

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 53 с., 14 рис., 5 табл., 4 додатки, 17 джерел.

Об'єкт дослідження: бездротова передачі даних Smart Home

Предмет дослідження: протоколи бездротової передачі даних Smart Home

Мета кваліфікаційної роботи – дослідження систем найсучасніших протоколів бездротової передачі даних котрі використовуються в системі «Розумний будинок» в графічному середовище імітаційного моделювання Simulink, отримання вихідних характеристики, визначити недоліки та переваги кожного розглянутого протоколу.

Актуальність результатів полягає у аналізі усіх рішень бездротового зв'язку для «Розумного будинку». Адже існує широкий спектр спеціалізованих протоколів що розроблені саме під побудову локальних мереж для Smart Home систем. Кожен з них, по суті, є окремою мовою. Кожна з цих мов по-різному спілкується з підключеними пристроями та керує ними для виконання певних функцій.

У першому розділі за допомогою літературних джерел проаналізовані усі протоколи бездротової передачі даних, виділено найактуальніші з них.

У спеціальній частині роботи запропоновано розглянути системи протоколів бездротової передачі даних котрі використовуються в системі «Розумний будинок» в програмному середовищі Matlab. З отриманих вихідних характеристик оцінено переваги та недоліки кожного. Зроблено висновки щодо отриманих даних.

У економічному розділі виконані розрахунки трудомісткості та капітальних витрат на дослідження протоколів бездротової передачі даних котрі використовуються в системі «Розумний будинок».

Ключові слова: РОЗУМНИЙ, БУДИНОК, ПРОТОКОЛ, АНАЛІЗ, , БЕЗДРОТОВА, ПЕРЕДАЧА ДАНИХ, МОДЕЛЮВАННЯ, СИГНАЛ

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 53 с., 14 рис., 5 табл., 4 приложения, 17 источников.

Объект исследования - протоколы беспроводной передачи данных Smart Home

Цель квалификационной работы - исследование систем самых современных протоколов беспроводной передачи данных используемых в системе «Умный дом» в графическом среду имитационного моделирования Simulink, получения исходных характеристики, определить недостатки и преимущества каждого рассматриваемого протокола.

Актуальность результата является анализ всех решений беспроводной связи для «Умного дома». Ведь существует широкий спектр специализированных протоколов разработанные именно под строительство локальных сетей для Smart Home систем. Каждый из них, по сути, является отдельным языком. Каждый из этих языков по-разному общается с подключенными устройствами и управляет ими для выполнения определенных функций.

В первом разделе с помощью литературных источников проанализированы все протоколы беспроводной передачи данных, выделены наиболее актуальные из них.

В специальной части работы предложено рассмотреть системы протоколов беспроводной передачи данных используемых в системе «Умный дом» в программной среде Matlab. Из полученных выходных характеристик оценены преимущества и недостатки каждого. Сделаны выводы о полученных данных.

В экономическом разделе выполнены расчеты трудоемкости и капитальных затрат на исследования протоколов беспроводной передачи данных, используемых в системе «Умный дом».

Ключевые слова: УМНЫЙ, ДОМ, ПРОТОКОЛ, АНАЛИЗ,,
БЕСПРОВОДНОЙ, ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, СИГНАЛ

ABSTRACT

Explanatory note: p. 53, fig. 14, tab. 5, 4 additions, 17 sources.

Object of research: wireless data transmission Smart Home

Subject of research: Smart Home Wireless Data Protocols

The purpose of the qualification work is to study the systems of the most advanced wireless data protocols used in the Smart House system in the Simulink imitation simulation graphical environment, to obtain output characteristics, to identify the shortcomings and advantages of each protocol under consideration.

Relevance of results is the analysis of all wireless communication solutions for the Smart Home. After all, there is a wide range of specialized protocols developed specifically for the construction of local networks for Smart Home systems. Each of them, in essence, is a separate language. Each of these languages communicates with connected devices in different ways and manages them to perform certain functions.

The first chapter, with the help of literary sources, all the protocols of wireless data transmission are analyzed, the most relevant of them are highlighted.

In the special part of the work it is proposed to consider the system of wireless data protocols used in the system Smart Home in the software environment Matlab. From the obtained output characteristics, the advantages and disadvantages of each person are estimated. Conclusions are made regarding the received data.

In the economic section, calculations of labor intensity and capital costs of for the research of wireless data protocols used in the Smart Home system.

Keywords: SMART, HOME, PROTOKOL, ANALYSIS,, INTERFACE, DATA TRANSMISSION, MODELING, SIGNAL

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДУ – Дистанційне управління;

ОС – Операційна система;

ПДУ – Пульт дистанційного управління;

ПК – Персональний комп'ютер;

СУ - Система управління;

API (application programming interface) - Програмний інтерфейс програми;

Bluetooth SIG (Special Interest Group) - Група розвитку і підтримки стандартів, сервісів і додатків Bluetooth;

FSK (Frequency Shift Keying) – Частотна маніпуляція;

OSI (open systems interconnection basic reference model) - Базова еталонна модель взаємодії відкритих систем;

RF (Radio Frequency) – радіочастоти;

ЗМІСТ

ВСТУП	10
1. СТАН ПИТАННЯ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	12
1.1 Початок розвитку системи «Розумний будинок»	12
1.2 Концепція і можливості системи «Розумний будинок».....	14
1.3 Протоколи зв'язку Smart Home.....	20
1.3.1 ZigBee.....	24
1.3.2 Z-Wave	28
1.3.3 MiWi.....	31
1.4 Висновок. Постановка задачі.....	33
2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	34
2.1 Необхідні блоки для побудови системи.....	34
2.2 Система для дослідження протоколу	39
2.3 Результат роботи системи.....	40
2.4 Висновок.....	40
3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	42
3.1 Розрахунок тривалості створення пояснювальної записки.....	42
3.2 Розрахунок витрат на дослідження та аналіз протоколів	43
3.3 Розрахунок капітальних витрат	45
3.4 Висновок.....	45
ВИСНОВКИ	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	48
ДОДАТОК А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	50

ДОДАТОК Б. Перелік документів на оптичному носії	51
ДОДАТОК В. Відгук керівника економічного розділу	52
ДОДАТОК Г. Відгук керівника спеціального розділу	53

ВСТУП

«Розумний будинок» (англ. smart home) є одним з найперспективніших напрямків розвитку інформаційних та комунікаційних технологій. Під «розумним» будинком слід розуміти високотехнологічну систему, що дозволяє об'єднати всі комунікації в одну і поставити її під управління програмованого штучного інтелекту і налаштовується під всі потреби і побажання користувача.

Ця система в першу чергу забезпечує безпеку, комфорт і ресурсозбереження для всіх користувачів. За допомогою систем даного типу функціонально пов'язуються між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано – користувачем з пульта-дисплею, автоматично за допомогою певних алгоритмів або зі смартфона.

Ключові переваги розумного будинку:

- Економія часу на домашні справи;
- Підвищення комфорту, поліпшення якості життя;
- Економія: контроль за споживанням води, електрики;
- Безпека

Завдяки постійному зростанню тарифів на електроенергію, проблемам електробезпеки побутових приладів, оптимізація енергоспоживання на сьогоднішній день - є однією з ключових цілей Smart Home.

Аналіз літературних джерел показав, що є безліч протоколів бездротової передачі даних для «Розумного будинку». Найпоширенішими бездротовими є протоколи – Wi-Fi, Z-Wave, Bluetooth Low Energy, ZigBee та MiWi, X10.

Зростання попиту на продукцію Smart Home в даний час робить надзвичайно актуальними такі проблеми:

- недостатній рівень стандартизації та сумісності різних протоколів;
- надійність системи;
- безпека та захищеність системи від стороннього доступу;
- дороговизна та складність розгортання системи для користувача.

Дана робота присвячена дослідженню Smart Home систем, що базуються на основі різних протоколів бездротового зв'язку, аналізуються протоколи, виокремлюються їх недоліки і переваги. У роботі наведені приклади найактуальніших протоколів, їх моделі та вихідні характеристики

Метою роботи є визначити який саме протокол бездротової передачі даних в системі «Розумний будинок» є надійним, доступний кожному користувачеві, визначити недоліки та переваги кожного.

1. СТАН ПИТАННЯ. ПОСТНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Початок розвитку системи «Розумний будинок»

У всі часи люди прагнули зробити своє житло комфортним для проживання. З розвитком технологій з'являлися нові і все більш досконалі пристрої які підвищують рівень зручності та безпеки проживання в будинках. З плином часу окремі пристрої стали об'єднуватися в системи, і на сьогоднішній день системи домашньої автоматизації представляють собою складну сукупність передових технологій і сучасних систем управління.

