчик руху PIR виявляє людей або тварин, які рухаються, відстань виявлення 7 м, незалежно від того, день чи ніч може бути моніторингом у реальному часі. Підтримує дистанційне керування за допомогою смартфона, щоб зробити ваш дім розумнішим

Висновки до третього розділу

У цьому розділі проведена розробка архітектури розумної та безпечної домашньої системи, що ґрунтується на основі технології інтернету речей. Система дозволяє керувати багатьма різними електронними пристроями, що розміщені в будинку, за допомогою віддаленого підключення. Ця система була реалізована за допомогою Cisco Packet Tracer, яка є платформою, що дозволяє побудувати модель мережі та виконати її тестування. Розроблена система забезпечує можливість віддаленого адміністрування та керування через домашню мережу, завчасне попередження та захист від можливих небезпек, що підвищує захист та зручність домашнього середовища.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		71

ВИСНОВКИ

1. В результаті виконання кваліфікаційного проекту на тему «Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку» побудована модель мережи розумного будинку в середовища Cisco Packet Tracer, встановлена автентифікація користувачів, проведено розбиття адресного простору, обрані розумні пристрої, проаналізовані вимоги до пропускну здатності телекомунікаційної мережи.

2. Розумний будинок може зробити життя простішим та безпечнішим. Це також може заощадити енергію та час. Власник може отримати доступ до будинку з будь-якої точки світу, використовуючи смартфон.

3. Популярним підходом для реалізації розумного будинку є використання датчиків та камер для моніторингу домашньої обстановки та виявлення руху і контролю домашнього середовища, яке у разі порушення безпеки попереджає домовласників.

4. Для побудови мережи використовуються різні мови програмування плат датчиків і розумних пристроїв. Температура у приміщенні, рівень вологості, дані виявлення руху і показання рівня води, які збираються датчиками, можуть зберігатися в базі даних на сервері для подальшого аналізу. Система також використовує згенеровані журнали для моніторингу продуктивності та виявляє потенційні загрози, а також сигналізує у разі порушень безпеки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кваліфікаційний проєкт : методичні вказівки щодо його підготовки та виконання здобувачами вищої освіти (ОР «бакалавр») спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / уклад.: С. К. Підченко, А. А. Таранчук, В. І. Стецюк, О. С. Пивовар. Хмельницький: ХНУ, 2021. – 71 с.

2. Бойко Ю.М. Текстові документи. Загальні вимоги СОУ 207.01:2017 / Ю.М. Бойко, Г.В. Красильникова, Л.І. Першина, Т.Ф. Косянчук. – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 45 с.

3. Волинський В.В. Моделювання Smart-лабораторії для навчального процесу /В.В. Волинський, А.Г. Бердніков // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління», випуск 51, 2021. с. 42-51.

5. Проєктування та розроблення мережевого програмного забезпечення: лабораторний практикум з дисципліни «Проєктування та розроблення мережевого програмного забезпечення» : навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» /Л.М. Олещенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 108 с.

6. «Телемедицина та комп'ютерні мережі: Лабораторний рактикум у Cisco Packet Tracer»: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / уклад. В.А. Данілова, В.В. Шликов; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – 73 с.

7. Boiko J. et al. Evaluation of the Capabilities of LDPC Codes for Network Applications in the 802.11 ax Standard. International Conference on IoT Based Control Networks and Intelligent Systems. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2023. – С. 369-383.

8. Жураковський Б. Ю. Комп'ютерні мережи /Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 336 с.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		73

9. Пилипенко В.О. Варіант використання нейронної мережі в системі "Smart home" /Інтеграція інформаційних систем і інтелектуальних технологій в умовах трансформації інформаційного суспільства: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції. Полтава: ПДАУ, 2021. с. 93-96.

10. Zhan, J., Zhang, Y., Chen, Y., & Yang, Y. (2019). A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications. IEEE Internet of Things Journal, 7(5), 3973-4008.

11. Tang, Z., & He, W. (2019). Internet of Things-Based Smart Home Systems: A Comprehensive Review. IEEE Access, 7, 53157-53177.

12. Воробйов О. Мережа розумного будинку за технологією MESH WIFI /О. Воробйов, Ю. Бойко //Інформаційні системи та технології: результати і перспективи : матеріали 1-ої Міжнародної науково-практичної конф., (Київ, 6 березня 2024 р.) – Київ : ФІТ КНУТШ, 2024 р. – С. 39-42.

13. Al-Turjman, F. (2018). Internet of Things Security: Review of Risks and Threats to Healthcare Sector. Journal of Medical Systems, 42(7), 129.

14. Liu, Y., Liu, J., & Li, J. (2019). A Novel Smart Home Security System Based on a Dynamic Key Management Protocol. IEEE Access, 7, 175363-175376.

15. Li, X., Li, J., Li, B., & Liu, K. (2018). A Smart Home Security System Based on Wireless Sensor Network and GSM Technology. Journal of Intelligent & Robotic Systems, 90(1), 165-177.

16. Teli, S.R.; Matus, V.; Zvanovec, S.; Perez-Jimenez, R.; Vitek, S.; Ghassemlooy, Z. Optical Camera Communications for IoT–Rolling-Shutter Based MIMO Scheme with Grouped LED Array Transmitter. Sensors 2020, 20, 3361.

17. J. Boiko, I. Pyatin and V. Druzhynin, "Possibilities of the MUSIC Algorithm for WI-FI Positioning According to the IEEE 802.11az Standard," 2023 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), Kyiv, Ukraine, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/UkrMiCo61577.2023.10380354.