Перші кроки до створення системи домашньої автоматизації були зроблені в 60 - ті роки ХХ століття в США, де з'явилися перші квартири, в яких управління побутовими приладами (мікрохвильовими печами, телевізорами, радіоприроями) проводилося за допомогою одного пульта управління. Такі пульти дозволяли контролювати включення, виключення пристроїв і управління деякими їх функціями, однак такі пульти назвати системами управління домашньої автоматизації ще не можна.

Визначення «розумний будинок» виникло на початку 70-х років ХХ століття в інституті «Інтелектуальних будівель» і означало будівлю, яка забезпечує продуктивне й ефективне використання робочого простору.

Повноцінним попередником сучасних «розумних» будинків є система, розроблена в 1978 році двома американськими компаніями X10 USA і Leviton. Цим компаніями була розроблена революційна технологія управління побутовими приладами через звичайну електричну мережу під назвою X10.

X10 - технологія далеко не нова, але як і раніше знаходить застосування в системах домашнього, і не тільки, автоматизації. Дані в стандарті X10 передаються короткими імпульсами високої частоти (120 кГц

тривалістю 1 мс). Передача сигналу відбувається в момент, коли напруга в ланцюзі дорівнює нулю. При досягненні напруги в мережі нульового значення, приймач сигналу X10 (наприклад, вбудований в патрон лампочки) очікує сигналу в мережі протягом 6 мс. Якщо в цей час передавач сигналу X10 посилає пакет даних, приймач сприймає його як двійкову одиницю. Якщо пакетів не відправлялося, то приймач сприймає це як нуль. Кожен пристрій в даному протоколі має свою адресу, що складається з коду будинку (латинська буква від А до Р) і коду пристрою (числа від 1 до 16). Для управління одним пристроєм необхідно передати: стартовий код, адреса і команду, все це займає 11 циклів змінного струму. За один такий перехід передається 1 біт. Звідси стає очевидним, що швидкість передачі в мережі X10 є вкрай низькою. Не дивлячись на це модулі стандарту X10 як і раніше є популярними і доступними в тому числі і з економічної точки зору.

І це очевидно, адже головне достоїнство - висока універсальність. X10 використовується і як провідний протокол, але для цього не потрібно укладати спеціальний кабель. Передача сигналу здійснюється за допомогою стандартної електропроводки. На додаток до цього X10 здатний забезпечувати зв'язок з бездротовими пристроями. Для цього використовуються трансивери (коли частина функціональних вузлів працює як на прийом, так і на передачу), що перетворюють їх сигнал в формат, який підходить для передачі по кабелю.

Завдяки даному комунікаційному протоколу можна реалізувати такі функції як: автоматичне відкривання дверей, включення освітлення хлопком рук і інше, що безумовно спричинило подальший розвиток систем домашньої автоматизації.

Тож, до числа переваг протоколу X10 відносять:

- Простий і швидкий монтаж;
- Зручне управління;

- Гнучку і зручність настройки окремих елементів мережі;
- Доступну вартість.

Щодо недоліків: низька швидкість передачі даних, дозволяє передавати тільки шість управляючих команд, можливість передачі тільки однієї команди в один проміжок часу і вплив пристроїв захисного відключення на якість сигналу, що передається. Ще одним недоліком X10 було те, що він працював тільки в мережах з напругою в 110 В і частоті 60 Гц.

Таким чином, система «Розумний будинок», яка починалась з розвитку X10, в 70-х роках ХХ століття була доступна тільки багатим людям і виконувала лише базові функції управління домашніми пристроями, за останні 40 років значно розширила свої функціональні можливості, набула широкого поширення по всьому світу. Сучасні компанії надають покупцям широкий діапазон можливостей, які здатна виконувати система домашньої автоматизації.

1.2 Концепція і можливості системи «Розумний будинок»

Ще двадцять років тому люди спокійно обходилися без смартфонів і одномоментного доступу в інтернет. Однак хто випробував ці технології, вже ніколи не зможе відмовитися від таких можливостей. Так і концепція системи «Розумний будинок» кардинально змінює уявлення про сучасному житло.

Дана система є сполучною ланкою для всіх побутових приладів і датчиків, завдяки цьому має безліч переваг:

- об'єднання окремих функцій в єдину систему, як наслідок зручність керування;
- можливість економії при заданому споживанні;

- комфорт;
- надійність обладнання і системи в цілому;
- простота моніторингу та управління;
- різноманітний вибір пристроїв для створення системи.

Головні завдання які вирішують системи розумного будинку:

1) Управління світлом. Одна з головних функцій «розумного будинку» - кероване переключання електричних приладів або пристроїв. Дуже зручно коли натискання на одну кнопку включає оптимальне освітлення для тієї чи іншої ситуації. Наприклад, за допомогою використання датчиків - руху, часу, освітленості. Дуже зручно використовувати кероване переключання світла на дворі.

У традиційній системі вуличного освітлення застосовуються різні типи ламп, порівняльна характеристика світлотехнічних властивостей яких наведена в таблиці 1, де позначено:

- ЛР – лампи розжарювання;
- ДРЛ – дугові ртутні лампи високого тиску;
- ДРВ (дугові ртутні з випромінюючими добавками) – дугові ртутні метало-галогенні лампи;
- ДНАТНД – натрієві газорозрядні лампи низького тиску;
- СДЛ – світлодіодна лампа.

Наведені в таблиці 1.1 дані показують, що світлотехнічні властивості світлодіодних ламп значно перевершують відповідні властивості інших типів ламп вуличного освітлення, особливо по економічності.

Таблиця 1.1.

Властивість	ЛР	ДРЛ	ДРВ	ДНАТНД	СДЛ
<i>Економічність</i>	Низька	Середня	Середня	Висока	Висока
<i>Кольоропередача</i>	Відмінна	Добра	Відмінна	Погана	Відмінна
<i>Світловідача, лм/Вт</i>	13	30..60	70..95	До 200	До 200
<i>Термін служби, год</i>	1000	До 12000	До 15000	До 32000	До 100000
<i>Плавне регулювання потужності</i>	+	-	-	-	+
<i>Запалення</i>	Швидке	Тривале	Тривале	Тривале	Швидке
<i>Наявність ртуті</i>	-	+	+	-	-

2) Управління кліматом. Підтримання в квартирі або котеджі оптимального температурного режиму не менш важливо. Залежно від зовнішніх умов система зможе самостійно включати кондиціонер, опалення або зволожувач повітря, якщо клімат буде відрізнятися від заданого як «ідеальний» в системі.

3) Система безпеки. Камери відеоспостереження, датчики руху дозволяють відслідковувати появу непрошених гостей. А сенсори температури, вологості і контролю газу повідомляють про побутові аварії: протічках в каналізації, пожежонебезпечних ситуаціях і витоках газу та інше.

4) Сенсорне управління. Встановлені замість звичайних кнопкових пультів сенсорні панелі значно розширюють можливості користувача. Сюди може виводитися схема будинку з вказівкою всіх присутніх і працюючих компонентів, зміст музикальних треків, зображення з камер спостереження і т.д.

5) Віддалене управління. Є кілька варіантів управління «розумним будинком» на відстані. Можна це робити, наприклад, через сторінку в Internet, виходячи на неї з будь-якого комп'ютера і використовуючи індивідуальний пароль. Однак у цього варіанту є недоліки. По-перше, в будинку обов'язково повинен бути включений комп'ютер. А по-друге, сторінку в Інтернеті можна зламати. Але на ринці вже присутні рішення, суть яких така: в будинку встановлюється IP- інтерфейс - контролер з постійною IP - адресою, який з одного боку підключений до Internet, а з іншого - до «розумного дому». Посилати команди на цей інтерфейс можливо тільки з одного - єдиного комп'ютера (ноутбука, смартфона) – користувача. Таким чином можна отримати універсальний бездротовий пульт керування, що працює з системою через Wi-Fi і керуючий будинком з будь-якої точки світу.

б) Голосове управління. Функція, на яку купуються всі, хто читає статті про «розумні будинки», а головне - всі, хто про це пише. Найцікавіше, що дана функція в повсякденному житті майже не застосовується. Справа в тому, що управляти голосом сьогодні можна реалізувати тільки через комп'ютер і лише за допомогою мікрофону або як варіант - Bluetooth-гарнітури.