18. A. Sivanathan et al., "Characterizing and classifying IoT traffic in smart cities and campuses," 2017 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), Atlanta, GA, USA, 2017, pp. 559-564.

19. Priyanka Rushikesh Chaudhary, Rajib Ranjan Maiti Detect and Classify IoT Camera Traffic /arXiv:2210.09108

20. Jonathan de Carvalho Silva, Joel J. P. C. Rodrigues, and Mario Lemes Proenęca Jr. IoT Network Management: Content and Analysis /XXXV Simpósio Brasileiro de Telecomunicações e Processamento de Sinais

21. Cao, Yang, Zeyu Xu, Pengxiang Qin and Tao Jiang. "Video Processing on the Edge for Multimedia IoT Systems." ArXiv abs/1805.04837 (2018)

22. Shivani Rajendra Teli, Vicente Matus, Stanislav Zvanovec, Rafael Perez-Jimenez, Stanislav Vitek. Optical Camera Communications for IoT–Rolling-Shutter Based MIMO Scheme with Grouped LED Array Transmitter. Sensors, 2020, 20(12), p.3361.

23. Boiko J. et al. Methodology of FPGA Implementation and Performance Evaluation of Polar Coding for 5G Communications. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 3654, 2024, pp. 15-24.

24. Qadri Y.A.;Zulqarnain;Nauman,A.; Musaddiq, A.; Garcia-Villegas, E.; Kim, S.W. Preparing Wi-Fi 7 for Healthcare Internet-of-Things. Sensors 2022, 22, 6209.

25. Moussa Aboubakar, Mounir Kellil, Pierre Roux. A review of IoT network management: Current status and perspectives, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, Volume 34, Issue 7, 2022, Pages 4163-4176,

26. Kumar, Shiu. "Ubiquitous Smart Home System Using Android Application." ArXiv abs/1402.2114 (2014)

27. Onay, A., Ertürk, G., Kıranlı, C., Ateş, H. and Isikdemir, Y. (2023) A Smart Home Energy Monitoring System Based on Internet of Things and Inter Planetary File System for Secure Data Sharing. Journal of Computer and Communications, 11, 64-81.

28. Muliadi, M. Y. Fahrezi, I. S. Areni, E. Palantei and A. Achmad, A Smart Home Energy Consumption Monitoring System Integrated with Internet Connection // 2020 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (Comnetsat), Batam, Indonesia, 2020, pp. 75-80.

29. Дужак І. О. «Розумний будинок» // Автоматизація технол. і бізнес-процесів. – 2013. – № 13-14. – С. 31-33.

30. Іванова Д. В. Засоби реалізації концепції «Розумний будинок» /Іванова Д. В., Діордієв В. Т. // Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів : матеріали VI Всеукр. наук.-техн. Інтернет-конф. молод. учених, магістрантів та студентів за підсумками наук. дослідж. 2018 р. – Мелітополь, 2019. – Вип. VI. – С. 51-52.

31. Комплексне оцінювання економічної та еколого-енергетичної ефективності використання технологій «розумний будинок» в системах опалення закладів освіти / А. П. Полив'янчук [та ін.] //Комун. госп-во міст. Серія: Екон. науки. – 2019. – Вип. 2. – С. 53-57.

32. Кукунін С. В. Розробка цілісної методології організації систем типу «розумний будинок» в рамках парадигми «інтернету речей» // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, вир-во. – 2020. – Вип. 38. – С. 40-45. –

33. Лискава К. Сучасна практика впровадження цифрових технологій в страхові послуги : [на прикладі «розумного дому»] / Кшиштоф Лискава, Юрій Клапків // Перспективи розвитку науки і бізнесу в глобальному середовищі : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. [м. Тернопіль, 20 трав. 2020 р.] / редкол.: П. Р. Пуцентейло, відп. П. Р. Пуцентейло. – Тернопіль: ТНЕУ, 2020. – С. 93-94.

34. Масляк І. М. Проблеми впровадження концепції розумний будинок в Україні // Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки : матеріали III Міжнар. наук.-практ. симпозиуму (м. Івано-Франківськ, 17 трав. 2019 р.). – ІваноФранківськ, 2019. – С. 170-174.

35. Могилевська О. Ю. Розумний будинок як економічний чинник регіонального розвитку /Могилевська О. Ю., Сідак І. В., Тищук І. М. // Адміністративно-територіальні vs економічно-просторові кордони регіонів: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (КНЕУ, 19-20 берез. 2020 р.). – К., 2020. – С. 255-257.

36. Шостак І. В. Підхід до роботизації процесів функціонування системи «Розумний будинок» на основі Інтернету речей / І. В. Шостак, М. О. Данова, О. І. Феоктистова //Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси: матеріали XIII міжнар. наук.-практ. конф. (19-20 трав. 2020 р.). – К., 2020. – С. 48-49.

37. Бондаренко В. Г. «Розумний будинок» і його компоненти // 36. тез. доп. 79-ї наук. конф. виклад. акад. (м. Одеса, 16-19 квіт. 2019 р.) / Одес. нац. акад. харч. технологій ; під заг. ред. Б. В. Єгорова. – Одеса, 2019. – С. 223-224.

					КПТР.2021024.01.04 ПЗ	Арк.
Вип.	Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата		76

Хмельницький національний університет

Факультет інформаційних технологій

Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ: Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку



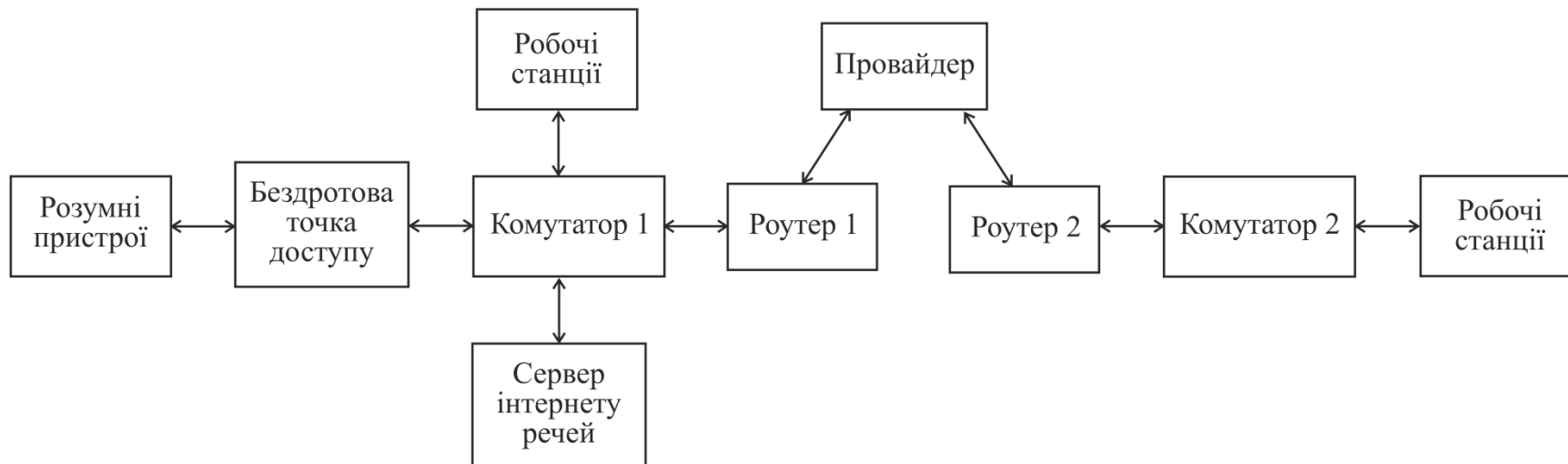
Виконав: студент гр. ТР2с-21-1
Воробйов Олексій Вікторович

Керівник: д.т.н., професор
Бойко Юлій Миколайович

Метою кваліфікаційного проекту є проектування телекомунікаційної мережі за технологією розумного будинку. Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- розглянути особливості побудови телекомунікаційної мережі за технологією розумного будинку;
- провести проектування та моделювання телекомунікаційної мережі за технологією розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer і оцінити вимоги до її пропускної здатності;
- провести вибір розумних пристроїв, наявних на ринку.

Термін Інтернет речей охоплює фізичні об'єкти нашого повсякденного життя (давачі, виконавчі механізми, побутова техніка) підключені до інтернету з можливістю обмінюватися даними розумним чином.



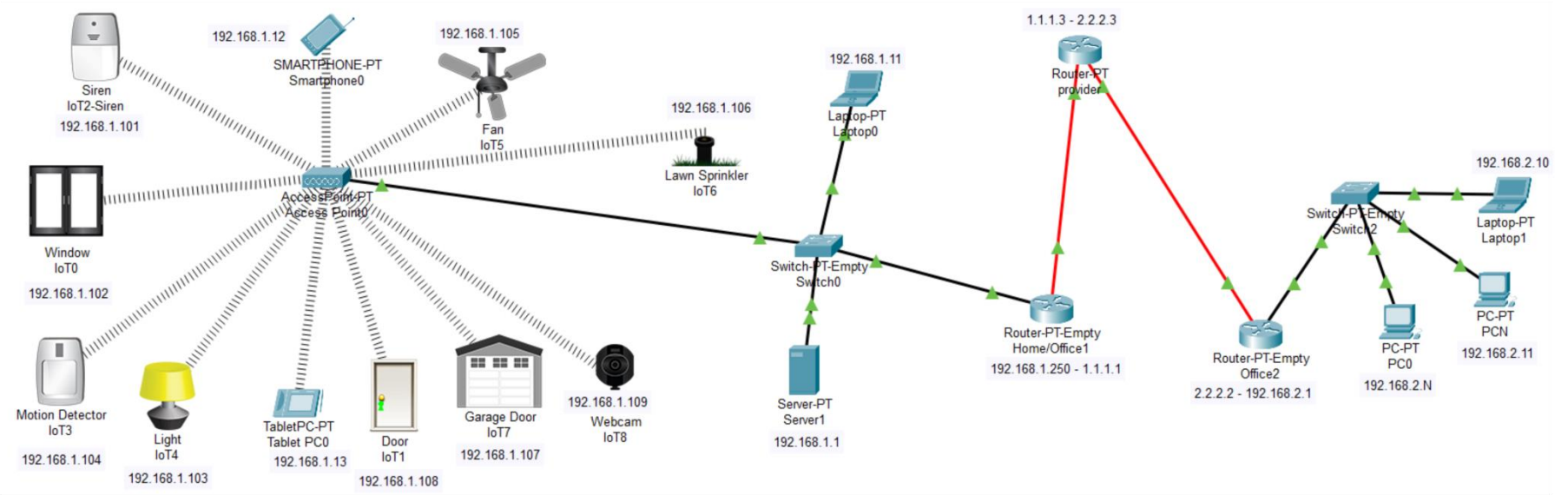
КПТР.2021024.01.04 Е1						Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку			
Вид	Арк.	Назва документа	Підпис	Дата	Літера			Маса	Масштаб
Розробив		Воробієв О.В.			у				
Перевірив		Бойко Ю.М.							
Т.контр.					Аркуш			Аркуше 1	
Н.контр.		Стецюк В.І.			ХНУ			гр. TP2c-21-1	
Затвердив		Підченко С.К.							