Підбиваючи підсумки, всі функції системи «Розумний будинок» можна розділити на кілька основних категорій:

1. Електрику і освітлення
2. Безпека
 - 2.1 Технічна
 - 2.2 Особиста
3. Клімат-контроль (температура, вологість, опалення, вентиляція)
4. Мультимедіа

5. Зв'язок (інтернет, телефонія)

6. Інші інженерні рішення

На рисунку 1.1 продемонстрована загальна концепція системи «Розумний будинок»

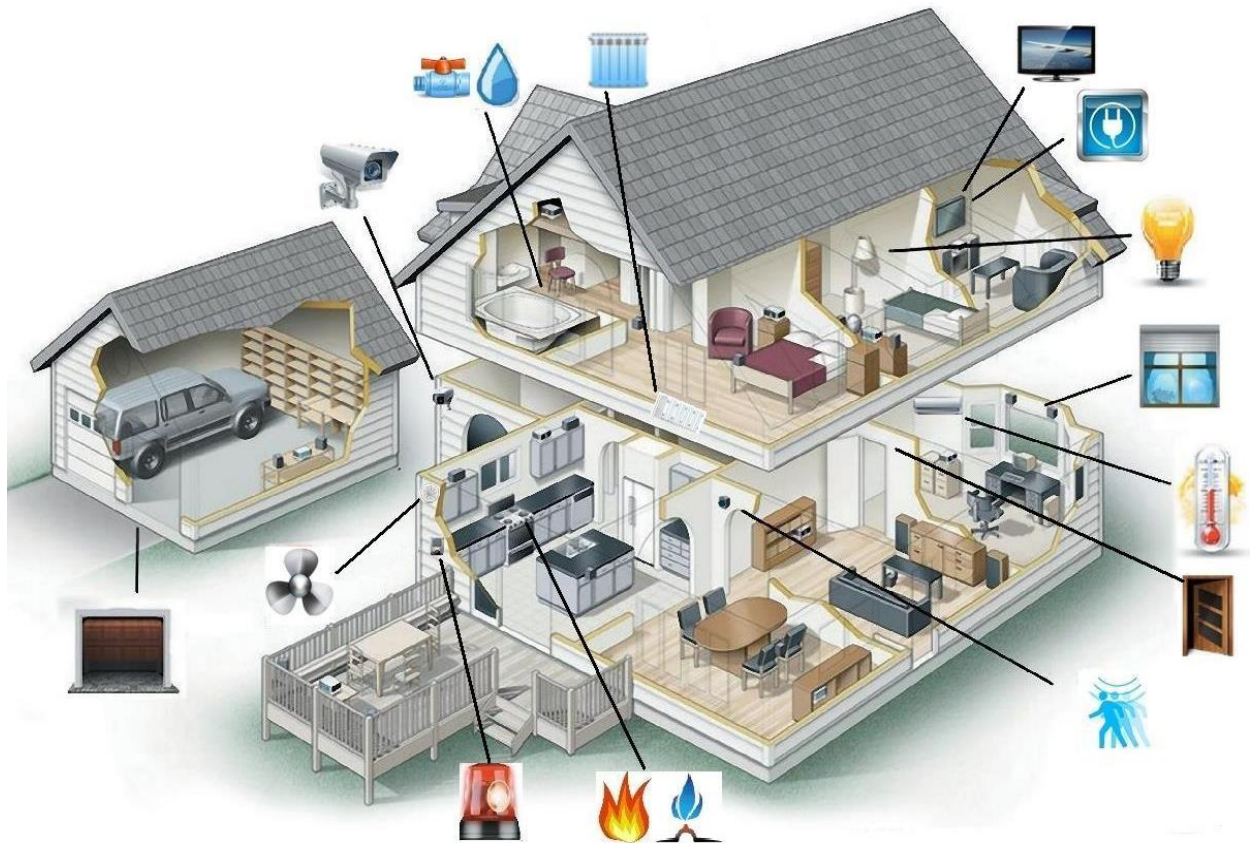


Рисунок 1.1 - Загальна концепція системи «Розумний будинок»

Розглянемо типи управління і елементи системи Smart Home:

Контролер - це апарат, який керує всіма учасниками системи, приладами, а також висилає звіт користувачеві про стан цих споживачів. Керується датчиками температури, повітря, світла для контролю систем освітлення, обігріву, кондиціонування. Крім автономного режиму, з контролером можна

зв'язатися через спеціальний інтерфейс (комп'ютерну мережу, мобільну), і керувати вручну приладами.

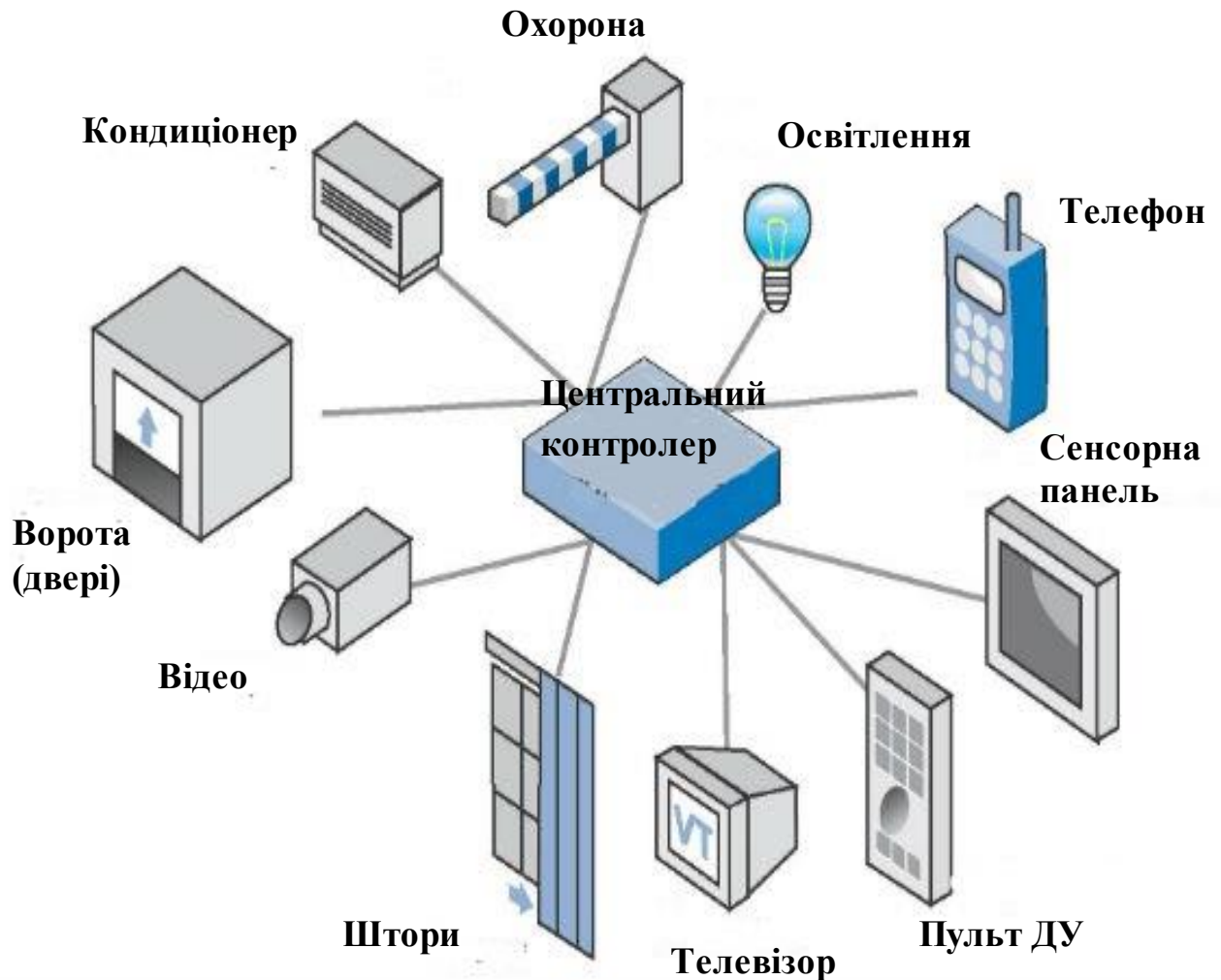


Рисунок 1.2 - Прилади, керовані контролером системи Smart Home

Такий контролер здатний управляти інтелектуальної технікою, як холодильники, мікрохвильовки, інженерні комунікації і т. д. (якщо в самій техніці передбачена така функція).

В залежності від комплектації, у контролер може бути вбудований GSM модуль для віддаленого управління через мобільний телефон, Wi-Fi передавач для управління системою з будь-якої точки дому та графічний

сенсорний або кнопковий інтерфейс. Крім того, роз'єми для підключення до комп'ютера і/ або мережевого обладнання: Ethernet, USB.

Сенсори - датчики руху, протікання, температури. «Органи почуттів» системи, які моніторять стан будинку.

Виконавці - пристрої в системі, які виконують команди. Наприклад, світло, обігрівач, кондиціонер або інші інженерні комунікації.

Органи управління - пристрої, за допомогою яких настраюються компоненти системи: вимикачі, пульти дистанційного керування.

Інтегроване обладнання та веб-сервіси - програмоване або кероване обладнання, яке включене в систему «Розумний будинок»: кавоварка, холодильник, робот-пилосос.