КПТР.2021024.01.04 Е1

Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку

Схема електрична структурна

ХНУ
гр. TP2c-21-1



- IoT0 – Window – керування вікном
- IoT1 – Door – керування дверима
- IoT2 – Siren – керування сиреною
- IoT3 – Motion Detector – керування детектором руху
- IoT4 – Light – керування світильником
- IoT5 – Fan – керування настінним вентилятором
- IoT6 – Lawn Sprinkler – керування обприскувачем садових рослин
- IoT7 – Garage Door – керування дверима до гаражу
- IoT8 – Webcam – керування веб-камерою

					КПТР.2021024.01.04 ЕЗ		
					Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку		
					Схема логічної структуризації мережі		
Вип.	Арх.	Недокумента	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
					у		
Розробив	Воробієв О.В.						
Перевірив	Бойко Ю.М.						
Т.контр.							
Н.контр.	Стецько В.І.						
Затвердив	Підченко С.К.						
					ХНУ зр. TP2c-21-1		

Архітектура мережі інтернету речей

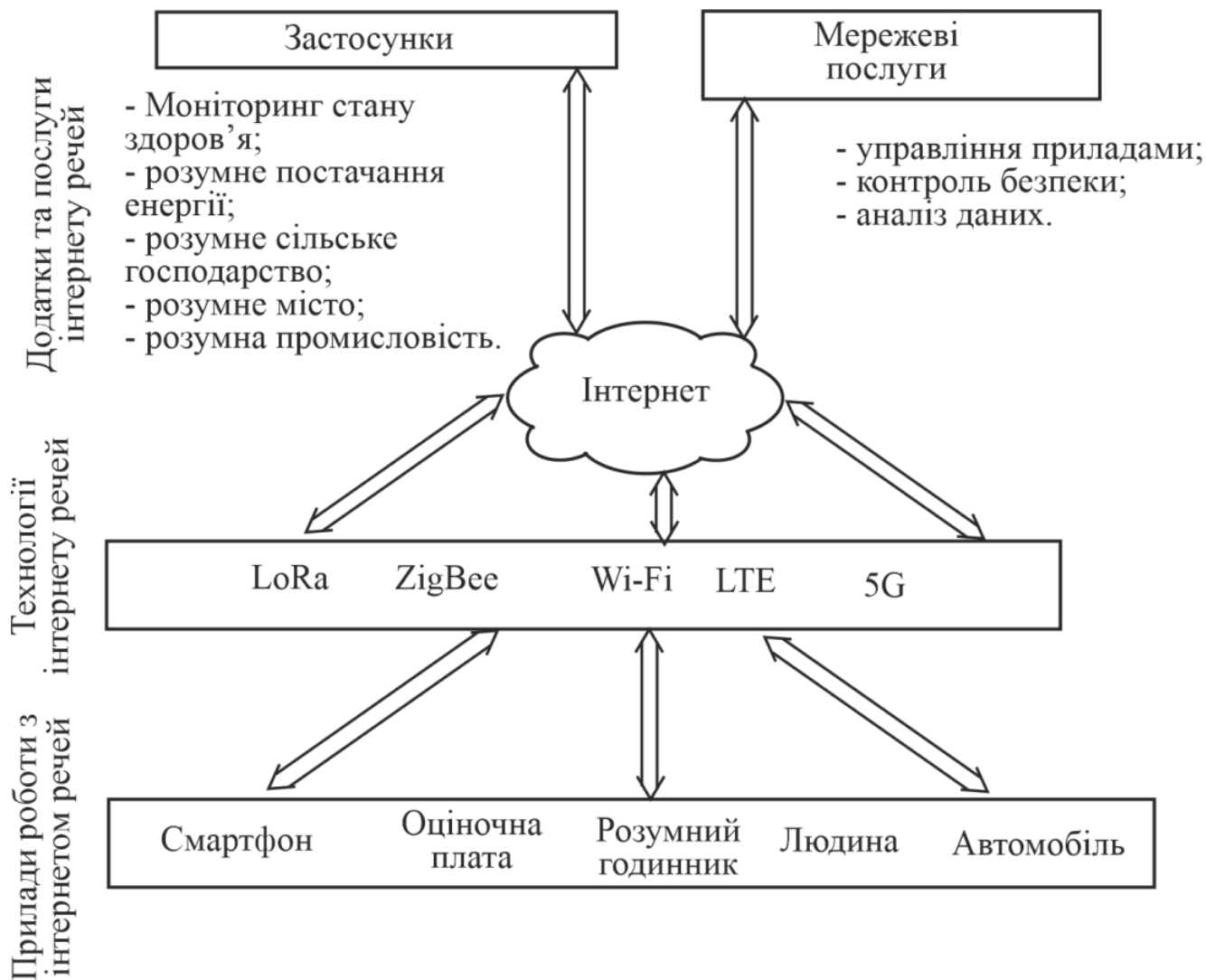


Рисунок 5.1 – Архітектура мережі інтернету речей

Налаштування вмикання сирени при відкриванні вікна

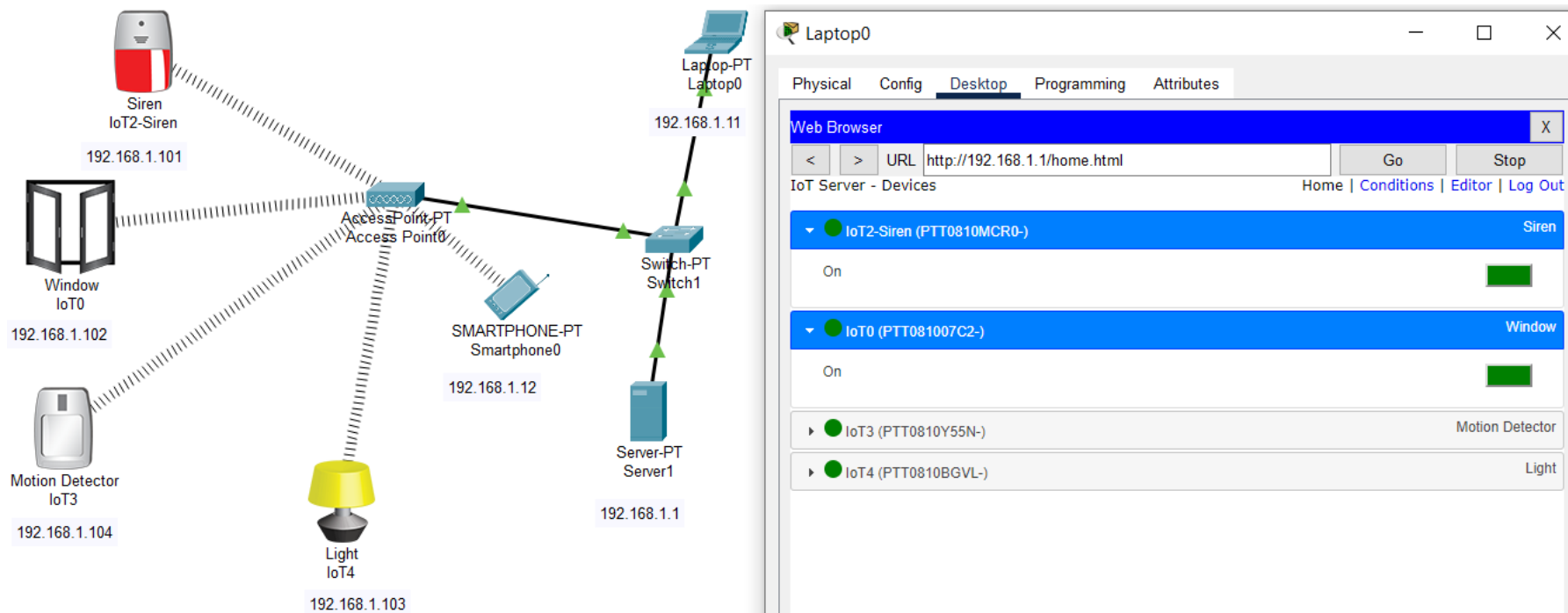


Рисунок 6.1 Налаштування вмикання сирени при відкриванні вікна

BiKHO IoT Server – Device Conditions

Web Browser X

< > URL

IoT Server - Device Conditions [Home](#) | [Conditions](#) | [Editor](#) | [Log Out](#)

Actions		Enabled	Name	Condition	Actions
<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Remove"/>	Yes	Siren	IoT0 On is true	Set IoT2-Siren On to true
<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Remove"/>	Yes	Light	IoT3 On is true	Set IoT4 Status to On
<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Remove"/>	Yes	Light-OFF	IoT3 On is false	Set IoT4 Status to Off
<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Remove"/>	Yes	door	IoT1 Open is true	Set IoT2-Siren On to true
<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Remove"/>	Yes	G-Door	IoT7 On is true	Set IoT2-Siren On to true

Налаштування таблиці маршрутизації пакетів вузла provider

Physical Config CLI Attributes

GLOBAL

- Settings
- Algorithm Settings

ROUTING

- Static**
- RIP

INTERFACE

- FastEthernet0/0
- FastEthernet1/0
- Serial2/0
- Serial3/0
- FastEthernet4/0
- FastEthernet5/0
- GigabitEthernet8/0
- GigabitEthernet9/0

Static Routes

Network

Mask

Next Hop

Network Address

192.168.1.0/24 via 1.1.1.1

192.168.2.0/24 via 2.2.2.2

Рисунок 8.1 – Вікно налаштування переадресації пакетів вузла provider

Налаштування бездротової мережі

Physical Config Desktop Programming Attributes

GLOBAL ^

Settings

Algorithm Settings

INTERFACE

Wireless0

3G/4G Cell1

Bluetooth

SSID HomeWiFi ^

Authentication

Disabled WEP WEP Key

WPA-PSK WPA2-PSK PSK Pass Phrase homewifi

WPA WPA2 User ID

802.1X Method: MD5 Password

Encryption Type AES

IP Configuration

DHCP

Static

IPv4 Address 192.168.1.13

Subnet Mask 255.255.255.0

IPv6 Configuration

Automatic

Static

IPv6 Address

Link Local Address: FE80::230:F2FF:FE4B:6913

Рисунок 9.1 – Вікно налаштувань бездротової мережі для планшета

Підключення до сервера інтернету речей

Web Browser X

< > URL http://192.168.1.1admin Go Stop

Registration Server Login

Username:

Password:

Don't have an IoE account? [Sign up now](#)