1.3 Протоколи зв'язку Smart Home

За допомогою протоколів зв'язку окремі пристрої автоматики розумного будинку будуть зв'язуватися один з одним і передавати інформацію. Наприклад, щоб викликати дію – включити/виключити світло або розблокувати розумний дверний замок. Сьогодні існує безліч хороших і не дуже протоколів зв'язку. Ці протоколи базуються на дротовому підключенні, використовують електромережу, гібридне бездротове підключення або класичне бездротове. На жаль, більшість з цих протоколів не є відкритими. Однак кожен з них має свій API. У цій кваліфікаційній роботі представлені найбільш популярні протоколи зв'язку для спілкування інтелектуальних пристроїв в розумному будинку. Короткий опис основних таких протоколів для Smart Home наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 Опис основних протоколів для Smart Home

Протокол	Тип передачі	Швидкість передачі	Примітка
KNX	PLC, RF, вита пара, Ethernet	9,6 кбіт/с	Стандартизовано на міжнародному рівні (ISO/IEC), Канада (CSA-ISO), Європа (CENELEC/CEN), Китай (GB/T)
Universal Powerline Bus	PLC	480 біт/с	Технологія 2-сторонньої комунікації, що дозволяє використовувати в якості середовища передачі сигналів існуючу електромережу
X10	PLC, RF	20 біт/с	Система віддаленого контролю для ламп та побутових приладів розроблена на основі X10 Wireless Technology що використовує домашню електромережу для передачі керуючих сигналів

ZigBee	RF	20 – 250 кбіт/с	Профілі ZigBee засновані на специфікації IEEE 802.15.4, що описує радіо-мережі що працюють на частоті 2.4 ГГц та передають невеликі обсяги даних в будівлях на відстані до 100м. Топологія "mesh"
Z-Wave	RF	100 кбіт/с	Протокол з низьким енергоспоживанням. В Пн. Америці використовується частота 908.42 МГц, інші використовують частоти до 1 ГГц
Wi-Fi		300+ Мбит/с	Специфікація IEEE 802.11, високий рівень енергоспоживання Частотний діапазон - 2.4 ГГц. підтримка IP. Топологія "зірка" Дальність зв'язку 1-100 м.

Bluetooth		до 3 Мбит/с	Частотний діапазон - 2.4 ГГц. Низький рівень енергоспоживання. Топологія "зірка" Дальність зв'язку 1-10 м.
MiWi		20 – 250 кбіт/с	Специфікація IEEE802.15.4. Частотний діапазон 2,4 ГГц.

В даній роботі досліджуються протоколи саме бездротової передачі даних. В таких системах сигнал від керуючих пристроїв до виконавчих йде по радіоканалу, що дозволяє скоротити кількість проводів і час для монтажу системи. Кожен бездротової "вимикач" є ще й радіопередавачем, який зв'язується з усіма іншими "вимикачами". Це дозволяє створювати різні сценарії поведінки системи.

До систем такого типу можна віднести системи Z-Wave, Vitrum,, Delumo, Berker, Ectostroy, iNels і ін.

Переваги бездротового підключення:

- Вартість ;
- Передчасне проектування можна уникнути;
- Надійність и высокая скорость отклика;
- Швидкість реалізації.

Що до особливостей бездротової передачі даних у Smart Home:

- Залежність від якості зв'язку. Таким чином, різні перешкоди будуть значно позначатися на проходженні сигналу;

- Обмежений термін служби через наявність батарейок в обладнанні системи. Для повноцінної роботи без збоїв необхідний постійний контроль за цим.

З таблиці 1.2 видно яким є різноманіття протоколів зв'язку. Одна розглянемо докладніше найпопулярніші з них, а саме – ZigBee, Z-Wave та MiWi.

1.3.1 ZigBee

ZigBee - це протокол верхнього рівня, ратифікований компанією ZigBee Alliance в 2004 році і заснований на стандарті бездротової передачі даних IEEE 802.15.4. На поточний момент існують різні версії протоколу, що називаються однойменно з роком їх створення. ZigBee 2004 - перша специфікація з базовим функціоналом, випущена в 2004 році. Через два роки, була розроблена друга версія - ZigBee 2006.

Найбільше оновлення протокол отримав в 2007 році. Він був розділений на два профілі стека: ZigBee 2007 і ZigBee Pro. Перший з них ідеально підходить для створення простих мереж в межах будинку або малих комерційних підприємств і займає менше оперативної і flash-пам'яті. Другий має розширений набір функцій, таких, як ширококомовлення, симетричне шифрування пакетів і маршрутизація "many-to-one" ("багато до одного"). На даний момент пристроїв на базі ZigBee 2004 майже не залишилося, і в більшості систем використовується ZigBee 2007.

Основна особливість пристроїв, що використовують ZigBee, - низьке енергоспоживання. Мережа влаштована таким чином, що основна частина інформації передається за допомогою маршрутизаторів, і кінцеві пристрої, підключені до них, більшу частину часу проводять в "сплячому" режимі, економлячи енергію. Таким чином, пристрій, що працює на протоколі ZigBee, може працювати два роки на одній батарейці AA або навіть AAA-класу.

Технології ZigBee і Thread спочатку розроблялися для створення надійних розподілених мереж датчиків і керуючих пристроїв з невисокими швидкостями передачі даних. У цих технологіях реалізована підтримка мережевої топології «mesh», яка зображена на рисунку 1.1.1.

У таблиці вказана швидкість 250 кбіт / с - це максимальна пропускна здатність мережі. Швидкість буде близько 30-40 кбіт/с в межах сусідніх вузлів.

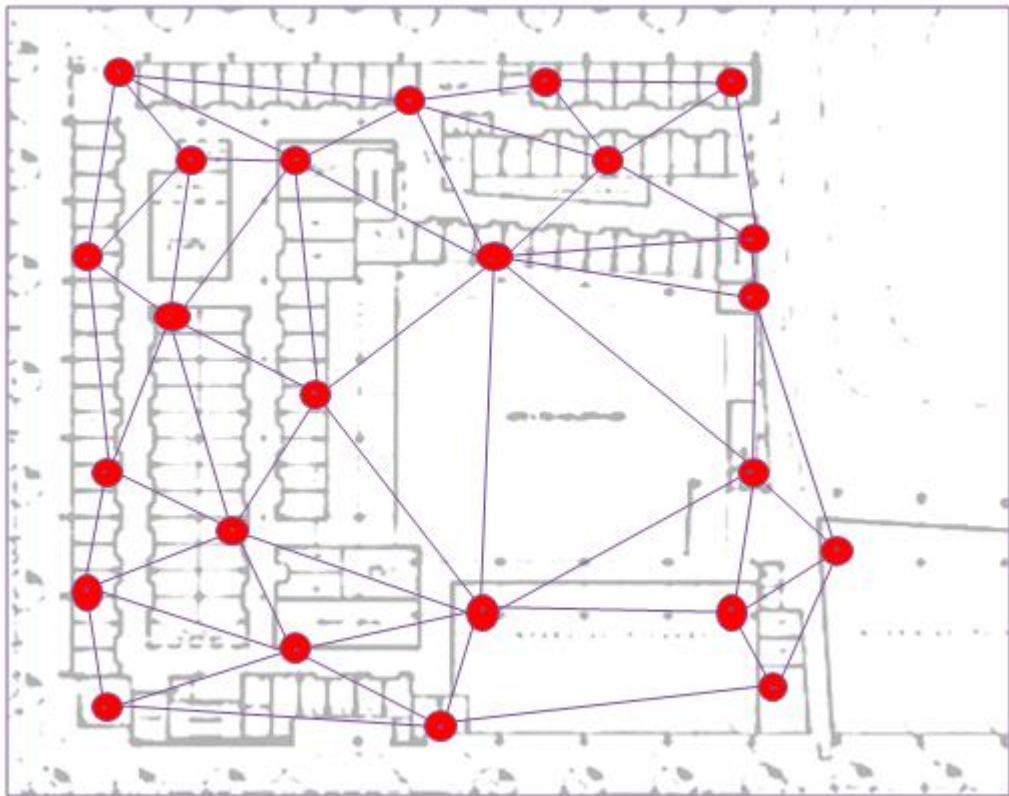


Рисунок 1.3 - Топологія протоколу ZigBee

У мережах ZigBee надійність зв'язку підвищується за рахунок наявності надлишкових зв'язків між пристроями. Всі пристрої, які не йдуть в сплячий режим, виконують роль роутерів, які відповідальні за маршрутизацію мережевого трафіку, вибору оптимального маршруту

слідкування та інше. Навіть якщо з ладу вийде пристрій, яке виступало в якості організатора мережі, ZigBee-мережа продовжить функціонувати далі. Виникнення перешкоди або вихід будь-якого з роутерів з ладу не є критичним за рахунок наявності надлишкових зв'язків. Тому з введенням додаткових вузлів, які мають стаціонарне харчування і можуть виконувати завдання роутера, мережа стає надійніше.