Рисунок 9.1 – Вікно підключення до сервера інтернету речей

Налаштування розумних пристроїв

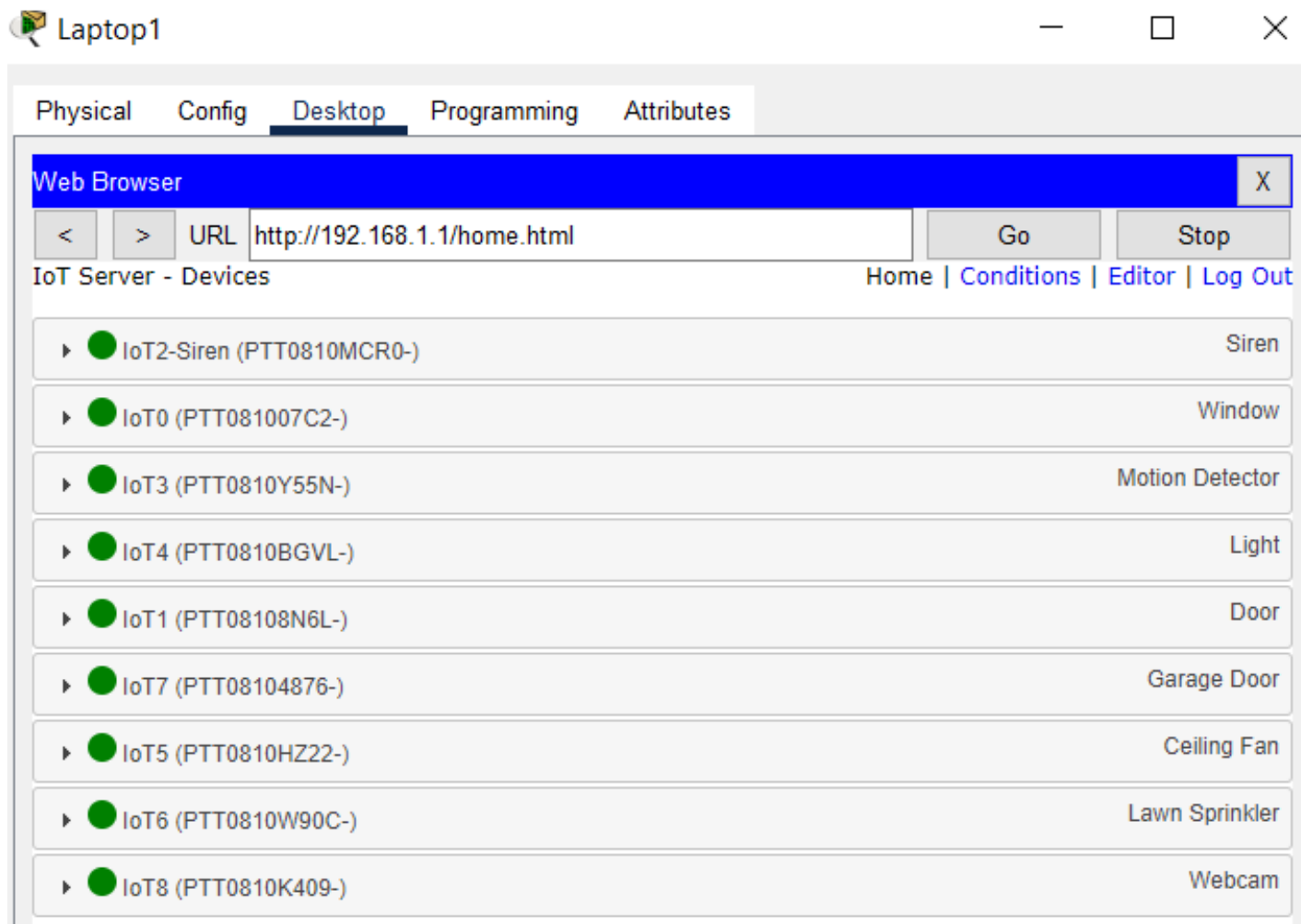


Рисунок 11.1 – Вікно налаштувань розумних пристроїв у веб-браузері

Представлення результатів кваліфікаційного проекту на міжнародній конференції

Інформаційні системи та технології: результати і перспективи **Information Systems and Technology: Results and Prospects**

1-а Міжнародна науково-практична конференція 1st International Scientific and Practical Conference

(IST 2024)

SCIST
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY SCIENTIFIC CONFERENCE




КАФЕДРА
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Факультет інформаційних технологій
Кафедра інформаційних систем та технологій



1-а Міжнародна науково-практична конференція

«ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ: РЕЗУЛЬТАТИ І ПЕРСПЕКТИВИ»
(IST 2024)





6 березня 2024 р.

МЕРЕЖА РОЗУМНОГО БУДИНКУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ MESH WIFI

Олексій Воробйов¹, Юлій Бойко²

¹Здобувач освіти, кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна
ORCID-0000-0003-0603-7827
E-mail: boiko_julius@ukr.net


²Професор, кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна
ORCID-0000-0003-0603-7827
E-mail: boykoym@khmnu.edu.ua

Анотація. Розвинута концепція формування мереж за технологією розумного будинку. Описано принципи організації інформаційних мереж типу Mesh Wi-Fi. Наведено фактори які визначають ефективність прослуховування мережі розумного будинку. Представлено схему взаємодії двох точок доступу. Розвинуто кроки у плануванні мережі. Описано приклад зв'язку між мережевими пристроями розумного будинку. Визначено потенційні джерела завад які створюють турбуленції для розгортання мережі розумного будинку і використання пристроїв Інтернету речей.

Ключові слова: Wi-Fi, Mesh, мережі, розумний будинок

I. ВСТУП

Оскільки технології розумного будинку стають дедалі досконалішими, потрібна наявність хорошої домашньої мережі. Переважна більшість смарт-пристроїв використовують Wi-Fi [1-3]. Для деяких країн є 14 каналів для Wi-Fi 2.4 ГГц, у яких лише три не перекриваються. Ситуація погіршується тим, що в кожній країні діють різні обмеження на деякі з цих каналів, внаслідок чого їх кількість скорочується до 13 у Європі і Україні. На рисунку 1 наведено розташування каналів Wi-Fi в області частот.