Топологія ZigBee дає можливість підключати маршрутизатори один до одного, щоб підвищити надійність системи. У разі непередбаченого відмови будь-якого маршрутизатора, пакети даних автоматично перенаправляються через інші доступні маршрутизатори, зберігаючи цілісність інформаційного потоку.

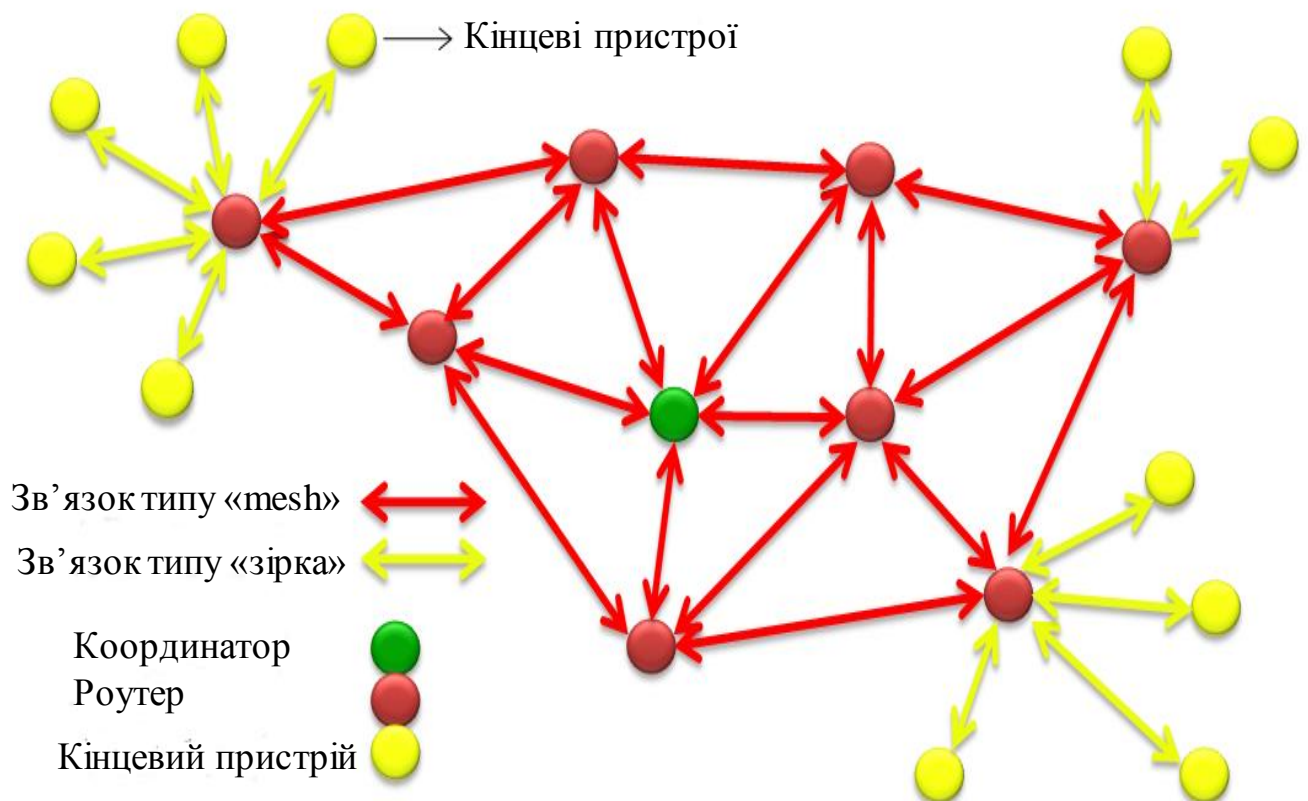


Рисунок 1.4 - Структура мережі ZigBee

Зв'язок в мережі ZigBee здійснюється за допомогою передачі пакетів даних між підключеними до мережі пристроями, які бувають трьох видів:

1. координатор;
2. маршрутизатор (роутер);
3. кінцевий пристрій.

Координатор ініціалізує мережу і управляє її процесами: задає і зберігає ключі безпеки пристроїв, встановлює політику безпеки своєї мережі і з'єднується з іншими мережами. Координатор в кожній мережі ZigBee може бути тільки один.

Маршрутизатор - це пристрій, що займається динамічної передачею пакетів даних по мережі. Його можна підключати до інших маршрутизаторів або координатору в мережі, а до нього - інші маршрутизатори або дочірні пристрою. Маршрутизатор мають стаціонарне харчування і можуть обслуговувати до 32 дочірніх кінцевих пристроїв одночасно, включаючи "сплячі".

Кінцевий пристрій - елемент системи, що працює від автономного джерела живлення і виконує призначену функцію за допомогою датчиків або виконавчих механізмів. Кінцеве пристрій підключається до маршрутизатора або координатору і не має дочірніх пристроїв, може відправляти і приймати пакети даних, але виключно через маршрутизатор або координатор. З іншими кінцевими пристроями здійснювати обмін інформацією безпосередньо не може, через що більшу частину часу проводить в "сплячому" стані для економії заряду.

Підсумовуючи, сформулюємо основні переваги і недоліки технології ZigBee.

Переваги:

- Низьке енергоспоживання;
- Відносно великий радіус дії у приміщенні;
- Швидкий вихід зі сплячого режиму (близько 3 мс);
- Контроль за системами за допомогою віддаленого або мобільного пристрою;
- Підтримка різних мережевих топологій, у тому числі мережевої, що здатна виконувати “self-healing” мережі у випадку відключення складових мережі;

Недоліки:

- Необхідність встановлення вартісних адаптерів на сервері або створення шлюзу між ZigBee і Wi-Fi мережею;
- Недостатньо високий рівень стандартизації та єдиної програмно-апаратної платформи для розробки складних додатків;
- Часто занадто мала швидкість передачі даних. Більша частина пакетів витрачається на передачу пакетів, що містять адресну інформацію, пакети синхронізації і т.д. Корисна швидкість передачі складає близько 30 кбіт/сек.

1.3.2 Z-Wave

Z-Wave - це поширений радіо протокол передачі даних, призначений для домашньої автоматизації. Технологія Z-Wave розвивається і підтримується компанією Sigma Design, відомим виробником напівпровідникових пристроїв і мікросхем. Характерною особливістю Z-

Wave є стандартизація від фізичного рівня, до рівня прикладної програми. Тобто протокол покриває всі рівні OSI класифікації, що дозволяє забезпечувати сумісність пристроїв різних виробників при створенні гетерогенних (мережа, яка з'єднує ПК та інші пристрої з різними ОС або різними протоколами) мереж.

Особливість протоколу Z-Wave є те що користувач може самостійно встановити та налаштувати системи.



Рисунок 1.5 - Інтерфейс мобільного додатку для протокола Z-Wave

Протокол розроблявся спеціально для управління такими пристроями як світло, жалюзі, ворота, термостати і іншими шляхом передачі коротких команд, які потребують невеликого енергоспоживання. Типові невеликі завдання, які вирішуються за допомогою Z-Wave - це установка прохідних вимикачів (з датчиками), дистанційне керування воротами, включення світла

по датчикам руху. Всі ці завдання не вимагають перекладання проводів. Існують і більш складні проекти автоматизації квартир, які не поступаються за складністю промисловим системам автоматизації. Зазвичай такі системи можуть підтримувати від 10 до 150 пристроїв для «Розумного будинку».

Технічні характеристики протоколу Z-Wave.

На фізичному рівні передача даних здійснюється на частоті використовується частота 908.42 МГц (В Пн. Америці), інші використовують частоти до 1 ГГц. Модуляція FSK (частотна маніпуляція). Швидкість передачі: 42 кбіт/с, 100 кбіт/с і 9.6 кбіт/с (для сумісності зі старими пристроями). Шпаруватість не більше 1%. Гранична потужність передачі 1 мВт.

Всі пристрої Z-Wave засновані на чіпах однієї серії від двох виробників (Sigma Designs і Mitsumi). Дані мікросхеми доступні в двох варіантах: власне чіп і модуль, що містить мінімальний необхідний набір компонентів для роботи радіо-модуля. Для багатьох пристроїв ще може знадобитися додатково мікросхема енергонезалежної пам'яті EEPROM, однак це не є обов'язковим компонентом.

Чіпи сімейства Z-Wave - це ZW0201, новіший і 100% сумісний з попереднім ZW0301, SD3402. На їх базі створені модулі ZM2102, ZM3102, ZM4101 і ZM4102. Всі згадані чіпи засновані на ядрі Inventra, сумісному з Intel 8051. Останнє покоління чіпів SD3402 має 16 Кб ОЗУ, 64 Кб ПЗУ, 64 байта.