Рисунки 1. Розташування каналів Wi-Fi 2,4 ГГц в області частот

Канали Wi-Fi, що перекриваються, створюють завади один одному [4, 5]. Завади призводять до пошкодження пакетів – а це потребує їх повторного відправлення, що призводить до уповільнення роботи або затримки. Використання мережі 5 ГГц дозволяє частково побороти цих проблем, але більшість пристроїв не підтримують Wi-Fi з частотою 5 ГГц. На рисунку 2 наведено розташування цих каналів на осі частот.

Wi-Fi має кілька проблем, але розумні будинки оснащені великою кількістю пристроїв і схема передачі по одному Wi-Fi каналу стає ускладненою, оскільки потенційно десятки пристроїв намагаються використовувати мережу одночасно [6]. Процес, що звичайно використовується для вирішення цієї ситуації, називається множинним доступом з

ту безосередньо і на рисунку 4. Це ладі мають місце і в пристрої буде це, як планується і Wi-Fi; внаслідок грошей на готові

Обидві точки доступу повинні використовувати різні канали, що не заважають один одному.

IV. ОБГОВОРЕННЯ ТА ВИСНОВКИ

На основі аналізу предметної області зроблений висновок, що використання технологій IoT дозволять управляти домашніми пристроями через Інтернет та налаштувати автоматизовану роботу за допомогою датчиків. Це також може зменшити енергію та час. Також можна відслідковувати події, що відбуваються у будинку за допомогою автоматизованої веб-камери. Завдяки IoT можна контролювати і керувати різними пристроями і системами в будинку віддалено за допомогою веб-інтерфейсу. Також IoT-пристрої можуть бути використані для підвищення рівня безпеки в розумному будинку.

ДЖЕРЕЛА

- Zhan, J., Zhang, Y., Chen, Y., Yang, Y. (2019). A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(5), 3973-4008.
- Boiko, J., Pyatin, I., Eromenko, O., Karpova, L. (2024). Evaluation of the Capabilities of LDPC Codes for Network Applications in the 802.11ax Standard. *IoT Based Control Networks and Intelligent Systems. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 789. Springer, Singapore, 369–383.
- Tang, Z., & He, W. (2019). Internet of Things-Based Smart Home Systems: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 7, 53157-53177.
- Zhanakovskiy, B., Nedelshchikov, O., Klymash, M., Plinshch, O., Moshchenko, M. (2023). Smart House Management System. *Emerging Networking in the Digital Transformation Age. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 965. Springer, Cham, 268–283.
- Liu, Y., Liu, J., Li, J. (2019). A Novel Smart Home Security System Based on a Dynamic Key Management Protocol. *IEEE Access*, 7, 175363-175376.
- Boiko, J., Pyatin, I., Druzhynin, V. (2023, November). Possibilities of the MUSIC Algorithm for Wi-Fi Positioning According to the IEEE 802.11 ax Standard. In: *2023 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMTC)* (pp. 1-6). IEEE Press.



ОЛЕКСІЙ ВОРОБІОВ здобув ступінь бакалавра з телекомунікацій та радіотехніки, групи ТР20-21-1, у Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна). Нині автор працює над здобуттям ступеня бакалавра з телекомунікацій та радіотехніки в Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна), працює над кваліфікаційною роботою за темою «Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку». Серед наукових інтересів — технології розумного будинку, інтелектуальний простір для домашньої мережі.



ЮЛІЙ БОЙКО отримав ступінь доктора технічних наук з спеціальності радіотехнічний простір та системи телекомунікацій у Державному університеті телекомунікацій (Київ, Україна) в 2015 році та вчене звання професора кафедри телекомунікацій та радіотехніки у Хмельницькому національному університеті (Хмельницький, Україна) в 2018 році. Нині автор працює професором кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, факультету інформаційних технологій (Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна). Серед наукових інтересів — обробка сигналів, синхронізація, телекомунікації, мовлення, електронні компоненти, діагностика.

1. В результаті виконання кваліфікаційного проекту на тему «Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку» побудована модель мережі розумного будинку в середовищі Cisco Packet Tracer, встановлена автентифікація користувачів, проведено розбиття адресного простору, обрані розумні пристрої, проаналізовані вимоги до пропускну здатності мережі.
2. Власник може отримати доступ до будинку з будь-якої точки світу, використовуючи смартфон.
3. Популярним підходом для реалізації розумного будинку є використання датчиків та камер для моніторингу домашньої обстановки та виявлення руху і контролю домашнього середовища, яке у разі порушення безпеки попереджає домовласників.
4. Для побудови мережі використовуються різні мови програмування плат датчиків і розумних пристроїв. Температура у приміщенні, рівень вологості, дані виявлення руху і показання рівня води, які збираються датчиками, можуть зберігатися в базі даних на сервері для подальшого аналізу.

Відгук на кваліфікаційний проєкт виконану за темою
«Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку»
студента гр. TP2c-21-1 Воробйова О.В.

Технології інтернету речей широко використовується як у приватних будинках, так і на промислових підприємствах. Використовують розумні пристрої і під'єднують їх до мереж. Тому тема роботи є актуальною.

У кваліфікаційному проєкті студента Воробйова О.В. Зроблений аналітичний огляд літературних джерел по основам проєктування мережи розумного будинку. Найбільш популярним є метод створення бездротової мережи. Розглянута будова і управління мережами інтернету речей. Визначені вимоги для ефективного управління мережами. Побудована модель телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку у середовищі Cisco Packet Tracer, встановлена автентифікація користувачів, проведено розбиття адресного простору, обрані розумні пристрої, проаналізовані вимоги до пропускну здатності телекомунікаційної мережи. Популярним підходом для реалізації розумного будинку є використання датчиків та камер для моніторингу домашньої обстановки та виявлення руху і контролю домашнього середовища, яке у разі порушення безпеки попереджає домовласників. Температура у приміщенні, рівень вологості, дані виявлення руху і показання рівня води, які збираються датчиками, можуть зберігатися в базі даних на сервері для подальшого аналізу. Система також використовує згенеровані журнали для моніторингу продуктивності та виявляє потенційні загрози, а також сигналізує у разі порушень безпеки.

В цілому під час роботи над кваліфікаційним проєктом студент Воробйов О.В. проявив себе як грамотний спеціаліст в галузі телекомунікацій, показав вміння та навички і набуті компетентності в дослідженні методів побудови телекомунікаційної мережи за технологією розумного будинку.

Кваліфікаційний проєкт виконано на високому технічному рівні, він має безперечну актуальність в області сучасних телекомунікацій, а студент Воробйов О.В. заслуговує оцінки «відмінно».

Професор кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій



Бойко Ю.М.

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)

Дипломник Воробієв Олексій Вікторович
Тема Клеюмунікаційна мережа за технологією розумного будинку
Спеціальність Клеюмунікації та радіотехніка

Обсяг дипломного проекту(роботи)

Кількість листів креслень 4 ; кількість сторінок записки 76

1. Короткий зміст проекту(роботи) та прийнятих рішень 1. Аналітичний огляд літературних джерел по темі 'Іваліфікаційного проекту, 2. Буда і управління мережами інтернету речей, 3. Моделювання телекомунікаційної мережі за технологією розумного будинку.

2. Висновок про відповідність проекту(роботи) дипломному завданню Кваліфікаційний проект відповідає вимогам на іваліфікаційний проект

3. Характеристика виконання кожного розділу проекту(роботи), ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: Зроблений аналітичний огляд літературних джерел по основан проектування мережі розумного будинку. Розглянута буда і управління мережами інтернету речей. Використано було ч 918 електронних управлінь мережами. Побудована модель телекомунікаційної мережі за технологією розумного будинку у середовищі CISCO Packet Tracer, встановлена автентифікація користувачів, проведено розділ адресної простору, вказано результати присвоєння, проаналізовано вимоги.

4. Позитивні сторони проекту(роботи) до проекту в загальному. Зараз відбувається додавання, що забезпечує домашню автоматизацію, що забезпечує зручність, економію електроенергії, дозволяє здійснювати думку покликання, тема іваліфікаційного проекту є актуальною

5. Негативні сторони проекту(роботи) У роботі подібавана
тревомунікаційна мережа, проведення
вибір різних пристроїв, але не приді-
лено увагу апаратному забезпеченню
допашньої абрматизації

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту(роботи)
Графічне оформлення та пояснювальна
записка виконані за вимогами
ЕСКД

7. Відгук про проект(роботу) в цілому Кваліфікаційний
проект виконаний на належному
науково-технічному рівні

8. Інші зауваження —

9. Оцінка проекту(роботи) Ерьоменко
Відома

РЕЦЕНЗЕНТ Ерьоменко Олександр Іванович

Прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи

Доцент кафедри фізики та електротехніки,
Хмельницького національного університету

“ 4 ” 06 2023 р.


Підпис

Завідувачу кафедри телекомунікацій,
медійних та інтелектуальних технологій
д.т.н., професору ПІДЧЕНКУ Сергію
здобувача вищої освіти
ВОРОБІЙОВА Олексія
ФІТ, гр. ТР2с-21-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу мого кваліфікаційного проєкту «Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку» для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

27 травня 2024 р.
дата


підпис

Ім'я користувача:
Kafedra TMIT KhNU

Дата перевірки:
03.06.2024 21:08:38 EEST

Дата звіту:
03.06.2024 21:29:25 EEST

ID перевірки:
1016316373

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
10005657

Назва документа: Воробійов_TP2с_21_1

Кількість сторінок: 77 Кількість слів: 12937 Кількість символів: 98456 Розмір файлу: 4.08 MB ID файлу: 1016113950

9.56% Схожість

Найбільша схожість: 2.43% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011269978)

8.66% Джерела з Інтернету 739 Сторінка 79

4.84% Джерела з Бібліотеки 151 Сторінка 83

0.48% Цитат

Цитати 3 Сторінка 84

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Tue May 28 21:36:35 EEST 2024, Стецюк Віктор Іванович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 10%

ID: 127615 Назва: Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку Додано в БД: 2024-05-28 Автора: Воробійов Олександр Вікторович Керівники: Бойко Юрій Миколайович Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	88237	1203	1520 (2%)	23 (2%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

**РІШЕННЯ КАФЕДРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ПРОЄКТУ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: **Телекомунікаційна мережа за технологією розумного будинку**

Автор: **Воробйов О.В.**

Спеціальність: **172 Телекомунікації та радіотехніка**

Науковий керівник: **д.т.н., професор Бойко Ю.М.**

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються детальні та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	-
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	-
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	-
5	Інше:	-


Підтвердження: Виявлені запозичення не є плагіатом так як відносяться до термінологічних та загальноживаних типових фраз і складають 9.56%

3.06.2024

Дата

Член комісії:


Підпис керівника


Підпис завідувача кафедри