Даний протокол передачі даних має також типологію «mesh», що є більш практичним для бездротових протоколів.

Переваги Z-Wave:

- розробка спеціально для домашньої електроніки;
- здатність до самоорганізації і самовідновлення;

- простота розгортання;
- висока стійкість;
- висока безпека;
- неліцензованому частоти;
- відсутність інтерференції з численними пристроями на 2.4 ГГц;
- низьке енергоспоживання.

Недоліки Z-Wave:

- невисока швидкість
- для рішень з потребою більше 30 пристроїв, Z-Wave починає ставати більш дорогим, ніж кабельні системи
- невисока проникаюча здатність в міській забудові
- платежі Sigma Designs як власнику технології

1.3.3 MiWi

Як вже вдалось з'ясувати важливими особливостями простих бездротових мереж для портативних пристроїв є: мінімізація вимог до ядра мікроконтролера, низьке енергоспоживання вузла мережі, надійність. MiWi є простим протоколом бездротових мереж, орієнтованим на низькі швидкості передачі даних, невеликі відстані і низьку вартість реалізації вузла. MiWi заснований на специфікації IEEE802.15.4 для бездротових персональних мереж (WPAN) і є гідною альтернативою існуючим стекам протоколів для бездротових мереж. Він орієнтований на мережі невеликого розміру з обмеженою кількістю маршрутизаторів. Мережа, побудована на основі протоколу MiWi, може мати до 1024 вузлів. У ній можуть працювати до 8 координаторів, кожен з яких підтримує до 127 вузлів.

Протокол MiWi призначений для фізичного (PHY) і каналного

(MAC) рівнів і призначений для побудови простих бездротових мереж діапазону 2,4 ГГц. У рамках специфікації визначено три частотні діапазони з фіксованою кількістю каналів для кожного, які приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Частотні діапазони з фіксованим кількістю каналів протоколу MiWi

Частотний діапазон	Кількість каналів	Швидкість передачі, кбіт/с
868 МГц	1	20
915 МГц	10	40
2,4 ГГц	16	250

Типи пристроїв протоколу MiWi . Спочатку в стандарті IEEE 802.15.4 описано два типи пристроїв. Протокол MiWi визначає три типи пристроїв з різною функціональністю: PAN-координатор (верхній рівень, головний вузол), координатор і кінцевий пристрій.

PAN-координатор - один на всю мережу, який утворює вузол в мережі.

Координатор - необов'язковий вузол, розширює зону охоплення мережі і кількість вузлів.

Кінцевий пристрій - кінцевий вузол мережі, безпосередньо джерело і приймач інформації.

Основні особливості MiWi:

- підтримка mesh -мереж, вузол-вузол з'єднань, зірка, дерево, мережа
- реалізація з'єднання за допомогою кластерів - (група вузлів, що формують мережу)
- підтримка шифрування повідомлень

1.4 Висновок. Постановка задачі

Smart Home дійсно отримав широке поширення в повсякденному житті, і динаміка процесу поширення така, що кількість бездротових мереж буде тільки зростати. У розумному будинку всі інженерні системи працюють злагоджено, узгоджено та виконують всі дії за користувача. Ця автоматизація підвищує якість життя в власному будинку, створює більш комфортні умови, і при цьому економлять ресурси і витрати на електроенергію.

Тож питання який саме протокол бездротової передачі даних вибрати для будинку буде актуальне і надалі. Адже кожен з них має свої недоліки та переваги.

З усіх проаналізованих протоколів можна виділити передові з них – це ZigBee та MiWi. Протокол MiWi вважається недорогою альтернативою протоколів ZigBee та призначений більше для використання у житлових будинках, офісах. Швидкість передачі у двох протоколів однакова – 20 – 250 кбіт/с, частота так само однакова – 2,4Г Гц. Топологія більш зручна для використання – «mesh».

Але MiWi більш підходить для створення автоматизованих систем як в житлових приміщеннях, так і на комерційних підприємствах. Проаналізувавши відгуки користувачів у мережі інтернет можна зробити висновок що цей протокол є більш надійним, дешевшим та є простішим у використанні.

Для більшого аналізу цього протоколу пропонується зібрати в графічному середовищі імітаційного моделювання **Simulink** за допомогою блок-діаграм зібрати систему протоколу MiWi .

2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Необхідні блоки для побудови системи

У спеціальній частині кваліфікаційної роботи буде розроблена система для аналізу найактуальніших протоколів бездротової передачі даних в системі «Розумний будинок», а саме – MiWi. Система буде розроблена в інтерактивному середовищі для програмування MATLAB, для візуалізації процесів буде використано графічне середовище імітаційного моделювання – Simulink.

Для розробки систем знадобляться наступні графічні блоки з середовища Simulink – Bernoulli Binary Generator, Error Rate Calculation, AWGN Channel, Viterbi Decoder, Convolutional Encoder, Display, Scope. Далі пропонується пояснення кожного з блоків.

Bernoulli Binary Generator



Рисунок 2.1 - Блок Bernoulli Binary Generator

Випадкові дискретні сигнали. Джерело випадкового двійкового сигналу з законом розподілу Бернуллі (Bernoulli binary, рисунок 2.1) дозволяє моделювати псевдовипадкові виконавчі послідовності. Джерело випадкових цілих чисел, розподілених за законом Пуассона (Poisson Integer Generator) зручний при моделюванні шумів в довільних каналах передачі.

Error Rate Calculation

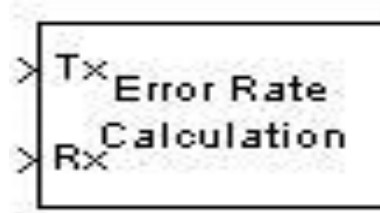


Рисунок 2.2 - Блок Bernoulli Binary Generator

Лічильник помилок (Error Rate Calculation). Дозволяє автоматично підраховувати ймовірність бітових і символічних помилок, порівнюючи сигнал, що надходить на вхід передавача з сигналом, що знімається з виходу приймача.

Параметри блоку

Receive delay (0) - кількість відліків сигналу, на яке вихідний сигнал затриманий щодо переданих даних.

Output data (Port) - передача результату в робочий простір.

AWGN Channel

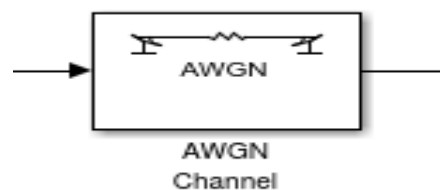


Рисунок 2.3 - Блок AWGN Channel

Блок каналу з гаусовим шумом AWGN Channel додає до вхідного сигналу шум з нормальним розподілом значень.

Параметр Initial seed ініціалізує генератор шуму. Дисперсію шуму можна регулювати в декількох режимах.

Режим Signal to noise ratio (E_b / N_0).

E_b / N_0 - відношення енергії на один біт до спектральної щільності потужності шуму, в децибелах,

Number of bits per symbol - кількість біт на символ,

Input signal power - потужність вхідного сигналу, Symbol period - період символів.

Режим Signal to noise ratio (E_s / N_0)

E_s / N_0 - відношення енергії сигналу до спектральної щільності потужності, в децибелах,

Input signal power - потужність вхідного сигналу, Symbol period - період символів.

Режим Signal to noise ratio (SNR).

SNR - відношення потужності сигналу до потужності шуму

Input signal power - потужність вхідного сигналу.

Зміна тривалості періоду сигналу впливає на дисперсію шуму, який додається до отсчетов сигналу.

Convolutional Encoder

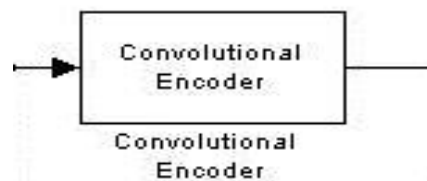


Рисунок 2.4 - Блок Convolutional Encoder

Згорткове кодування - це коригувальний помилки код

Параметри блоку Convolutional Encoder.

Для визначення згортального коду застосовується його ґратчаста структура. Параметр Trellis structure задає згорткове кодування через

його довжину кодового обмеження, через зворотні зв'язки. В поле блока Trellis structure задається команда poly2trellis, яка перетворює генераторні поліноми в ґратчасту форму подання кодера. Для системи задаємо код з кодовим обмеженням 7, і генераторними поліномами в вісімковій формі 171 і 133 застосовується команда poly2trellis (7, [171 133]). Спочатку регістри кодера знаходяться в нульовому стані. У безперервному режимі Continuous mode блок зберігає стан кодера в кінці кожного фрейма для використання в подальшому фреймі.

Viterbi Decoder



Рисунок 2.6 - Блок Viterbi Decoder

Вихід демодулятора після перетворення типів сигналу (якщо це потрібно) подається на вхід блоку декодера Вітербо - Viterbi Decoder.

Параметри блоку декодера Вітербо

Trellis structure (poly2trellis (7, [171 133])) - решітчаста структура згортальної коди, застосовується те ж значення, що і в кодері згортальної коди.

Punctured code - встановлюється режим виколювання.

Enable erasures input port - дозвіл на застосування стирання в каналі.

Decision type - тип виходу демодулятора, входу декодера. Можливо неквантованние, жорсткі і м'які рішення.

Number of soft decision bits - розрядність подання квантованих значень (при м'яких рішеннях)

Traceback depth - глибина гілок кодової решітки, яка застосовується при знаходженні вижив шляху

Scope

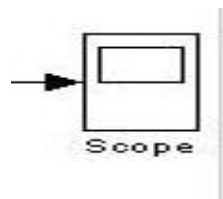


Рисунок 2.7 - Блок Scope

Будує графіки досліджуваних сигналів в функції часу. Дозволяє спостерігати за змінами сигналів в процесі моделювання.

Має наступні параметри:

Print - друк вмісту вікна осцилографа.

Parameters - доступ до вікна настройки параметрів.

Zoom - збільшення масштабу по обох осях.

Zoom X-axis - збільшення масштабу по горизонтальній осі.

Zoom Y-axis - збільшення масштабу по вертикальній осі.

Autoscale - автоматична установка масштабів по обох осях.

Save current axes settings - збереження поточних налаштувань вікна.

Restore saved axes settings - установка раніше збережених налаштувань вікна.

Floating scope - переклад осцилографа в "вільний" режим.

Lock / Unlock axes selection - закріпити / розірвати зв'язок між поточною координатною системою вікна і відображуваним сигналом.

Інструмент стають доступними після ввімкнення режим Floating scope.

Signal selection - вибір сигналів для відображення. Інструмент

стають доступними після ввімкнення режим Floating scope.

Display



Рисунок 2.8 - Блок Display

Відображає значення сигналу у вигляді числа.

2.2 Система для дослідження протоколу

За допомогою програмного середовища Matlab пропонується побудувати наступну схему (рис. 2.9) для дослідження протоколу бездротового зв'язку MiWi:

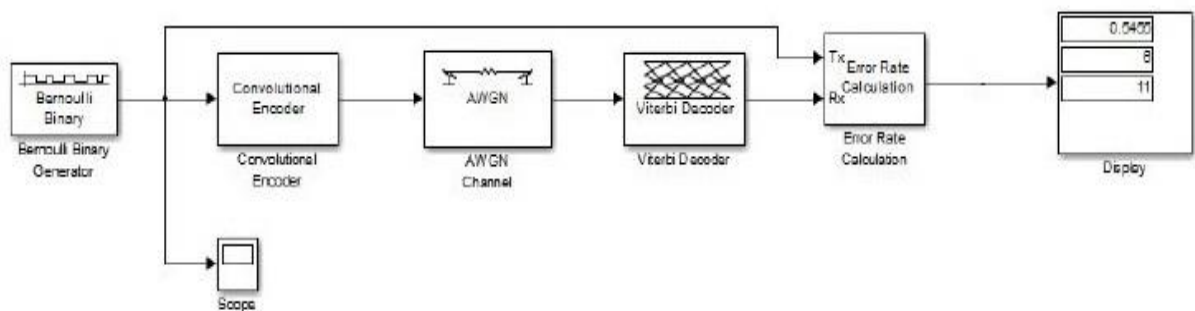


Рисунок 2.9 - Система для дослідження протоколу MiWi

2.3 Результат роботи системи

Випадкові дискретні сигнали блоку Bernoulli Binary Generator представлені на рисунку 2.10:

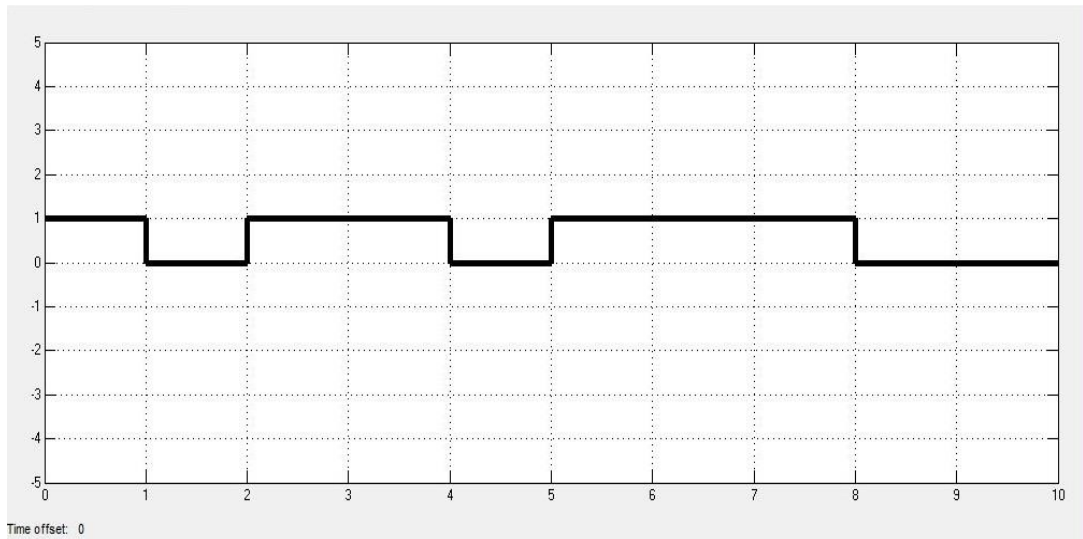


Рисунок 2.10 - дискретні сигнали блоку Bernoulli Binary Generator

Результат роботи системи можна побачити на дисплеї системи.

Кількість правильно прийнятих бітів складає – 11

Кількість випадково прийнятих бітів - 6

2.4 Висновок

Завдяки низькому енергоспоживанню пристроїв на базі протоколу MiWi сфера їх застосування включає в себе різні системи автоматизації приміщень, промислового моніторингу та управління побутовими приладами.

Даний протокол є досить гнучким і володіє великим набором можливостей для організації локальних бездротових мереж. простота настройки, безпека, низька енергоспоживання, надійність, і

вартість роблять його одним з найпопулярніших протоколів для створення пристроїв і автоматизації приміщень.

3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

В даному дипломному проекті досліджено протоколи бездротового зв'язку, котрі використовуються в системі «Розумний будинок».

У економічному розділі розраховуються одноразові капітальні витрати на дослідження та тестування найбільш уразливого до похибки протоколу бездротового зв'язку, котрі використовуються в системі «Розумний будинок».

3.1 Розрахунок тривалості створення пояснювальної записки

Трудомісткість створення пояснювальної записки визначається сумарною кількістю витрачених годин кожного робочого етапу, починаючи зі складання технічного завдання й закінчуючи оформленням документації (за умови роботи одного проектувальника):

$$T = T_{pz} + T_{zi} + T_{п} + T_{a} + T_{д} \quad (3.1)$$

Таблиця 3.1. Пояснення до формули 3.1

Вид робочого процесу	Умовне скорочення	Витрачено годин
Вибір теми та розробка завдання кваліфікаційної роботи	T_{pz}	17
Ознайомлення з технічною літературою та збір інформації для технічного завдання	T_{zi}	32

Дослідження актуальних протоколів бездротової передачі даних для «Розумного будинку»	T_{Π}	14
Аналіз отриманих характеристик	T_a	8
Підготовка технічної документації	T_d	5

Розрахуємо трудомісткість створення ПЗ за формулою 3.1 :

$$T = 17 + 32 + 14 + 8 + 5 = 76 \text{ (год.)}$$

3.2 Розрахунок витрат на дослідження та аналіз протоколів

Витрати коштів на дослідження протоколів бездротового зв'язку, котрі використовуються в системі «Розумний будинок» складаються з витрат на заробітну плату інженера-проектувальника та технічне обладнання.

Витрати на заробітну плату інженера-проектувальника обчислюються за формулою:

$$V_{зп} = T \cdot T_{год} \quad (3.2)$$

де T – обчислена за формулою (3.1) трудомісткість, $T_{год}$ – заробітна плата інженера з телекомунікацій за 1 год.

Для того щоб обчислити заробітну плату інженера з телекомунікацій за 1 год, можна скористатися формулою:

$$T_{\text{год}} = C_{\text{зп}} / T_{\text{м}} \quad (3.3)$$

де $C_{\text{зп}}$ – середня заробітна плата інженера з телекомунікацій,

$T_{\text{м}}$ – час відпрацьованих за місяць годин. Використовуючи спочатку формула (3.3), а потім (3.2) обчислимо витрати на заробітну плату розробника:

$$T_{\text{год}} = 13000 / 160 = 81,25 \text{ (грн /год)}$$

$$B_3 = 76 \cdot 81,25 = 6\,175 \text{ (грн.)}$$

Додаємо до заробітної плати проектувальника ЄСВ (єдиний соціальний внесок), що становить 37 % від заробітної плати

$$B_{\text{есв}} = 2\,284,75 \text{ (грн.)}$$

Розрахуємо заробітну плату, з урахуванням ЄСВ :

$$B_{\text{зп}} = 6\,175 + 2\,284,75 = 8459,75 \text{ (грн.)}$$

Таблиця 3.2 Витрати на обладнання та програмне забезпечення.

Обладнання та програмне забезпечення	Кількість	Ціна	Загальна ціна
Ноутбук Lenovo 3000 G530	1	4 100	4 100
Ліцензійний пакет прикладних програм MATLAB та графічне середовище Simulink	1	25 000	25 000

Ліцензійне програмне забезпечення Microsoft Windows 7 Professional	1	4 076	4 076
Ліцензія Microsoft Office 365	1	1 199	1 199

Загалом витрати на обладнання складають :

$$B_{об} = 4\,100 + 25\,000 + 4\,076 + 1\,199 = 34\,375 \text{ (грн)}$$

3.3 Розрахунок капітальних витрат на дослідження протоколів бездротових передачі даних, котрі використовуються с системі «Розумний будинок»

Капітальні витрати складаються з витрат на заробітну плату інженера-проектувальника та витрат на обладнання/програмне забезпечення.

$$B_{заг} = B_{зп} + B_{об} \text{ (3.4)}$$

Розрахунок:

$$B_{заг} = 8\,459,75 + 34\,375 = 42\,834,75 \text{ (грн)}$$

3.4 Висновок

На основі розрахованих витрат на дослідження маємо наступний результат:

Трудомісткість дослідження протоколів - 76 год.;

Витрати на заробітну плату проєктувальника – 8 459,75 грн.;

Витрати на обладнання та програмне забезпечення – 34 375 грн.;

Капітальні витрати на дослідження протоколів бездротової передачі даних котрі використовуються в системі «Розумний будинок» - 42 834,75грн.;

ВИСНОВКИ

В рамках даної роботи була вирішена поставлена задача, а саме - дослідження системи найсучаснішого з протоколів бездротової передачі даних котрі використовуються в системі «Розумний будинок» в графічному середовище імітаційного моделювання Simulink. В програмного комплексі MatLab була розроблена та розглянута система протоколу бездротової передачі даних – MiWi. Перевагами розробленої системи є те, що вона, по-перше, є універсальною майже для будь-яких пристроїв, що працюють в заданому частотному діапазоні, по-друге, досить дешева для успішного впровадження навіть в складній економічній обстановці.

При виконанні випускної кваліфікаційної роботи були досягнуті наступні результати: проаналізовані найсучасніші протоколи для «Розумного будинку», моделювання запропонованої системи проколу за допомогою програмного середовища MatLab

На підставі отриманих результатів можна зробити висновки про те, щоісследуемий протокол для «Розумного будинку» MiWi дозволяє автоматично регулювати кліматичні параметри в заданих завданням межах, встановлювати необхідний рівень освітленості, забезпечувати захист приміщення від протікання, витоку газу, пожежі і незаконного проникнення. Розроблена система має високу надійність, безпекою для мешканців і домашніх тварин, гнучкістю, що дозволяє розширювати або свої зменшувати можливості в залежності від вимог користувача, і більш низькою собівартістю по відношенню до конкурентів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сторінка з Вікіпедії. Wi-Fi. [Електронний ресурс] – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>;
2. Протокол ZigBee: беспроводные технологии на службе «умного» дома. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-ZigBee.htm>
3. Компания IDOMUS Intellegent house. Протоколи Розумного Будинку. [Электронный ресурс] – URL: <https://idomus.company/>
4. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных в частотных диапазонах ISM (Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi [Электронный ресурс] – URL : http://www.wirelesse.ru/articles/technologies/2011_4_6.php;
5. Велт, Т. Дж., Элсенпитер, Р. К. "Умный дом" строим сами / Т. Дж. Велт, Р. К. Элсенпитер. - СПб. : КУДИЦ-Образ, Питер, 2005. - 384 с.
6. Сопер, М. Э. Практические советы и решения по созданию "Умного дома": самоучитель / М. Э. Сопер; пер. с англ. А. Ю. Карцева. - М. : NT Press, 2007. - 421 с.
7. Компания POWER PROJECT [Электронный ресурс] - URL: <https://www.powerproject.com.ua>
8. Гололобов В. Н. «Умный дом» своими руками / В. Н. Гололобов. – М. : НТ Пресс, 2007. - 216с.
9. «Язык» для умного дома. [Электронный ресурс] - URL: <https://www.forbes.ru/tehnologii/344713-yazyk-dlya-umnogo-doma-kak-budut-obshchatsya-ustroystva-domashney-elektroniki-i>
10. Андрей Дементьев, «Умный дом XXI века», 2006. – 81 с.
11. Протоколы связи для «Умного дома». [Электронный ресурс] - URL: <https://www.ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-Protocols.htm>
12. С. В. Трифонова , Я. А. Холодов «Оптимизация работы беспроводной сенсорной сети на основе протокола ZigBee», 2015. – 15 с.

13. «Умный дом»: методические указания для слушателей курсов повышения квалификации / А.Н. Стариков, С.И. Рощина, А.В. Власов, Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2014 . -123 с.
14. Алексей САФРОНОВ «Стек протоколов MiWi для беспроводных сетей», 2007. - 4 с.
15. Умный дом Xiaomi [Электронный ресурс] – URL: <https://xiaomi-smarhome.ru/zigbee/>
16. Сторінка з Вікіпедії. Z-Wave. [Электронный ресурс] – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Z-Wave>;
17. Методичні рекомендації до виконання дипломних робіт (проектів) бакалаврів та магістрів спеціальностей 125 Кібербезпека, 172 Телекомунікації та радіотехніка / Упоряд.: О.Ю. Гусєв, О.В. Герасіна, О.М. Алексєєв, О.В. Кручінін. – Дніпро: НГУ, 2018. – 50 с.

ДОДАТОК А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Найменування	Кількість листів	Примітки
<i>Документація</i>				
1	A4	Реферат	4	
2	A4	Список умовних скорочень	1	
3	A4	Зміст	2	
4	A4	Вступ	2	
5	A4	Стан питання. Постановка задачі	23	
6	A4	Спеціальна частина	8	
7	A4	Економічний розділ	7	
8	A4	Висновки	1	
9	A4	Перелік посилань	2	
10	A4	Додаток А	1	
11	A4	Додаток Б	1	
12	A4	Додаток В	1	
13	A4	Додаток Г	2	

ДОДАТОК Б. Перелік документів на оптичному носії

1. Презентація Гололобова.pptx
2. Диплом Гололобова.pdf

ДОДАТОК В. Відгук керівника економічного розділу

Керівник розділу

Романюк Н.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

ДОДАТОК Г. Відгук керівника спеціального розділу

В І Д Г У К

на кваліфікаційну роботу студента групи ТКіт-15-1 Гололобової М.О.

на тему: «Дослідження протоколів бездротової передачі даних котрі використовуються в системі «Розумний будинок»

Пояснювальна записка складається зі вступу, трьох розділів і висновків, розташованих на 53 сторінках.

Мета кваліфікаційної роботи є актуальною, оскільки на сьогоднішній день системи Smart Home активно використовуються і впроваджуються повсюдно - будинки, офіси, підприємства. Тому вкрай важливо правильно вибрати протокол для передачі даних, який приймає провідну роль в забезпеченні «Розумного будинку». Дана кваліфікаційна робота саме спрямована на виявлення найкращого з бездротових протоколів для «Розумного будинку».

При виконанні роботи автор продемонстрував добрий рівень теоретичних знань і практичних навичок. На основі аналізу протоколів бездротової передачі даних були сформульовані задачі, вирішенню яких присвячений спеціальний розділ. У ньому біло досліджено найактуальніший протокол бездротової передачі даних. За допомогою програмного середовища Matlab була зібрана система дослідження, отримано вихідні характеристики та оцінена ефективність протоколу.

Гололобова М.О. продемонструвала добрі аналітичні здібності, вміння аналізувати і систематизувати зібрану інформацію, а також робити самостійні висновки.

До недоліків роботи слід віднести в недостатній мірі розглянутий зарубіжний досвід з досліджуваної теми.

Рівень запозичень у кваліфікаційній роботі відповідає вимогам «Положення про систему виявлення та запобігання плагіату».

В цілому робота задовольняє усім вимогам, а її автор Гололобова М.О. заслуговує на оцінку «відмінно» та присвоєння кваліфікації «фахівець з телекомунікаційної інженерії» за напрямом 6.050903 – телекомунікації.

Керівник спеціального розділу,

ас.

Ю.П. Рибальченко